

**DISEÑO Y DESARROLLO DE DOS PRODUCTOS CON TECNOLOGÍAS
APROPIADAS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS EN
COMUNIDADES DEL CHOCÓ DONDE NO EXISTE INTERCONEXIÓN
ELÉCTRICA.**

**MARIA ADELAIDA ARANGO URIBE
CAROLINA RESTREPO OCAMPO
ANDREA SERRATO VILLAMIZAR**

**UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2006**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE DOS PRODUCTOS CON TECNOLOGÍAS
APROPIADAS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS EN
COMUNIDADES DEL CHOCÓ DONDE NO EXISTE INTERCONEXIÓN
ELÉCTRICA.**

**MARIA ADELAIDA ARANGO URIBE
CAROLINA RESTREPO OCAMPO
ANDREA SERRATO VILLAMIZAR**

**Asesor:
Luis Santiago París Londoño**

**UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2006**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, Abril 28 de 2006

A las comunidades del departamento del Chocó.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresa sus agradecimientos a:

Luis Santiago París, asesor del proyecto, por su disponibilidad y atención en este proceso.

Ana María Arango y Víctor Vélez, habitantes de San Francisco – Chocó, por su hospitalidad y colaboración en la recopilación de información durante el trabajo de campo.

Comunidades de San Francisco, Río Ciego y Triganá, por su excelente acogida y contribución en el trabajo del campo.

Profesores de la Universidad Eafit, por sus acertadas asesorías a lo largo del proyecto.

Carlos Mario Bustamante, profesor adjunto de la Universidad Eafit, por su asesoría e interés en el diseño del mecanismo de la licuadora manual.

John Jairo Correa, de la Organización Penca de Sábila, por la información suministrada sobre la calidad del agua de las veredas visitadas en Acandí.

Sigifredo Cárdenas, laboratorio de biotecnología de la Universidad Eafit, por su colaboración en las pruebas de plata coloidal.

Empleados del laboratorio de Máquinas y Herramientas de la Universidad Eafit, por su contribución en la construcción de prototipos.

Andrés Vélez, de la empresa Meyglass Ltda., por su apoyo en la construcción del prototipo en fibra de vidrio.

Alberto Medina, de Arenas Industriales, por su asesoría en sistemas de filtración con arena.

Carboplast S.A., por su asesoría y facilidad en el suministro de materiales plásticos para aplicaciones de ingeniería.

Marta Lucía Uribe, por su acompañamiento y apoyo incondicional en este proceso.

A nuestras familias, por su paciencia y colaboración durante el proyecto.

Y a todos nuestros amigos y conocidos por sus aportes, apoyo e interés.

CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO	7
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE ANEXOS	15
RESUMEN	18
INTRODUCCIÓN	20
1. CONSIDERACIONES INICIALES	21
1.1 ANTECEDENTES	21
1.1.1 Energías renovables	21
1.1.2 Tecnologías apropiadas	28
1.1.3 Características del departamento de Chocó	29
1.1.4 Características del municipio de Acandí	32
1.1.5 Definición del problema	37
1.2 JUSTIFICACIÓN	38
1.3 OBJETIVO GENERAL	40
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
1.5 ALCANCE Y PRODUCTOS	41
1.6 METODOLOGÍA	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
2. TRABAJO DE CAMPO	48
2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	48
2.2. RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO.....	52
2.2.1. Cocción de alimentos	54

2.2.2. Preparación de alimentos.....	56
2.2.3. Purificación de agua.....	60
2.3. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE CAMPO	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
3. AGUA Y FRUTAS: CARACTERÍSTICAS EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ	67
3.1. SITUACION ACTUAL DEL AGUA EN EL CHOCO	67
3.1.1. Calidad del agua en Acandí	68
3.2. ALGUNAS TECNICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA	69
3.2.1. Comparación entre los diferentes métodos.....	70
3.2.2. Frutas en el municipio de Acandí	77
3.3. CONCLUSIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	¡Error! Marcador no definido.
4. ESTADO DEL ARTE DE PURIFICADORES DE AGUA Y PROCESADORES MANUALES DE ALIMETOS	¡Error! Marcador no definido.
4.1. PURIFICADORES DE AGUA: PRODUCTOS Y MÉTODOS	¡Error!
Marcador no definido.	
4.1.1. Decantación	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2. Sodis - Desinfección Solar	¡Error! Marcador no definido.
4.1.3. Destilación.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.4. Filtración con arena.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.5. Filtración por ósmosis inversa.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. PRODUCTOS PARA TRANSFORMACION DE ALIMENTOS	¡Error!
Marcador no definido.	
4.2.1. Despulpadora manual para frutos blandos	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2. Sistema para elaborar jugos de frutas ..	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3. Desgranador manual para maíz.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.4. Trapiche manual	¡Error! Marcador no definido.

4.2.5. Licuadora de alimentos impulsada por una bicicleta..	¡Error! Marcador no definido.
4.2.6. Licuadora manual.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.7. Exprimidores manuales.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.8. Molinos para frutas y granos	¡Error! Marcador no definido.
4.3. CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	¡Error! Marcador no definido.
5. PROCESO DE DISEÑO	¡Error! Marcador no definido.
5.1. CLARIFICACIÓN DEL OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROYECTO	¡Error! Marcador no definido.
5.2. PDS - Especificaciones de Diseño de Producto.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3. DISEÑO CONCEPTUAL.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.1. Caja negra.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.2. Diagrama funcional	¡Error! Marcador no definido.
5.4. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS	¡Error! Marcador no definido.
5.4.1. Diagrama morfológico	¡Error! Marcador no definido.
5.4.2. Configuraciones esquemáticas de alternativas	¡Error! Marcador no definido.
5.4.3. Diseño formal	¡Error! Marcador no definido.
5.4.4. Alternativas de diseño para el purificador de agua	¡Error! Marcador no definido.
5.4.5. Alternativas de diseño licuadora	¡Error! Marcador no definido.
5.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	¡Error! Marcador no definido.
6. DISEÑO DE DETALLES	¡Error! Marcador no definido.
6.1. DISEÑO DEFINITIVO DEL PURIFICADOR DE AGUA.	¡Error! Marcador no definido.
6.1.1. Utilización de plata coloidal en el purificador de agua	¡Error! Marcador no definido.

6.2. DISEÑO DEFINITIVO DE LA LICUADORA MANUAL .. ¡Error! Marcador no definido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... ¡Error! Marcador no definido.

RECOMENDACIONES ¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1. Energía producida por el cuerpo humano.....	24
Tabla 1.2. Oportunidades y ventajas de la energía humana.....	25
Tabla 1.3. Potencias generadas por el cuerpo humano.....	27
Tabla 1.4. Datos Departamento del Chocó.....	32
Tabla 3.1. Análisis microbiológico en Acandí, Chocó.....	69
Tabla 3.2. Comparación métodos de purificación.....	71
Tabla 3.3. Frecuencia de hogares con disponibilidad de frutas.....	78
Tabla 5.1: Elementos del PDS, Procesador de Frutas y Purificador de agua . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 5.2: Diagrama morfológico purificador de agua. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 5.3: Diagrama morfológico Procesador de Frutas. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 5.4. Tabla de evaluación de alternativas – Purificador de agua..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 5.5: Tabla de evaluación de alternativas – Licuadora Manual ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 6.1. Aplicación conceptual del referente para ambos productos..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 6.2. Piezas del purificador de agua..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 6.3. Datos de la caja de engranajes..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 6.4. Piezas de la licuadora..... ¡Error! Marcador no definido.	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Tipos de movimientos estudiados en la tabla 1.3.	27
Figura 1.2. Esquema del proceso de diseño.....	43
Figura 2.1. Municipio de Acandí – Chocó.	51
Figura 2.2. Temporada de cosecha de frutas.	54
Figura 2.3. Productos para la cocción de alimentos	55
Figura 2.4. Objetos registrados en el trabajo de campo	57
Figura 2.5. Preparación del jugo de mango	57
Figura 2.6. Preparación del jugo de carambolo.	58
Figura 2.7. Piladora manual de arroz.....	59
Figura 2.8. Ralladores artesanales de coco.....	60
Figura 2.9. Algunos métodos de purificación utilizados.	62
Figura 3.1. Filtración de agua	72
Figura 3.2 Destilación solar de agua.....	74
Figura 3.3. Filtración con arena.	75
Figura 3.4. Osmosis y Osmosis inversa.....	76
Figura 3.5. Frutas de la región	77
Figura 4.1. Esquema de un filtro cerámico por decantación	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.2. Productos para filtración por decantación	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.3. Desinfección solar - Sodis	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.4. Filtros por condensación portátiles	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.5. Filtros por condensación de alta capacidad	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.6. Destiladores de uso doméstico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.7. Filtros de arena.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.8. Filtro rústico de arena para agua de lluvia	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.9. Filtros de Bio Arena	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.10. Filtros por ósmosis inversa	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.11. Filtros cerámicos por ósmosis inversa .	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.12. Filtros portátiles de carbón activado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.13. Despulpadora manual para frutos blandos	¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.14. Sistema para elaborar jugos de frutas . ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.15. Desgranador manual para maíz ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.16. Trapiche manual ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.17. Licuadora impulsada por una bicicleta. ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.18. Licuadora manual ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.19. Exprimidores manuales ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4.20. Molinos para frutas y granos..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.1. Etapas del proceso de diseño..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.2: Caja negra – Purificador de agua ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.3. Caja negra – Procesador de Frutas..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.4: Diagrama funcional – Purificador de agua¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.5: Diagrama funcional – Procesador de frutas¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.6: Configuraciones esquemáticas del purificador de agua.....¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.7: Configuraciones esquemáticas del Procesador de frutas, Licuadora Manual ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.8: Tablero de Contexto ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.9: Tablero de Usuario ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.10: Tablero de Lenguaje formal ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.11: Tablero – Referente conceptual..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.12. Esquema de la alternativa 1 – Purificador de Agua.¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.13. Alternativa 1 Purificador de agua por rayos UV.¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.14. Esquema de la alternativa 2 – Purificador de Agua, filtro cerámico. ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.15. Alternativa 2 Purificador de Agua, filtro cerámico.¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.16. Esquema de la alternativa 3 – Purificador de Agua, Destilación.¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.17. Alternativa 2 – Purificador de Agua, Destilación¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.18: Esquema alternativa 1 Licuadora de palanca¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.19: Alternativa 1 Licuadora de palanca..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.20: Esquema alternativa 2 Licuadora de poleas¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.21: Esquema alternativa 2 Licuadora de poleas¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.22: Esquema alternativa 3 Licuadora con asas laterales¡Error! Marcador no definido.

Figura 5.23: Esquema alternativa 3 Licuadora con asas laterales; **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.1. Abstracción y aplicación formal del referente para ambos productos **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.2. Purificador de agua y Licuadora manual en cocina chocona..... **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.3. Partes del purificador de agua. **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.4. Fabricación del prototipo..... **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.5. Esquema de ensamble del Purificador de agua; **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.6. Diseño definitivo Licuadora manual **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.7. Vistas del diseño definitivo Licuadora manual; **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.8. Mecanismo Licuadora Manual **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.9. Proceso de fabricación Licuadora Manual; **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.10. Esquema de ensamble Licuadora Manual; **Error! Marcador no definido.**

Figura 6.11. Prototipo licuadora manual **Error! Marcador no definido.**

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A - Lista de informantes clave	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO B - Guia para entrevistas y observaciones .	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO C - Fichas de entrevistas	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO D - Notas técnicas de desinfección solar - sodis	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO E - El agua y las frutas: una mirada global .	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO F - Requerimientos de diseño	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO G - Bocetos de las alternativas de diseño ..	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO H - Planos de construcción.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO I - Tabla de ajustes	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO J - Elaboración de plata coloidal y prueba de efectividad bactericida	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO K - Memorias de cálculos para la caja de engranajes	¡Error! Marcador no definido.

GLOSARIO

AGUA POTABLE¹: es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.

ESCHERICHIA COLI, (E-COLI)²: bacteria con forma de bastón (bacilo), que pertenece a la familia de las Enterobacteriáceas. Esta bacteria se encuentra en el tracto intestinal de los mamíferos. Las especies de *Escherichia Coli* oportunistas producen infecciones sólo si abandonan el colon. Otros grupos producen hasta el 90% de las diarreas infantiles y la denominada diarrea del viajero. Esta última no es grave, pero la gastroenteritis aguda de los niños puede provocar la inflamación de la mucosa intestinal, dando lugar a deshidratación grave y heces purulentas.

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO: PDS, por su nombre en inglés Product Design Specifications, es un documento que determina los requerimientos que debe tener un producto para satisfacer las demandas y deseos del usuario objetivo, los cuales se traducen en parámetros técnicos de ingeniería.

GRUPO COLIFORME³: las bacterias coliformes son bacilos cortos que se utilizan como indicadores de contaminación del agua.

Las bacterias coliformes incluyen la *Escherichia Coli* y otras bacterias que se asemejan morfológica y fisiológicamente. Estos microorganismos con frecuencia

¹ Colombia, Presidencia de la Republica. Decreto 475 de 1998, Marzo 10, por el cual se expiden normas técnicas de la calidad del agua potable. [Artículo en Internet].

<http://www.presidencia.gov.co/decretoslinea/index.htm> [consulta: 12 marzo de 2006]

² Microsoft Encarta. *Escherichia coli*. Microsoft Corporation, 2006 [DVD].

³ Castillo, J. Determinación de microorganismos [Artículo de Internet]. <http://www.monografias.com> [Consulta agosto de 2005]

difieren entre sí en características pequeñas. Se sabe que dos aparecen con frecuencia suficiente en aguas contaminadas: E. Coli y Aerobacter aerogenes.

PAISA: designación de los habitantes del municipio de Acandí para referirse a los inmigrantes provenientes del interior del país.

PANGA: lancha pequeña de gran motor.

PLATA COLOIDAL: son partículas de plata cargadas eléctricamente suspendidas en agua destilada y obtenidas por electrólisis.

PROTOTIPO: modelo realizado en la etapa final del desarrollo de un producto que se considera como primer ejemplar. Es coincidente con las características formales y funcionales del diseño, se realiza con los materiales verdaderos y se considera apto para realización de pruebas.

TECNOLOGÍAS APROPIADAS: se refiere al conjunto de técnicas a pequeña escala que permiten el desarrollo de una comunidad rural, adaptándose a la función para la cual fueron determinadas, así como al usuario y al contexto donde se desempeñan.

TURBIDEZ: es una unidad de medida que cuantifica el grado de luz que pasa a través de una cantidad de agua contenida de partículas orgánicas (incluyendo algas) e inorgánicas suspendidas. La turbiedad se mide comúnmente en unidades nefelométricas de turbidez (NTU, por sus siglas en inglés), pero se puede también medir en unidades de la turbiedad de Jackson (JTU, por sus siglas en inglés).

RESUMEN

En este proyecto se expone la manera como fue desarrollado el diseño de una licuadora manual y un filtro de agua cerámico como tecnologías apropiadas para zonas del Chocó que no cuentan con energía eléctrica. Se cuenta con siete capítulos, los cuales presentan cronológicamente, la manera como se llevó a cabo la metodología propuesta para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Inicialmente se presentan los antecedentes, en donde se explican diferentes tipos de energías renovables, el concepto de tecnologías apropiadas y se describe el contexto general para el cual se diseñaron los dos productos. Se plantean los objetivos, la metodología y el alcance del proyecto.

Luego se describe el trabajo de campo realizado en el corregimiento de San Francisco y sus veredas Río Ciego y Triganá, del Municipio de Acandí, Chocó. Esta investigación se realizó por medio de métodos cualitativos con el fin de lograr un acercamiento con el usuario y el contexto, conocer necesidades y deseos, estilo de vida y costumbres alimenticias, y a partir de aquí, definir los requerimientos de diseño del producto.

Posteriormente se analizan las condiciones actuales del agua y los alimentos, partiendo de una visión global de esta situación, siguiendo con un análisis más detallado de estos elementos en la región. Y se enuncian las especificaciones necesarias para determinar la potabilidad del agua y sus métodos de purificación.

A partir de este análisis se realizó una investigación sobre productos que se pueden encontrar actualmente en el mercado nacional e internacional, enfocados a procesar alimentos y obtener agua potable. Se hizo una selección de los

productos más adecuados para la región, que fueron considerados tecnologías apropiadas para la zona debido a que tienen principios tecnológicos compatibles con el lugar y sus habitantes.

Después de haber recopilado la información mencionada, se inicia el proceso de diseño donde se determinaron todos los aspectos que debía cumplir el producto por medio de una lista de requerimientos. A continuación se realizaron el diseño conceptual y el análisis formal, para luego plantear diferentes alternativas de cada uno de los productos y finalmente evaluarlos para su selección.

Luego de seleccionar las alternativas, se estudiaron algunos conceptos técnicos para el desarrollo de la licuadora manual y el filtro de agua cerámico, se realizó el diseño de detalles para finalmente construir los prototipos.

Palabras clave:

Licuadora manual, filtro cerámico, tecnologías apropiadas, purificación de agua, transformación manual de alimentos, Acandí, Chocó, diseño, ingeniería de diseño.

INTRODUCCIÓN

El caribe chocoano es uno de los rincones más exóticos y agrestes de la geografía nacional, por esta razón, la población, las actividades económicas, el transporte, la vivienda, la educación y las condiciones generales de vida tienen características especiales, que hacen de esta zona un desconcierto para el hombre de ciudad y sus ideas de progreso y desarrollo.

En estas regiones conviven comunidades indígenas, negras y de colonos paisas principalmente, que han cambiado las comodidades y el movimiento acelerado del mundo moderno por una vida donde tienen poder la palabra, el intercambio y por supuesto, la naturaleza misma, con una riqueza innumerable en biodiversidad, cuencas hidrográficas, fuerza solar y eólica.

Podría sorprender que regiones tan ricas en recursos naturales, apenas cuenten con servicios básicos de agua y energía; pero, es la misma configuración geográfica, la pobreza, las condiciones de vida*, la desatención y abandono por parte del Estado, además del entorno cultural y las características de su población; lo que las aísla significativamente del desarrollo de las grandes ciudades.

Cabe anotar que la zona se ha dedicado fundamentalmente a actividades de extracción de recursos naturales lo que ha hecho que la riqueza se “exporte” dejando poco a la población local.

La producción de energía y la consecución de agua potable se encuentran entonces limitadas, en el primer caso, por la dificultad al acceso de plantas eléctricas o paneles solares; y en el segundo caso, por el empleo de plantas de tratamiento o sistemas caseros de purificación efectivos.

* El índice de calidad de vida es de 27.9%, siendo el nacional 39%, el NBI es de 82.2% frente al nacional de 45.6%, según el Plan de acción trienal 2004 – 2006 desarrollado por la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ.

La formulación de proyectos para diseñar productos “autónomos”, que produzcan su propia energía, o productos que utilicen energía renovable aprovechando las condiciones ambientales de la región; tienen gran validez para mejorar la calidad de vida de uno de los departamentos más desatendidos en el país, facilitando la adquisición de agua apta para el consumo humano, la transformación de materias primas, la conservación de alimentos, la iluminación de viviendas o el mejor aprovechamiento de los recursos.

El objetivo de este proyecto estuvo entonces dirigido a aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en el diseño y desarrollo de dos productos que utilizaran tecnologías apropiadas para el procesamiento de alimentos y la purificación del agua en comunidades del municipio de Acandí (Chocó). Se trató de proponer una solución adecuada a las condiciones socioeconómicas y culturales de la población, que permitiera ampliar y mejorar las posibilidades de preparación de alimentos, facilitando de este modo la realización de las tareas domésticas.

Para la ejecución del proyecto, primero fue necesario realizar una investigación exploratoria en el corregimiento de San Francisco del municipio de Acandí, con el propósito de conocer los hábitos cotidianos de la población en relación con la preparación de alimentos, para poder detectar necesidades que pudieran requerir una solución por medio del diseño de productos. La observación nos mostró que un procesador manual de frutas y un purificador de agua podían ser dos artefactos de gran utilidad en la zona; el primero para aprovechar mejor los recursos de la cosecha y promover opciones de generación de ingresos en temporadas turísticas; y el purificador de agua para ayudar a prevenir enfermedades causadas por la ingestión de aguas contaminadas. En general, los dos productos se diseñaron para brindar autonomía energética y adaptar tecnologías apropiadas a la zona.

El proceso de diseño comenzó así, con una investigación del estado del arte, el agua y los alimentos, para generar una clarificación de los objetivos. Luego, utilizando una combinación de metodologías, se generaron alternativas y desarrollaron los productos hasta un nivel de detalle que permitió la construcción de prototipos.

Este proyecto representó una oportunidad para desarrollar conocimientos en el área de ingeniería de diseño y generó nuevos planteamientos que motivan proyectos de investigación a futuro como el desarrollo de tecnologías apropiadas para zonas rurales y el uso de energías renovables aplicando los conocimientos adquiridos con responsabilidad social.

1. CONSIDERACIONES INICIALES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Energías renovables

También llamada energía limpia o blanda, este término engloba una serie de fuentes energéticas que en teoría no se agotarían con el paso del tiempo, pero que en sentido estricto ni son renovables, ni se utilizan de forma blanda. Se consideran como una alternativa a fuentes de energía tradicionales y producen impactos ambientales mínimos.

Las energías renovables comprenden: energía solar, hidroeléctrica, eólica, geotérmica, y la procedente de la biomasa. Se incluyen además la energía humana, la tracción animal y las pilas de combustible.

Estas energías proporcionan el 4% de la energía comercial del mundo y la mitad la contribuyen pequeñas centrales hidroeléctricas. La energía eólica y la solar son las fuentes de energía renovable de mayor crecimiento, pero su participación en el mercado comercial es pequeña¹.

Las tecnologías de fuentes renovables cumplen importantes roles como conseguir los objetivos de abastecimiento de electricidad para favorecer las condiciones sociales y la protección ambiental.

Energía Solar

La cantidad de energía solar que llega hasta la Tierra, a 150 millones de kilómetros de distancia son 1366 Vatios por metro cuadrado a nivel atmosférico y

¹ Cherni, J. Enfoque multicriterio para evaluar el funcionamiento de tecnologías de energía renovable en zonas rurales. *En: Energética, Revista del Instituto de Energía, Facultad de minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2003; (30): 8 - 9.*

aproximadamente 1020 W/m² en la superficie terrestre, debido a que el 19% es absorbido por la atmósfera y el 35%, reflejado por las nubes¹.

Junto con la geotermia y la fuerza de gravedad, son las fuentes realmente inagotables. Mientras que la fuerza de gravedad se utiliza explotando la fuerza de las mareas y el calor del subsuelo mediante centrales geotérmicas, las restantes energías renovables se basan en el sol:

La fotosíntesis hace crecer las plantas y éstas producen biomasa.

La energía solar, a través de la evaporación y las precipitaciones, pone en marcha el circuito hídrico, mientras que su calor genera el calentamiento de la atmósfera y, por ende, los vientos. Por último, el sol alimenta de calor a los colectores térmicos y las células solares.

Éstas células solares funcionan por el efecto fotovoltaico que hace que algunos materiales semiconductores expuestos a una radiación luminosa generen electricidad (corriente directa DC).

La energía debe almacenarse en baterías o acumuladores debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar, asegurando además la disponibilidad del recurso cuando sea insuficiente.

En la generación a pequeña escala, menor a 1kW, las aplicaciones más comunes son en hogares campesinos, equipos de telecomunicaciones o zonas protegidas. A nivel tecnológico, se requieren equipos eficientes, de bajo consumo y buen rendimiento.

No genera impactos ambientales en su instalación y operación, pero la disposición final de baterías debe hacerse apropiadamente.

Dentro de las ventajas más significativas de la energía solar se encuentra el suministro ininterrumpido, requieren poco mantenimiento, alta confiabilidad,

¹ Wikipedia @, 2006.

independencia de la disponibilidad / suministro de combustibles y menores costos a largo plazo.¹

Energía Eólica

Como se mencionó anteriormente, la capacidad impulsora de los vientos proviene de los rayos solares, que generan diferencias de temperatura, lo que a su vez desata los movimientos de aire.

Por medio de aerogeneradores o turbinas rotativas, un dispositivo de captación (rotor) unido a un eje realiza una función de aprovechar mecánicamente la energía contenida en el viento y la transforma en energía eléctrica.

Biomasa

Entre las fuentes energéticas renovables, la que mejores resultados ha dado hasta ahora ha sido la procedente de la biomasa, un término que encierra los distintos materiales no fósiles y de origen biológico que se utilizan con fines energéticos: leña, residuos agrícolas y forestales, desechos de la industria agroalimentaria, deyecciones humanas y animales, residuos urbanos y especies vegetales expresamente cultivadas.

El biogás que genera la fermentación de los desechos orgánicos puede tener distintas aplicaciones domésticas e industriales, y permitiría eliminar los residuos de forma ecológica.²

Los recursos de biomasa están ampliamente disponibles en las áreas rurales de los países menos desarrollados, los cuales utilizan para suplir las necesidades energéticas sin costosos dispositivos de almacenamiento o baterías, en contraste

¹ Acevedo, C. A. Futuro de las energías renovables en Colombia. *En*: Revista *Tecno Lógicas*, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, 2000; (4): 99 – 124.

² *Ibíd.*

con las tecnologías solar, eólica y otras fuentes intermitentes de energía renovable.

Pueden proveer todas las principales formas de energía que la gente necesita, líquidos, gases, calor y electricidad¹.

Energía Humana

El término “energía humana” (human power) es empleado, por el grupo de investigación de Sistemas Personales de Energía (PES)² de la Universidad de Delft - Holanda, para designar los sistemas de energía potenciados por el cuerpo humano en productos de consumo.

El cuerpo humano puede utilizarse de diferentes maneras para producir energía. De esta manera se resalta la generación de energía mecánica a través del trabajo ejercido por los músculos o el movimiento, aunque el cuerpo humano también tiene posibilidades de generar energía térmica (calor corporal), energía química y eléctrica. En la tabla 1.1 se muestran las posibilidades de producción de energía por el hombre³.

Tabla 1.1. Energía producida por el cuerpo humano.

FUENTE DE ENERGÍA	FORMAS DE ENERGÍA			
	Mecánica	Eléctrica	Térmica	Química
Músculos (activo)	X			
Movimiento (Pasivo)	X			
Piel		X		
Transpiración				X
Calor corporal			X	

Fuente: Jansen y Stevels, 2004.

¹ Cherni, J. Op. Cit.

² PES @, 2005: Sistemas Personales de Energía. www.io.tudelft.nl/pes [Consulta abril de 2005]

³ Jansen, A. y Stevels, A. Human power, a sustainable option for electronics. En: Simposio Internacional en Electrónica y Ambiente IEEE 1999, Boston, 1999. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/pes>. [Consulta: mayo de 2005]

Las ventajas en la utilización de la energía humana como fuente de energía en productos de consumo (Jansen y Stevels, 2004)¹, incluyen:

- **Independencia de infraestructuras energéticas** y de la disponibilidad de baterías/ pilas, generando autonomía en una escala individual, sin límites de tiempo y espacio.

La energía humana puede multiplicarse además hacia necesidades de energía renovable en escalas mayores, como electricidad en el hogar o la fábrica.

- **Bajo impacto ambiental** durante la vida de uso, disminuyendo los costos en el ciclo de vida del producto.

De esta manera, los usuarios obtienen beneficios materiales en reducción de costos y una percepción de beneficios emocionales de satisfacción personal, mejoramiento de la calidad de vida y proactividad ambiental cuando producen su propia energía².

Un resumen de las oportunidades y ventajas del uso de la energía humana se presenta en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Oportunidades y ventajas de la energía humana.

CATEGORÍA	OPORTUNIDAD	VENTAJA
USUARIO Y SOCIEDAD	<i>Libertad/Independencia de fuentes de energía, confort, sensaciones agradables.</i>	<i>Libertad para usar el producto en cualquier lugar, a cualquier hora.</i>
ECONOMÍA	<i>“Human Power” como un estilo de vida.</i>	<i>Oportunidades para la industria electrónica.</i>
ECOLOGÍA	<i>Población en aumento.</i>	<i>Menos plantas de energía y baterías implican disminución en impacto ambiental.</i>
TECNOLOGÍA	<i>Autosuficiente, sinergia con otros sistemas de energía.</i>	<i>Nuevas tecnologías guiarán a nuevos productos.</i>

Fuente: Jansen, 1999.

¹ Jansen, A. y Stevels, A. Human power: an environmental myth? *En*: Proceedings of the TMCE 2004, Lausanne – Suiza, 2004. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl7pes>. [Consulta: mayo de 2005]

² *Ibid.*

Las categorías que se muestran en esta tabla, representan así mismo las áreas donde se encuentran las mayores barreras de esta fuente de energía¹. Estas son:

- A nivel *económico*,

El bajo costo de la electricidad puede hacer que se prefiera ésta en lugar de la energía humana.

No hay percepción de los beneficios de este tipo de energía cuando hay otras disponibles.

Hay poca aceptación de algunas empresas en la introducción de elementos mecánicos en lugar de electrónicos.

- A nivel *tecnológico*:

El estado de desarrollo, la complejidad o poca eficiencia de la tecnología.

Los componentes mecánicos pueden tener un peso y volumen elevados y tener problemas adicionales como la lubricación.

- A nivel del *usuario*:

Los productos que trabajan con energía humana requieren motivación por parte del usuario.

Algunas personas pueden identificar los productos manuales como anticuados y poco ergonómicos o estéticos.

En este último punto, el grupo PES ha realizado investigaciones² para medir el límite de confort en productos activados por energía humana con movimientos repetitivos y poco prolongados. En términos de fatiga y la inhabilidad de los usuarios estudiados para mantener una salida constante del sistema han obtenido datos de referencia sobre la cantidad de energía producida por el cuerpo humano, que pueden variar según el tipo de movimiento, las condiciones físicas y mentales

¹ Jansen, A. Human powered energy systems in consumer products: challenges ahead. En: Conferencia Internacional de Ingeniería de Diseño ICED 99, Agosto 24-26, Munich, 1999. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/pes> [Consulta: mayo de 2005]

² Jansen, A.J. y Slob, P. Human power; comfortable one-hand cranking. En: Conferencia Internacional de Ingeniería de Diseño ICED 03, Agosto 19 – 21, Estocolmo, 2003. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/pes> [Consulta: mayo de 2005]

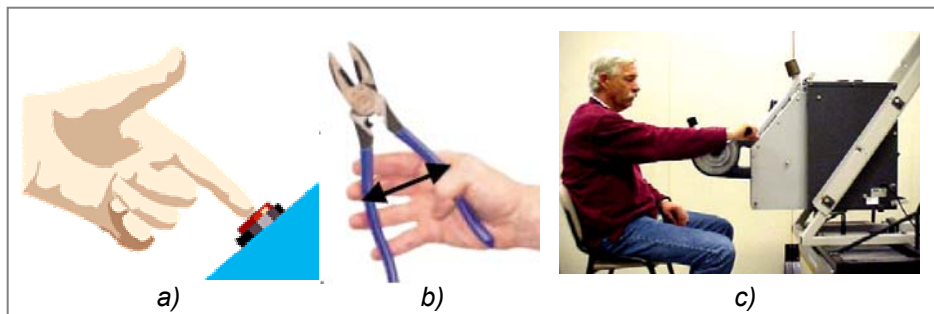
de cada individuo, y el diseño de la interfaz entre el usuario y el mecanismo (ver tabla 1.3 y figura 1.1).

Tabla 1.3. Potencias generadas por el cuerpo humano.

TIPO DE MOVIMIENTO	MÁXIMA POTENCIA
Presionar botón (16 N x 40 mm)	0.64 W
Apretar (400 N x 30 mm)	12 W
Girar palanca (30 N x radio 100 mm x 1.5 x 2 π)	28 W

Fuente: Jansen y Slob, 2003.

Figura 1.1. Tipos de movimientos estudiados en la tabla 1.3.



a) Presionar botón. Fuente: Latter @, 2006. b) Apretar. Fuente: Niosh @, 2006. c) Girar palanca. Fuente: Jansen y Slob, 2003.

Como conclusión de estas pruebas, Jansen¹ sugiere que para los productos con sistemas de energía humana, los beneficios producidos y la funcionalidad juegan un papel importante en la intensidad y la persistencia de los movimientos, indicando la motivación, el interés y la aceptación del esfuerzo adicional.

Tracción animal

Los animales de trabajo han ejercido una función considerable en el desarrollo cultural y económico de la humanidad desde épocas muy antiguas. Sin embargo,

¹ Jansen, A.J. y Slob, P. Op. Cit.

con la difusión de la industrialización las máquinas fueron desplazando rápidamente a los animales en muchas regiones, debido a su gran potencia, velocidad y facilidad de uso.

“El empleo de animales de trabajo en las fincas, bosques, estancias y plantaciones presenta múltiples aspectos de interés técnico-comercial y sociocultural. Los animales están disponibles localmente y son accesibles económicamente; la base de su mantenimiento proviene de productos del campo; el trabajo que desempeñan complementa y substituye parcialmente el esfuerzo humano para realizar labores muy pesadas. Los animales transforman los residuos de la cosecha de manera productiva y eficaz, y aportan abono orgánico en forma de estiércol que refuerza la fertilidad del suelo”¹.

Pueden ser utilizados para producir movimiento de máquinas cuando se conectan a elementos de movimiento continuo.

1.1.2 Tecnologías apropiadas

Tecnología, entendida aquí como el conjunto de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento² y el desarrollo de una comunidad; se indica como apropiada cuando se adapta a la función para la cual fue determinada, así como al usuario y al contexto donde se desempeña.

El enfoque de tecnología apropiada o intermedia surge en los años 70 como respuesta a los problemas sociales ocasionados por la transferencia de tecnologías avanzadas e intensivas en capital, desde los países industrializados a aquellos menos desarrollados, bajo las frecuentes concepciones de progreso y crecimiento económico del capitalismo.

E. F. Schumacher, en esta época, formuló el concepto basándose en las ideas de Ghandi sobre el uso de tecnologías a pequeña escala que permitieran mejorar el

¹ Chirgwin, J.C.. Los animales de trabajo y el desarrollo sostenible. [Artículo de Internet]. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/v8180t/v8180T0p.htm [Consulta: Abril de 2006]

² Rae @, 2006

nivel de vida de la población rural en India. “Schumacher, pensando en un desarrollo orientado más a las personas que a la obtención de beneficios, propuso y definió la tecnología apropiada como una tecnología simple, de pequeña escala, bajo costo y no violenta”¹. Se agregan a esta definición, características como la facilidad de utilización y mantenimiento, el uso de materiales locales y de fuentes de energía descentralizadas y renovables, y la flexibilidad.

Para concluir, estas tecnologías suponen innovaciones que implican transformaciones sociales y culturales, convirtiéndose tanto en retos para la creación como para la sostenibilidad del hombre en el mundo.

En su libro, *Lo pequeño es hermoso*, Schumacher afirma: "No tengo dudas de que es posible dar una nueva dirección al desarrollo tecnológico, una dirección que habría de conducirlo de vuelta a las necesidades reales del hombre, lo que significa, volver al tamaño correcto del hombre. El hombre es pequeño y por lo tanto lo pequeño es hermoso. Perseguir el gigantismo es buscar la autodestrucción. ¿Cual es el costo de una nueva orientación? Debemos recordarnos a nosotros mismos que calcular el costo de la supervivencia humana es aberrante. Sin duda alguna, todo lo que merece la pena cuesta algo, pero cambiar la tecnología de modo que sirva al hombre en lugar de destruirlo requiere principalmente un esfuerzo de imaginación y un abandono del temor"².

1.1.3 Características del departamento de Chocó

El departamento del Chocó está localizado en el noroccidente colombiano, entre la cordillera Occidental y el océano Pacífico. Limita por el norte con la República de Panamá y el mar Caribe; por el sur, con el Valle del Cauca; por el oriente, con este

¹ Pérez, K. y Zabala, N. Tecnología apropiada [Artículo de Internet]. Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo. [Sitio Internet]. <http://dicc.hegoa.efaber.net/listar/mostrar/214>. [Consulta: enero de 2006]

² Schumacher, E. F. *Lo pequeño es hermoso*. Barcelona: Editorial Orbis, 1983.

mismo departamento, Antioquia y Risaralda; y por el occidente, con el océano Pacífico.

El clima es el más húmedo del país, con precipitaciones que superan los 9.000 milímetros al año. Los altos niveles de humedad favorecen el desarrollo de una exuberante vegetación selvática y ríos de gran caudal.

Las lluvias caen todo el año; sólo se nota una disminución en los meses de febrero y octubre en el sector norte y en los tres primeros meses en el sur. Las temperaturas más altas se registran en los valles con un promedio de 27° C. como mínimo. En Quibdó, la radiación solar promedio del mes de menor radiación (diciembre) es de 11.1 MJ y con 12 días de autonomía (días sin sol) promedio por año... medido en la estación solar y meteorológica de la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba", ubicada en Quibdó (05° 43' Norte & 76° 37' Oeste, 53m).

En los litorales del océano Pacífico y del mar Caribe, la fisonomía marina contrasta con el paisaje de la selva con accidentes como el cabo Corrientes y el golfo de Urabá.

El Chocó cuenta, además de su riqueza biogeográfica, con gran variedad étnica. Junto a los afrocolombianos, que corresponden aproximadamente al 90% de la población chocoana, conviven tres grupos indígenas (emberá, waunana y tule) ubicados en 75 resguardos, convirtiéndolo en el departamento con mayor número de territorios indígenas¹.

La población que habita el territorio chocoano representa 0.99% del total del país. Lo que significa una densidad de población baja, de 7.27 hab./km².

El Chocó es un departamento de vocación rural. Sus pobladores se concentran en un 67% en las áreas rurales y en un 33% en las cabeceras municipales. El escaso poder adquisitivo de sus ciudadanos, al que se suman la baja cobertura de

¹ Periódicos Asociados Ltda. Colombia, tierra de mil colores. Bogotá: Editorial MNR Comunicaciones, 2003.

servicios públicos y las difíciles condiciones climáticas, ubican al departamento entre los de más baja calidad de vida del país¹. “El índice de calidad de vida de la población es de 27.9%, siendo el nacional 39%, el NBI es de 82.8% frente al nacional de 45.6%, en su totalidad todos los municipios están por debajo del cubrimiento de servicios básicos”².

La mayoría de la población afrocolombiana y rural se mueve por el territorio gracias a la navegación fluvial.

Entre las poblaciones de cara al Pacífico, a 178 Km de Quibdó, se encuentra Bahía Solano, dotada con aeropuerto y una mínima infraestructura turística. La pesca, la observación de ballenas jorobadas y aves migratorias, los vívidos colores de sus casas y sus playas, son los principales atractivos.

Al norte, en el Caribe chocoano, está Capurganá, con buenos servicios hoteleros, y que junto a Sapzurro son los destinos turísticos más conocidos.

En la tabla 1.4 se muestran algunos datos sociodemográficos del departamento del Chocó.

¹ Periódicos Asociados Ltda. Op. Cit.

² Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ. Plan de acción trienal 2004 – 2006. [Artículo en Internet]. <http://www.codechoco.com>. [Consulta: agosto de 2005]

Tabla 1.4. Datos Departamento del Chocó.

<p>CAPITAL: Quibdó</p> <p>SUPERFICIE: 46.530 km² (4.07% de la superficie del país)</p> <p>POBLACIÓN: 416.318 habitantes.</p> <p>ENTIDADES ADMINISTRATIVAS: 21 municipios, 147 corregimientos</p> <p>ECONOMÍA: Servicios gubernamentales, minería y explotación maderera, agricultura (plátano, maíz, arroz)</p> <p>INDICADORES SOCIALES: 38.3% de analfabetismo en población mayor de 5 años (la más alta del país). 28.8% de la población tiene una necesidad básica insatisfecha.</p> <p>MUNICIPIOS: Quibdo, Acandí, Alto Baudó (Pie de Pató), Bagadó, Bahía Solano (Ciudad Mutis), Bajo Baudó (Pizarro), Bojayá (Bellavista), Condoto, El canto de San Pablo (Managrú), El Carmen, Itsmina, Juradó, Litoral del San Juan, Lloró, Novita, Nuquí, Riosucio, San José del Palmar, Sipí, Tadó, Unguía.</p>

Fuente: Periódicos Asociados, 2003

1.1.4 Características del municipio de Acandí

El municipio de Acandí está ubicado en el extremo norte del departamento de Chocó, en el noroccidente de la República de Colombia, y es fronterizo con la República de Panamá.

Sociogeográficamente, Acandí hace parte del Urabá chocoano y biogeográficamente es una franja costera del Darién, Caribe colombiano. La población originalmente ha ido conformándose a partir de un sustrato afrocolombiano ubicado en la zona desde la época colonial, a la cual se han agregado oleadas migratorias, provenientes principalmente de los departamentos de Córdoba y Bolívar, siendo muy limitada actualmente la presencia de indígenas cuna y emberá, habitantes tradicionales de la región.

En esta zona se encuentra también el grupo poblacional denominado chilapos, originarios de Córdoba, y cuya designación hace referencia a la mezcla que se dio entre los indígenas zenú y la gente negra. Los otros grupos que se encuentran en

menos proporción en la región de Acandí son los paisas y un sector aún más reducido de migrantes del interior del Chocó.

El municipio de Acandí tiene un total de 11.319 habitantes, entre la cabecera y zonas rurales, según datos del Departamento Nacional de Estadísticas - Dane del 2005, de los cuales, ninguno tenía suscripción a energía eléctrica en el 2003¹.

Particularidades de la Cultura Alimentaria

Los resultados de estudios anteriores sobre la seguridad alimentaria en Acandí, como el expuesto en la revista de antropología de la Universidad de Antioquia², muestran diversos factores que ayudan a la configuración de una cultura alimentaria, y por ende, a definir parámetros de diseño de productos para transformación y conservación de alimentos.

Estos factores son:

- a. La selección de un conjunto de alimentos básicos (principales o secundarios)
- b. El uso frecuente de un número característico de sabores.
- c. La elaboración típica (por ejemplo: cortando, cocinando) de estos alimentos.
- d. La adopción de una variedad de reglas referentes a la aceptabilidad y combinación de alimentos, las comidas festivas, el contexto social de las comidas y los usos simbólicos de los alimentos.

Además, la cultura alimentaria tiene una relación directa con la consecución, transformación, consumo, manejo y distribución de éstos en un contexto particular que condiciona también muchos factores socioculturales, el transporte, agricultura, ganadería, pesca, comercio y turismo.

¹ Upme @, 2005.

² Marín Marín, G.; Álvarez de Uribe, M. y Rosique Gracia, J. Cultura alimentaria en el municipio de Acandí. En: *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, Medellín, 2004; 18 (35): 51-72.

El acceso y las posibilidades de movilidad o comunicación limitan considerablemente el tipo de productos que salen y entran a la región. Respecto al transporte, el principal medio de transporte de pasajeros de la región es el marítimo, el cual se utiliza para llegar desde Turbo a la región y para ir desde la cabecera municipal (Acandí) hasta los principales corregimientos: Capurganá, Sapzurro y San Francisco. Este desplazamiento debe hacerse en panga (lancha), aunque también existe una carretera destapada desde Acandí hasta los poblados de Caleta, San Miguel y Peñaloza. También llegan a la zona dos barcos transportadores de mercancías que realizan el viaje una vez por semana, procedentes de Turbo y Cartagena. Por otra parte, existen dos aeropuertos ubicados en Capurganá y Acandí.

Muchos de los productos usados por los pobladores de la región son llevados por los barcos, y pedidos a través de tiendas o directamente desde las pocas líneas telefónicas, dos en el caso de San Francisco. Esta situación hace que artículos como verduras, papas, algunos granos y frutas, entre otros, sean más costosos que en el interior.

El bajo poder adquisitivo de la población para estos artículos, la estacionalidad de las cosechas y los recursos marinos, además de la problemática del orden público que afecta a los agricultores y ganaderos, son factores determinantes de la inseguridad alimentaria de la zona y de la precariedad del desarrollo de la producción de alimentos¹.

En cuanto a la actividad comercial, está centrada en Acandí, Triganá, Capurganá y Sapzurro, mientras que el mayor movimiento de turistas lo presentan estos últimos tres corregimientos y San Francisco, donde el turismo es la mayor fuente de ingresos.

El turismo de este sector no tiene la importancia del subsector norte, pero avanza mediante el llamado turismo ecológico, con hosterías y zonas de camping en la

¹ Marín Marín, G. Op. Cit.

bahía de Triganá, “la Aldea del Arte”, San Francisco, y la Reserva Integral de Sasardí, por iniciativa de personas del interior del país¹.

La consecución de alimentos depende de la temporada de cosechas, las épocas de lluvia y la maretá (oleaje fuerte). Las frutas como el mango, el aguacate, el borojó, las guayabas, la piña, el marañón y el carambolo son abundantes en tiempos de cosecha. Otras como la papaya, la guanábana, el coco, el banano y el limón son de cosecha permanente, pero a veces se ven afectadas por factores como la sequía, que retrasan o reducen las cosechas.

Cuando abundan, algunas frutas se convierten en desperdicio debido a su difícil conservación, lo cual representa una gran pérdida de alimentos para los habitantes.²

Sobre la cultura alimentaria en Acandí, los estudios mencionados sugieren un patrón de tipo costeño influenciado por la cocina típica del interior, especialmente de Antioquia. Se caracteriza por: el pescado, el plátano, el arroz, el coco y los condimentos, que incluyen el tomate, la cebolla de huevo, el ajo, el ají dulce, el caldo de gallina y la sal.

En menor proporción están el queso, la yuca, el ñame y el maíz; y en algunos hogares la carne de res, el pollo criollo (criado en la zona), la leche, frutas de cosecha, café, chocolate y azúcares³.

Entre los diferentes guisos se encuentran: los de pescado, de toyo, de cangrejo azul, de tortuga de río, de gallina y de las variedades de carne de monte como el pavón, la guagua, el armadillo, el ñeque y el zaino.

La mayoría de las veces el consumo de carne se da en situaciones donde el animal se puede repartir para varias personas, en fiestas o por encargo, es decir

¹ Jaramillo, D. Acandí, Chocombia. [Artículo de Internet]. <http://www.viajeros.com/diario-202.html> [Consulta abril de 2005]

² Arango, A. M. (Conversación personal, 3 de mayo de 2005), habitante San Francisco. Medellín.

³ Rosique et al. Seguridad Alimentaria y Nutricional en la población del municipio de Acandí. *En*: Informe de Investigación Medellín, Corporación Ambiental. Universidad de Antioquia. *Desarrollo y libertad*. Bogotá: Editorial Planeta, 1999. Citado por: Marín G. Cultura alimentaria y su relación con la seguridad alimentaria en el municipio de Acandí [Monografía de Antropología]. Universidad de Antioquia: 2004.

cuando puede ser consumido en su totalidad debido a las dificultades de conservación.

Transformación de Alimentos

Las bebidas más empleadas para acompañar el almuerzo pueden ser: limonada, refrescos en polvo, agua o jugo de frutas que estén en cosecha.

La preparación de los jugos se hace de manera manual, a través de ralladores, molinillos o jarras de plástico que incluyen una especie de mezcladores. Algunos jugos como de guanábana y mango se extraen solo con la mano, por lo tanto no se aprovecha toda la pulpa de la fruta. Diferente al caso del carambolo, al cual solo se debe golpear y luego presionar para obtener el líquido¹.

Para estas bebidas es esencial la consecución de agua potable, para lo cual recurren a hervir el agua, por medio de calor de leña, recolectada de quebradas, ríos ó acueducto para quienes cuentan con este servicio. En algunas ocasiones potabilizan el agua por medio de pastillas purificadoras o gotas de cloro.

La cocción se realiza en tradicionales fogones de leña fabricados con barro o nidos de termitas. Su uso más frecuente es para fritos, arroz, caldos, hervir agua, y entre los paisas, para hornear pan.

En cuanto a la conservación, se han adoptado diferentes técnicas porque muchas familias no pueden acceder a la refrigeración debido a que esta zona no está conectada a ninguna red eléctrica. En el caso de la conservación del agua “potable” se hace mediante el almacenamiento en recipientes de barro.

En algunas veredas, entre ellas, San Francisco, sólo algunas familias o negocios poseen planta eléctrica de gasolina.

¹ Arango, A. M. (Conversación personal, 3 de mayo de 2005), habitante San Francisco. Medellín.

Las técnicas y métodos de conservación de alimentos van desde el uso del salado de las carnes y pescado, hasta el consumo rápido de los alimentos para evitar su descomposición:

- a. Secado del pescado al sol, se agrega limón o sal y puede durar hasta 8 días.
- b. El ahumado de las carnes, sobre todo las de monte, que además mejora el sabor.
- c. Fritar, se usa mucho con el pescado, sólo dura hasta el día siguiente.
- d. El remojo y enterrado de la yuca, para tratar de conservarla en la humedad. Solo sirve hasta 8 días.
- e. La refrigeración compartida de carnes, pescados, quesos, verduras y otros por parte de las pocas personas que tienen acceso a la energía eléctrica en la zona.

1.1.5 Definición del problema

Debido a que los habitantes de la región no cuentan con los suficientes recursos económicos para acceder a una fuente de energía eléctrica, y por ende a métodos de transformación y conservación de alimentos como refrigeradores, licuadoras, procesadores, extractores de jugos, purificadores de agua, entre otros electrodomésticos; .este proyecto pretende ayudar y proponer soluciones de tipo tecnológico por medio del uso de métodos alternativos y más apropiados.

Por causa del bajo poder adquisitivo de la comunidad, el desarrollo de estos productos se define como un proyecto de interés social que busca mejorar condiciones de vida, un objetivo que supedita a él cualquier otro de índole económico en términos de ganancia o beneficios económicos.

Es indispensable entonces contar con el apoyo financiero, tecnológico y humano de entidades gubernamentales o no gubernamentales en especial para la viabilidad de producciones a gran escala.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Inicialmente existe una motivación académica para desarrollar el proyecto de grado ya que este representa un reto para el aprendizaje y la aplicación de nuestros conocimientos para el bienestar de la sociedad y más específicamente al sector rural de nuestro país.

Por otro lado, existe una motivación social que consiste en diseñar y desarrollar dos ideas de productos para comunidades que tienen limitadas las posibilidades de alimentación debido a que no cuentan con acceso a energía eléctrica.

Según datos proporcionados por el DANE y la UPME (Unidad de Planeamiento Minero Energético), sólo 22,66% de los 11.319 habitantes del municipio de Acandí cuentan con servicios de energía eléctrica.

Ahora bien, “La imagen que se tiene de las costas de las zonas húmedas tropicales es la de territorios exuberantes, zonas de abundancia, en donde los recursos están casi a la mano, y en donde las gentes obtienen con facilidad una amplia gama de alimentos sin mucho esfuerzo. Esta mirada olvida los factores limitantes a los que está sometida la población para su alimentación. El municipio de Acandí muestra muchos determinantes que condicionan su seguridad alimentaria, ya que es una zona con recursos marítimos, agrarios y silvestres cuyo aprovechamiento requiere desarrollar estrategias de supervivencia”¹....

Se busca entonces, proponer una solución práctica que genere mejores posibilidades para los habitantes de esta región con relación a la preparación de alimentos, donde se exploren diferentes maneras en el “hacer” de las cosas que lleven hacia una autonomía de la región con el resto del país.

Esta autonomía se representa en dejar de utilizar plantas eléctricas, baterías, pilas o paneles solares que aunque son soluciones importantes al problema de la ausencia de energía eléctrica no dejan de depender de los repuestos, la

¹ Marín Marín, G.; Álvarez de Uribe, M. y Rosique Gracia, J. Op. Cit.

disponibilidad de gasolina, operarios o de transporte para llevarlos desde Turbo hacia Acandí. La motivación se traduce, en este caso, en desarrollar un proyecto con miras al progreso de una región y en partir de una idea básica para comenzar a solucionar un problema que es mucho mayor.

Es decir, se busca que el Chocó, específicamente el municipio de Acandí, cuente con recursos tecnológicos apropiados para que la población mejore su calidad de vida y se pueda gestar un desarrollo sostenible de la región.

Por otro lado, existe en Acandí, un número significativo de colonos “paisas” quienes sienten la necesidad de tener productos que tenían antes en su cultura como refrigeradores, licuadoras, batidoras, estufas, entre otros. Porque aunque se han adaptado a las costumbres de la región, no pueden dejar a un lado lo que conocieron antes de llegar. “Los nuevos ocupantes siempre van a viajar con sus costumbres y prácticas: como casi siempre ocurre los nuevos colonos traían el paisaje de su tierra, el estilo de sus vidas, sus atavismos y sus costumbres”¹

Adicionalmente, se espera que el proyecto sirva como vínculo entre instituciones interesadas en el desarrollo de zonas con escasos recursos y los habitantes de la región. La idea consiste en desarrollar el proyecto con la intención de proponerlo a una entidad que pueda producirlo y comercializarlo. Que partiendo de este proyecto puedan surgir ideas para el desarrollo de esta zona y de muchas otras afectadas también por la falta de acceso al progreso que se tiene en otros lugares del país. (Progreso entendido como acceso a energía eléctrica o gas, comunicaciones como teléfono, Internet, agua potable, acueducto, alcantarillado, sistemas de salud, educación, cultura, ente otros)

¹ Fernández, A. Alas sobre la selva. Medellín: Editorial Mysterium, 1976. pp. 85. Citado en: Marín et al: 2004.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar dos productos que utilicen tecnologías apropiadas para el procesamiento de alimentos y la purificación del agua en comunidades del municipio de Acandí, Chocó. Esto con el fin de ampliar las posibilidades de preparación de alimentos de los habitantes de la zona, facilitar las tareas domésticas y proponer una solución adecuada para el contexto.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar un trabajo de campo en las veredas de San Francisco, Triganá y Río Ciego, con el fin de definir claramente las características de la población, identificar necesidades y deseos con relación al procesamiento de alimentos y conocer el contexto en el cual se usarán los productos diseñados.
- Investigar la situación actual de las frutas en el Chocó, así como del agua potable y las posibles tecnologías para su tratamiento.
- Investigar el estado del arte de tecnologías apropiadas para el procesamiento de alimentos y purificación del agua.
- Diseñar, desarrollar y construir dos productos con eficiencia energética, para obtener una solución tanto “amigable con el ambiente” como socialmente justa y económicamente viable.
- Considerar conceptos de diseño para la manufactura y el ensamble, estudiando las posibilidades que brinda el medio en relación a materiales y procesos factibles para el proyecto.

1.5 ALCANCE Y PRODUCTOS

- Documento Final del proyecto de grado.
- Artículo para la revista de la Escuela de ingeniería.
- Prototipos de dos sistemas de transformación de alimentos complementarios.
- Modelaciones en 3D y planos de ingeniería.
- Resultados del trabajo de campo.
- Presentación interactiva para sustentación del proyecto de grado.

1.6 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se combinaron herramientas de diferentes métodos, las cuales fueron seleccionadas según las necesidades del proyecto en sus diferentes fases.

Las etapas del proyecto se basaron en el “Proceso genérico de desarrollo del producto” de Ulrich¹, y la “Metodología proyectual” propuesta por Bruno Munari², las cuales parten de planteamientos globales del problema que se van precisando hasta obtener una solución.

Para complementar las etapas del proceso de diseño se emplearon herramientas de diseño conceptual y metódico, basadas en planteamientos para el desarrollo de productos de Nigel Cross³; con el fin de realizar un proceso completo en el cual se analizaron aspectos teniendo en cuenta las necesidades del usuario, las especificaciones del producto, el contexto, el funcionamiento, la manufactura, etc.

¹ Ulrich, K. y Eppinger, S. Diseño y desarrollo de productos. Boston: Ed. McGraw-Hill, 2003.

² Munari, B. ¿Cómo nacen los Objetos?: Apuntes para una metodología proyectual. Novena edición. Barcelona: Ed. GG Diseño., 1983

³ Cross, Nigel. Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley; 1995.

El proceso de diseño se muestra en la figura 1.2, donde se enuncian las fases de diseño. Estas son:

Fase 0 – Recopilación de información y planeación

En esta fase se organizó el proyecto, se planeó el trabajo de campo y la investigación. Se tomaron datos y se recogió información de manera muy general, se definió lo macro del proyecto, es decir, se contextualizó.

Fase 1 - Desarrollo del concepto

En esta etapa se filtró la información recopilada durante las investigaciones y se definieron los parámetros a seguir durante el desarrollo del proyecto. Se redefinió el PDS y se tomaron decisiones sobre el rumbo que siguió el proyecto.

Fase 2 - Diseño a nivel de sistema

Luego de generar alternativas y evaluarlas se definieron el funcionamiento y la forma de los productos.

Fase 3 - Diseño de detalles

En esta etapa se realizó un refinamiento del diseño y se especificaron materiales, y acabados. Se realizaron planos del producto y se fabricaron los prototipos.

Figura 1.2. Esquema del proceso de diseño

		ACTIVIDADES	CAPÍTULOS
FASE 0	PLANEACIÓN	Descripción general de la idea Programación de las tareas Planteamiento de objetivos y alcance	Inicial
	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	Recolección en fuentes primarias y secundarias	Trabajo de campo Alimentos Estado del arte
FASE 1	DESARROLLO DEL CONCEPTO	Definición de requerimientos del producto Estudio formal de referentes Definición del concepto de diseño	Proceso de diseño
FASE 2	DISEÑO A NIVEL DE SISTEMA	Desarrollo del diseño conceptual Generación y selección de alternativas Definición de mecanismos	
FASE 3	DISEÑO DE DETALLES	Realización de cálculos de ingeniería Elaboración de planos Fabricación de prototipos	Conceptos de ingeniería
			Diseño de detalles

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cross, Nigel. Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley; 1995.

Munari, B. ¿Cómo nacen los Objetos?: Apuntes para una metodología proyectual. Novena edición. Barcelona: Ed. GG Diseño., 1983

Periódicos Asociados Ltda. Colombia, tierra de mil colores. Bogotá: Editorial MNR Comunicaciones, 2003.

Schumacher, E. F. Lo pequeño es hermoso. Barcelona: Editorial Orbis, 1983.

Ulrich, K. y Eppinger, S. Diseño y desarrollo de productos. Boston: Ed. McGraw-Hill, 2003.

ARTÍCULOS DE REVISTAS

Acevedo, C. A. Futuro de las energías renovables en Colombia. En: Revista Tecnológicas, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, 2000; (4): 99 – 124.

Cherni, J. Enfoque multicriterio para evaluar el funcionamiento de tecnologías de energía renovable en zonas rurales. En: Energética, Revista del Instituto de Energía, Facultad de minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2003; (30): 8 - 9.

Marín Marín, G.; Álvarez de Uribe, M. y Rosique Gracia, J. Cultura alimentaria en el municipio de Acandí. En: Boletín de Antropología Universidad de Antioquia, Medellín, 2004; 18 (35): 51-72.

ARTÍCULOS DE INTERNET

Castillo, J. Determinación de microorganismos [Artículo de Internet]. <http://www.monografias.com> [Consulta agosto de 2005]

Chirgwin, J.C.. Los animales de trabajo y el desarrollo sostenible. [Artículo de Internet]. <http://www.fao.org/documents/> [Consulta: Abril de 2006]

Colombia, Presidencia de la Republica. Decreto 475 de 1998, Marzo 10, por el cual se expiden normas técnicas de la calidad del agua potable. [Artículo en Internet]. <http://www.presidencia.gov.co/decretoslinea/index.htm> [Consulta: 12 marzo de 2006]

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ. Plan de acción trienal 2004 – 2006. [Artículo en Internet]. <http://www.codechoco.com>. [Consulta: agosto de 2005]

Jansen, A. y Stevels, A. Human power, a sustainable option for electronics. En: Simposio Internacional en Electrónica y Ambiente IEEE 1999, Boston, 1999. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/pes>. [Consulta: mayo de 2005]

_____ A. Human power: an environmental myth? En: Proceedings of the TMCE 2004, Lausanne – Suiza, 2004. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl7pes>. [Consulta: mayo de 2005]

Jansen, A.J. y Slob, P. Human power; comfortable one-hand cranking. En: Conferencia Internacional de Ingeniería de Diseño ICED 03, Agosto 19 – 21, Estocolmo, 2003. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/pes> [Consulta: mayo de 2005]

Jansen, A. Human powered energy systems in consumer products: challenges ahead. En: Conferencia Internacional de Ingeniería de Diseño ICED 99, Agosto 24-26, Munich, 1999. [Artículo en Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/pes> [Consulta: mayo de 2005]

Jaramillo, D. Acandí, Chocolombia. [Artículo de Internet]. <http://www.viajeros.com/diario-202.html> [Consulta abril de 2005]

Pérez, K. y Zabala, N. Tecnología apropiada [Artículo de Internet]. Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo. [Sitio Internet]. <http://dicc.hegoa.efaber.net/listar/mostrar/214>. [Consulta: enero de 2006]

SITIOS DE INTERNET

Latter @, 2006. <http://www.latter.karoo.net/Images/Hands.gif>. [Consulta junio de 2006]

Niosh @, 2006. Easy Ergonomics: A Guide to Selecting Non-Powered Hand Tools. <http://www.cdc.gov/niosh>. [Consulta junio de 2006]

PES @, 2005: Sistemas Personales de Energía. www.io.tudelft.nl/pes [Consulta abril de 2005]

Rae @, 2006. Diccionario de la Real Academia Española. <http://www.rae.es>.
[Consulta enero de 2006]

Upme @, 2005. Unidad de Planeación Minero Energética – UPME.
<http://www.upme.org.co> [Consulta Julio 2005]

Wikipedia @, 2006: Enciclopedia virtual gratuita. <http://www.wikipedia.org>
[Consulta Abril de 2006].

REFERENCIAS DE MEDIOS ELECTRÓNICOS

Enciclopedia Encarta. Microsoft Corporation, 2006 [DVD].

2. TRABAJO DE CAMPO

2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Como fue mencionado en el capítulo inicial, uno de los objetivos de este proyecto era descubrir las necesidades en la elaboración de alimentos de las comunidades del Chocó, principalmente del municipio de Acandí, a través de un trabajo de campo, y así, determinar las situaciones de diseño a resolver.

Siendo una cultura ajena a la cotidianidad de las investigadoras, la metodología utilizada se enmarcó en una rama de la antropología, llamada etnografía, que privilegia la observación y descripción de prácticas sociales de una cultura particular. Ha sido utilizada en innumerables ocasiones para explicar movimientos sociales y culturas exóticas u olvidadas.

Un enfoque etnográfico es útil para la ingeniería de diseño de productos porque permite un acercamiento inicial a problemas y situaciones de diseño en culturas desconocidas; además, complementa futuras investigaciones de mercados y favorece información precisa cuando se desea profundizar en las necesidades de un usuario y contexto determinados.

Como propone Rosana Guber¹, existen dos corrientes de pensamiento, objetiva/positivista o subjetiva/naturalista, que determinan el enfoque, el método, la actitud del investigador y el texto del trabajo de campo.

La corriente positivista se basa en la medición cuantitativa para proveer resultados verificables, objetivos y generalizables que permitan establecer leyes que expliquen una práctica particular. Mientras que la corriente del pensamiento

¹ Guber, R. La etnografía: Método, campo y reflexividad. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2001.

subjetivo pretende una interacción y participación con la cultura para percibir la lógica de los acontecimientos según los actores sociales¹.

Estas dos formas de pensamiento tienen igual validez en los estudios culturales, y la apropiación de uno u otro dependerá de las características y objetivos de la investigación.

Este proyecto se enmarcó en un enfoque subjetivo donde métodos de investigación cualitativa como la observación y participación eran los más indicados para explorar necesidades dentro de una comunidad con la que no se estaba familiarizado y donde se desconocían los códigos lingüísticos y de comportamiento. “De acuerdo con Ditcher, cuando no se comprende en forma adecuada el comportamiento subyacente de interés, la simple cuantificación no lleva a resultados significativos”².

En investigación de mercados, correspondería al tipo de investigación exploratoria, la cual “se caracteriza por la flexibilidad y versatilidad de sus métodos” y sirve para propósitos como la formulación de problemas, definición más precisa de los mismos, ganar comprensión para desarrollar un enfoque del problema, entre otros³.

Los resultados en este tipo de enfoque propuesto se presentan como un relato de las condiciones de la zona, en este caso referentes a la transformación de alimentos, que puede corresponder, según Guber⁴, a descripciones que reproducen la realidad estudiada, interpretaciones construidas a través del trabajo o configuraciones de la realidad a través de la descripción misma, retomando aportes de la comunidad, narrando y dándole el sentido propio desde el punto de vista del usuario.

¹ Guber, Rosana. Op. Cit.

² Malhotra, Naresh. Investigación de mercados: un enfoque práctico. México D.F.: Editorial Prentice-Hall, segunda edición, 1997. p. 164

³ Ibíd.

⁴ Guber, Rosana. Op. Cit.

Para lograr esto, se cuenta con diferentes métodos, técnicas o instrumentos de recopilación de información que ayudan a convertir la investigación en ese relato que da cuenta del devenir de la cultura estudiada.

El desarrollo de la metodología va desde la recopilación de reportes o historias de informantes clave y la explicación e interpretación de acontecimientos desde un punto de vista externo; hasta el trabajo de campo dentro de una cultura para basar la descripción de prácticas culturales y sociales desde la perspectiva de los nativos.

En este sentido, Malinowski¹ distingue tres tipos de material que se obtienen de diferentes métodos:

- a. Documentación estadística para acercarse al *esqueleto* de la sociedad, a su estructura básica.
- b. Observar en detalle las prácticas de rutina, acercarse a las personas para descubrir los *imponderables de la vida cotidiana y el comportamiento típico*.
- c. Reconocer la mentalidad de los nativos para comprender su *punto de vista*.

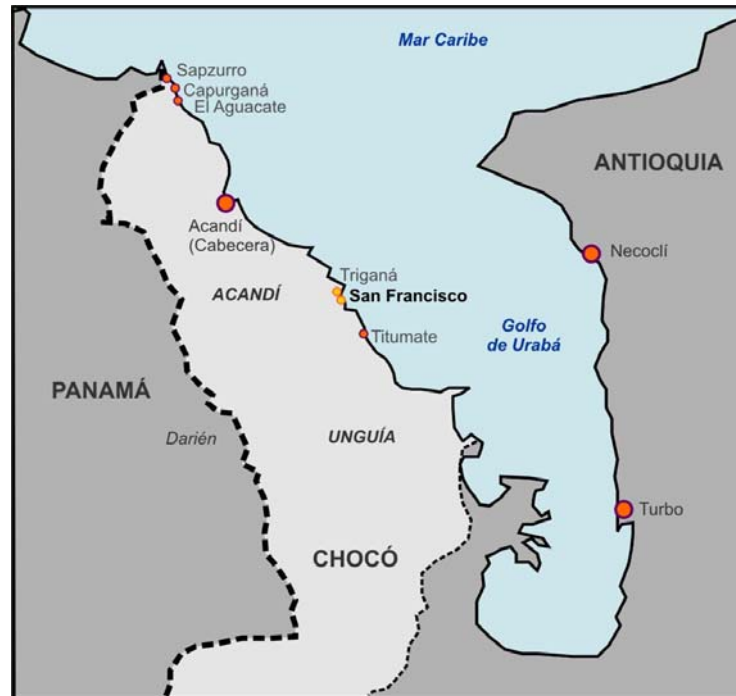
De esta manera, la información secundaria del departamento del Chocó, expuesta en el capítulo anterior, corresponde a un primer acercamiento a la estructura de las comunidades objeto de estudio; y el trabajo de campo realizado, a la observación y reconocimiento de las necesidades en el procesamiento de alimentos.

La información obtenida se recolectó específicamente en el corregimiento de San Francisco y las veredas de Río Ciego y Triganá, pero se hicieron observaciones adicionales en Capurganá, El Aguacate y Sapzurro. Estas localidades hacen parte del municipio de Acandí y su ubicación se puede apreciar en la figura 2.1.

Esta información se recopiló durante el mes de julio de 2005. En este período se recogieron datos con 25 familias de la región, tanto de nativos como de colonos.

¹ Malinowski, B. La antropología como ciencia. Barcelona: Ediciones Anagrama, 1975. Citado en: Guber, R. La etnografía: Método, campo y reflexividad. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2001.

Figura 2.1. Municipio de Acandí – Chocó.



Fuente: Elaboración propia (Diario de campo, julio de 2005)

Las técnicas utilizadas para recopilar información en el trabajo de campo, reconocidas en la etnografía¹, y algunas en los métodos de investigación de mercados*, fueron:

- a. *Informante clave*, habitantes que permitieron un mejor acercamiento con la comunidad, los cuales han vivido largo tiempo en la zona y tienen buenas relaciones con las dos culturas, nativa y *paisa*. Ver anexo A con lista de informantes clave.
- b. *Observación participante*, realizando una interacción con la comunidad mediante la socialización y la práctica de actividades cotidianas. Esta técnica fue útil para la apropiación de términos y códigos locales de

¹ Guber, Rosana. Op. Cit.

* Algunos procedimientos de la investigación cualitativa en la investigación de mercados son: sesiones de grupo, entrevistas en profundidad y técnicas proyectivas de asociación, terminación, construcción y expresivas. (Malhotra: 1997, p. 165)

comportamiento, para facilitar la comunicación entre las partes y comprender mejor el fenómeno estudiado, la transformación de alimentos. El acercamiento a la comunidad se posibilitó además por medio del intercambio de ropa usada y alimentos, propiciando el diálogo espontáneo, y la oportunidad de ver directamente las prácticas cotidianas en la cocina.

- c. *Entrevista no dirigida*, por medio de preguntas abiertas y comentarios no estructurados, que se dirigían al responsable de la preparación de la comida en el hogar (generalmente mujer), se promovió el surgimiento de diálogos cotidianos donde la persona relacionaba los temas según las preguntas o las prácticas de preparación realizadas en el momento de la entrevista.

El tema central se basó en la transformación de los alimentos, principalmente frutas y agua, registrando los procedimientos y los objetos asociados a actividades como cocción, preparación y purificación. La guía de preguntas y las fichas de cada entrevista se encuentran en el anexo B y C.

- d. *Diarios de campo*, que incluyeron todas las anotaciones necesarias sobre eventos del día, comentarios de personas, conversaciones paralelas con otras personas, y todo lo observado sobre el tema investigado.

La información reunida a través de las herramientas enunciadas se organizó y se clasificó en los temas centrales de la propuesta de diseño y desarrollo: cocción, preparación de alimentos y purificación de agua.

2.2. RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO

Llegando al puerto de San Francisco, en *panga* desde Turbo, se observó un ambiente todavía virgen frente a la modernización. La energía eléctrica sólo se percibe en la noche, de las seis de la tarde hasta las diez de la noche, por la

música en las discotecas, y la iluminación en tiendas y algunas casas del pueblo y alrededores.

El uso de energía solar, según los informantes clave, se reconoce en aproximadamente 10 casas con el uso de baterías cargadas a través de paneles fotovoltaicos. Por otro lado, en una familia utilizan la energía eólica para complementar la energía solar y disfrutar comodidades como computador, plancha, licuadora, DVD o televisor. Pero de algo no hay duda, las velas fueron imprescindibles y la leña abundó en la cocina de todos los habitantes.

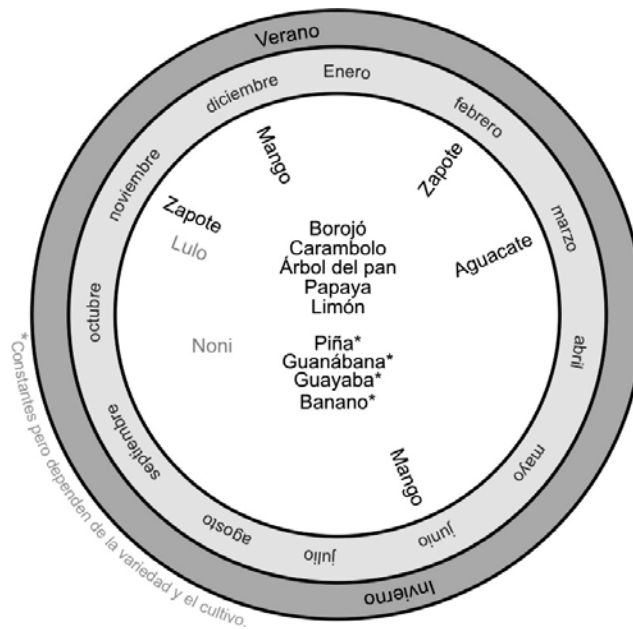
En cuanto a los alimentos, la cosecha de mango proporcionó una idea de la problemática con las frutas que, por falta de medios de conservación y almacenamiento o ideas para aprovecharlas de manera diferente, terminan pudriéndose en los caminos.

Las frutas comunes en la región, algunas silvestres y otras cultivadas son: guayaba, carambolo, aguacate, borjón, papaya, papayuela, zapote, lulo, caña, guanábana, coco, limón, árbol del pan, piña, banano, plátano y noni, éste último cultivado para la exportación (Entrevistas y diario de campo, San Francisco, 2005). En su mayoría son frutos blandos, aptos para la fabricación de jugos, compotas o derivados.

Para conseguir los alimentos cuando escasean u otros no disponibles, se pueden pedir a Turbo, sin garantías y a costos más elevados que en la ciudad.

Las épocas de cosecha de las frutas varían según su tipo, la forma de cultivo y la variedad de cada especie. Esto se puede apreciar en la figura 2.2.

Figura 2.2. Temporada de cosecha de frutas.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen en detalle las actividades de cocción, preparación y purificación:

2.2.1. Cocción de alimentos

Para la cocción de alimentos se encontraron tres objetos mostrados en la figura 2.3: fogones de leña fabricados en barro, estufas de gas y pequeños hornos de carbón elaborados con nidos de termitas.

Los fogones de barro acumulan calor producido por la combustión de leña o carbón, son elaborados con recursos locales de manera artesanal y sus beneficios son: menor costo que las estufas de gas y rapidez en la cocción de los alimentos.

Generalmente las brasas siempre están ardiendo para facilitar el encendido al momento de cocinar y a su lado se tiene dispuesto un espacio para almacenar la leña en estado seco.

Las principales comidas se cuecen en este tipo de fogón: arroz, fritos, sopas, agua hervida, chocolate, entre otros.

Figura 2.3. Productos para la cocción de alimentos



*a) y b) Estufas de gas. c) Horno/fogón fabricado con nido de termitas.
Fuente: Fotografías, elaboración propia.*

Las estufas de gas han sido traídas desde otros lugares fuera de la zona. Resultan costosas para la preparación de comidas de gran volumen, por lo que se utilizan principalmente cuando no se requieren altos niveles de temperatura para la cocción. Las pipetas se deben llevar desde Turbo en el barco de mercancías, que viaja una vez por semana, y tienen un costo de \$1.000/libra* (Víctor Vélez, entrevista julio 2005)

Los hornos elaborados con nidos de termitas tienen las mismas ventajas que los fogones de barro, por lo que a veces también se fabrican fogones en este material.

* Todos los precios enunciados en este proyecto son del año 2005.

Como hornos, se utilizan con menos frecuencia y su combustible es el carbón, también transportado desde Turbo. Su uso se limita a ocasiones y recetas especiales horneadas o asadas al carbón, como pan y pescado.

2.2.2. Preparación de alimentos

Las observaciones en la preparación de los alimentos estuvieron centradas en la manera como se procesan las frutas y los elementos utilizados para estas actividades.

Sólo cinco familias, en San Francisco y Río Ciego, con acceso a la planta eléctrica, tenían en sus cocinas algún electrodoméstico para facilitar esta tarea. En Triganá son comunes en hoteles y restaurantes, pero alejándose de la playa y el turismo, las familias no tienen acceso a energía eléctrica y los electrodomésticos se contemplan como comodidades fuera del alcance (Maribel Chamorro, entrevista julio 2005).

Acerca de los objetos observados, se resaltaron las máquinas de moler, de uso común para la elaboración de tortas de choclo y leche de soya, ralladores, molinillos, picatodo manual y otros aparatos como licuadoras o cafeteras que habían sido corroídos por el salitre y desgastados por el paso del tiempo. Algunos electrodomésticos han sido adaptados para trabajar a 12V, como comenta Jennifer Chancí, “licuadoras a las que les instalan un motor de parabrisas para que funcionen con la energía del panel”.

Al preguntar cuál electrodoméstico le gustaría tener en su cocina, todos los entrevistados respondieron que una licuadora, ya que para la mayoría, la transformación de las frutas está supeditada al uso de ralladores comunes, ralladores de coco, mazos, tenedores, molinillos e incluso la propia mano.

Algunos de los objetos registrados se presentan en la figura 2.4.

Figura 2.4. Objetos registrados en el trabajo de campo



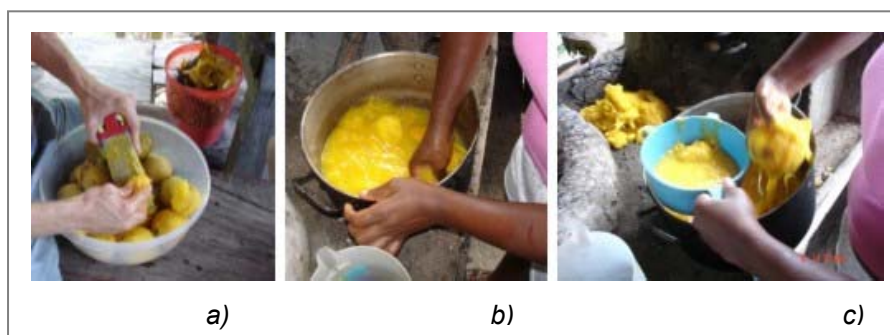
Fuente: Elaboración propia.

En general, la elaboración de un litro de jugo tiene una duración entre 15 – 30 minutos. Los procedimientos investigados de cada fruta se indican a continuación.

Mango: (Ana Elvira Ramírez – Estela Restrepo)

Se debe pelar primero. Si no está bien maduro es más fácil rallar la fruta, pero si la consistencia es blanda se puede exprimir con la mano. Luego se cuela y se le van agregando agua y azúcar. Ver figura 2.5.

Figura 2.5. Preparación del jugo de mango



a) Por rallado, b) Con la mano. c) Colado del bagazo. Fuente: Fotografías, elaboración propia.

Borojó y Guayaba: (Ana Elvira Ramírez - Emma Mejía)

Se pela y se machaca en un poquito de agua con ayuda del molinillo, “como si fuera una licuadora”. Al terminar se le agrega el agua que falte y azúcar.

Piña: (Ana María Arango)

Aunque se prefiere como alimento sin preparación, algunas personas producen jugo rallando la fruta. Debe colarse y se le agrega agua y azúcar al gusto.

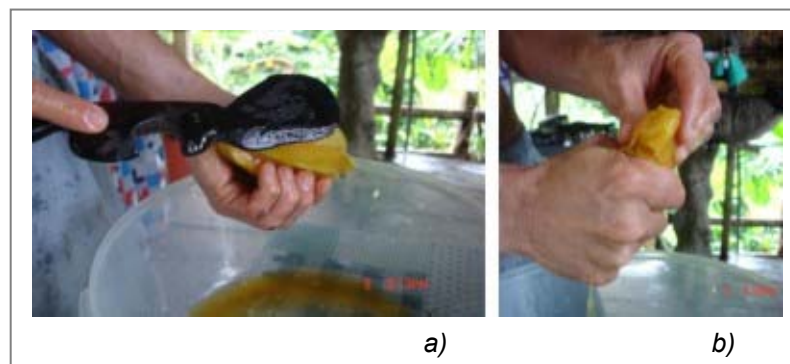
Guanábana: (Ana Elvira Ramírez)

Se pela y se exprime la pulpa carnosa con la mano. Se cuela si se quiere y se le agrega agua y azúcar.

Carambolo: (Víctor Vélez)

Sin pelar se le dan pequeños golpes en las aristas del interior de la *estrella*, para ablandar la fruta sin destrozarla. Luego se retira la punta inferior y se presiona para extraer el zumo. Se debe agregar una buena cantidad de azúcar porque es una fruta ácida.

Figura 2.6. Preparación del jugo de carambolo.



*a) Se golpea para ablandar la fruta. b) Se presiona para extraer el zumo.
Fuente: Fotografías, elaboración propia.*

Lulo: (Emma Mejía)

Se pela y se machaca con un tenedor si está muy duro. Luego con el molinillo se termina de desintegrar la fruta y se mezcla bien con el agua y el azúcar.

Plátano: (Ana Elvira Ramírez)

Se prepara en coladas para los niños. Se pela y se ralla. Se agrega agua y se pone al fuego en una olla. Se cuele.

Arroz: (Kendri Mejía)

El arroz que se cultiva cerca de Titumate debe ser pilado en tradicionales trilladoras de madera, como se muestra en la figura 2.7, golpeando los granos y soplando el afrecho o cascarilla, con abanicos.

Figura 2.7. Piladora manual de arroz.

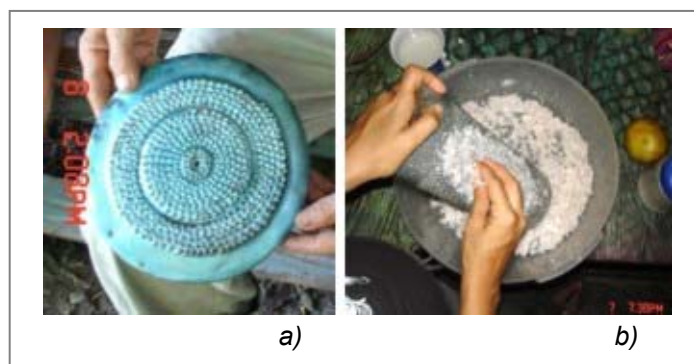


Fuente: Fotografía, elaboración propia.

Coco: (Francisco Jiménez)

Para el rallado del coco se utilizan superficies metálicas con agujeros pequeños y afilados, hecho con clavos y formando un círculo o espiral. Algunos se fabrican localmente, otros son comprados en Turbo.

Figura 2.8. Ralladores artesanales de coco.



a) Rallador fabricado en San Francisco. b) Rallador comercial.
Fuente: Fotografía, elaboración propia.

Otras preparaciones:

En dulces se preparan alimentos como papaya verde, flor de Jamaica, coco, guayaba, piña, árbol del pan, carambolo, borjój, guanábana, mango maduro y mango viche. También son comunes los vinos de carambolo, borjój y jengibre.

Algunas de estas frutas deben ser procesadas antes o después de la cocción para mejorar las propiedades de la preparación.

Los dulces, conservas y vinos, además de brindar una oportunidad comercial para la generación de ingresos, son la mejor manera de conservar por largo tiempo las cosechas y acceder a ellas cuando escasean.

2.2.3. Purificación de agua

El agua potable fue tomada en esta investigación como alimento primordial de las comunidades humanas.

En las localidades visitadas, el agua del acueducto provenía de las cuencas de ríos cercanos, el río Ciego y el río Sardí. Las familias que no están conectadas al acueducto, que son las más aisladas, recogen el agua directamente de las quebradas con canecas, o con arietes para lugares en colinas. Cuando el agua

escasea en verano, las familias conectadas también deben buscar el suministro de agua con canecas o contenedores de gran tamaño.

Las fuentes de agua están libres de agentes químicos porque no hay plantaciones que requieran fumigación. Sin embargo, el agua del acueducto no recibe ningún tratamiento para hacerla potable antes de llegar a las casas, y por lo tanto son las familias las que deben tratar el agua a consumir, contra parásitos y sedimentos, sobre todo cuando llega turbia.

Los nativos suelen tomar agua cruda, directamente de la llave, excepto los bebés y los niños. Los nativos tienen una flora intestinal un poco más resistente que la de los paisas, pero no están libres de contraer enfermedades a través del agua (Entrevista a la promotora de salud, julio 2005). Por esta razón, se han hecho campañas integrales de saneamiento ambiental en un programa local llamado Futuragua, que a través de la Corporación Penca de Sábila están capacitando a las familias en métodos de potabilización del agua con desinfección solar, Sodis (Solar Disinfection). Ver anexo D.

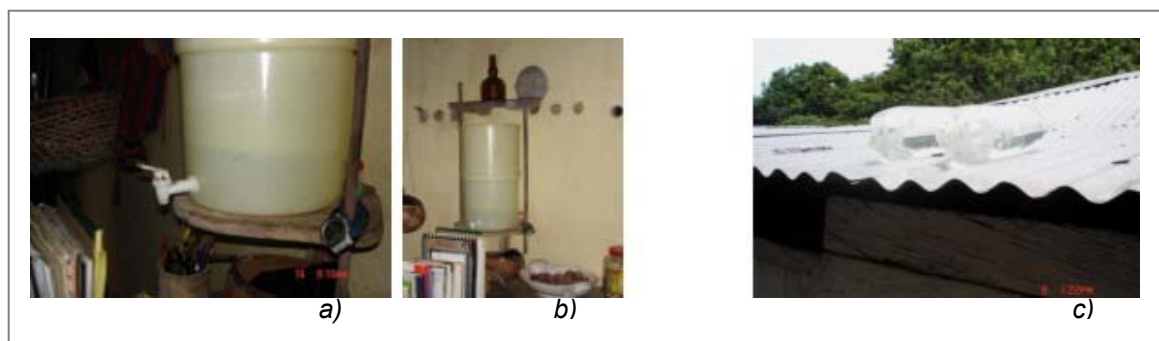
Doña Olga Benítez, quien dirige el Centro de Atención Infantil (CAI), comentó que antes utilizaba pastillas de cloro para el agua que suministraba a los niños, pero estaba ensayando el método Sodis con buenos resultados. Y así como ella, algunas personas han ido adoptando esta manera de purificación que es menos costosa e igual de efectiva respecto a métodos tradicionales. Ver figura 2.9c.

Sin embargo, la consecución de botellas adecuadas para este método resulta una tarea compleja porque las tiendas de la zona pocas veces ofrecen bebidas en formatos no retornables y de alta capacidad, como las que promueve el método.

Los métodos más utilizados siguen siendo el hervido del agua en fogones de leña y la cloración, adicionando unas gotas por cada 20 litros. Ambos le confieren sabores particulares al agua que resultan desagradables para algunos. Como dice

Estela Restrepo: “uno debe primero filtrar el agua y después echarle unas gotitas de cloro, es que hervida no es buena para tomar”, refiriéndose asimismo al tiempo de acción del método de hervido, el cual es efectivo durante las primeras 24 horas. Se registraron pocas personas que utilizan filtros para sedimentos, principalmente porque el agua llega muy transparente casi todo el año. Un ejemplo de filtro se aprecia en la figura 2.9 a) y b).

Figura 2.9. Algunos métodos de purificación utilizados.



a) y b) Filtración de sedimentos. c) Desinfección solar. Fuente: Fotografía, elaboración propia.

2.3. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE CAMPO

El acceso a energía eléctrica es limitado en la región, tanto si proviene de plantas eléctricas como paneles solares. Las aplicaciones con energía solar, eólica y humana tienen un gran potencial por ser energías limpias que no implican impactos ambientales durante su uso, porque funcionan a partir de fuentes renovables directas que no requieren ninguna transformación, y porque son soluciones factibles que se pueden implementar en el corto plazo.

Sin embargo, las limitaciones en la consecución de tecnologías fotovoltaicas y eólicas suponen para la población una reducción de la autonomía energética al depender de productos y repuestos externos para la producción de energía en la zona.

Por esta razón, la energía humana, la fuerza de gravedad y la energía directa del sol constituyeron la fuente de energía para el desarrollo de las propuestas de diseño.

Por otra parte, se realizaron algunas conclusiones sobre las necesidades observadas y las situaciones de diseño a resolver, las cuales se enuncian a continuación.

En cuanto a la cocción de alimentos, la construcción de fogones tradicionales es una práctica común que no requiere mayores conocimientos para su aplicación. Es una tecnología apropiada para la zona porque tiene bajos costos y se aprovechan materiales locales, como barro o nidos de termitas, y leña para la combustión.

Sin embargo, pocos fogones y hornos tienen rejillas adecuadas para soportar ollas y sartenes, reduciéndose a varillas metálicas o malla de gallinero. Las tapas de las ollas se han convertido a su vez en el soporte de brasas de carbón para aplicar calor en la parte superior de los hornos. En este sentido, se concluyó que pueden diseñarse mejoras en los sistemas actuales para facilitar la manipulación de elementos calientes o hacer más eficiente el proceso de cocción, tanto en fogones como en hornos.

En la preparación de alimentos se resaltó la importancia de las frutas en la cultura alimentaria por ser un recurso abundante durante el año. Dicha abundancia trae consigo un porcentaje de desperdicio en algunas cosechas cuando la demanda es baja, pero que se reduce en temporada alta cuando los turistas estimulan el comercio y los habitantes de la zona ofrecen más jugos, dulces, mermeladas y vinos.

En estas prácticas se observó como necesidad principal un producto que transforme las frutas en jugo, ya que estos procesos son completamente manuales y toman mucho tiempo. Este aspecto fue evidente cuando las personas

entrevistadas sugirieron como preparaciones más fáciles, aquellas de frutos blandos como guanábana y mango.

Además, como tareas diarias que deben realizarse previas al consumo, para evitar la descomposición de las frutas, deben repetirse en el día según las demandas de consumo. Por lo anterior, se concluyó además la necesidad de métodos de refrigeración y conservación con fuentes de energía alternativa.

Otras posibilidades de diseño de productos para mejorar la calidad de vida de los chocoanos en la preparación de alimentos, se encontraron en la realización de tareas como el pilado de arroz y rallado de coco.

El coco es una fruta dura que requiere ralladores especiales de orificios pequeños y afilados. Sobre todo entre los colonos, se designó esta tarea como difícil de realizar, porque hay que ejercer una fuerza considerable tratando además de no cortarse.

Por último, productos para garantizar el suministro de agua fueron señalados como ideas potenciales para desarrollar. Por un lado, productos para el transporte y la consecución de agua desde la fuente hasta el hogar, logrando que lugares en altas colinas, aislados o sin servicio de acueducto, puedan aprovechar este recurso en cualquier época del año de manera constante, efectiva y fácil.

Por otro lado, se percibió la necesidad de generar productos para la purificación del agua cruda, tanto más para inhibir bacterias y parásitos causantes de enfermedades que para la filtración de sedimentos. Son productos que están adquiriendo mayor importancia debido al incremento en la conciencia de los riesgos del consumo de agua contaminada.

De este panorama de opciones adquirido en el trabajo de campo se decidió la dirección del proceso de diseño y desarrollo de los productos hacia la preparación de frutas en jugo y tratamiento de agua a nivel doméstico, ya que representan una

oportunidad para la generación de ingresos en temporadas turísticas, facilitan las tareas del hogar, y comprometen la salud y el bienestar de las personas.

De esta manera, la investigación permitió orientar la búsqueda de información secundaria, tomar decisiones de diseño más precisas sobre las ideas a desarrollar y reconocer características importantes del contexto y los usuarios de los productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guber, Rosana. La etnografía: Método, campo y reflexividad. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2001. 146 p.

Malhotra, Naresh. Investigación de mercados: un enfoque práctico. México D.F.: Editorial Prentice-Hall, segunda edición, 1997. 890 p.

3. AGUA Y FRUTAS: CARACTERÍSTICAS EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

En este capítulo se analizó la situación y algunas características del agua y las frutas en el departamento del Chocó, ya que son elementos importantes para el desarrollo de los productos y constituyen una necesidad de ser atendidos, en cuanto a su procesamiento o transformación.

3.1. SITUACION ACTUAL DEL AGUA EN EL CHOCO

“El agua es fundamental para la vida y la salud. La realización del derecho humano a disponer de agua es imprescindible para llevar una vida saludable, que respete la dignidad humana. Es un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos.”

GINEBRA, 27 de noviembre de 2002

Comité de Derechos Económicos, Culturales y Sociales, de las Naciones Unidas

El departamento del Chocó está ubicado en la región del pacífico colombiano y es una de las zonas más húmedas del país, donde llueve entre 5 mil y 12 mil veces por año¹ debido a su posición geográfica en la zona de confluencia intertropical, al lado del océano Pacífico. Tiene grandes aglomeraciones de aguas continentales, ríos, depósitos naturales de agua y cantidades significativas de agua en forma de vapor o humedad. Sin embargo es una de las zonas del país donde existe una de las mayores deficiencias de agua potable. Solamente el 57%² de la población cuenta con agua potable durante todo el año, el resto de la población no cuenta con acceso continuo al recurso. El principal suministro de agua en la zona

¹ Hernández, Omar A., Problemas con el agua desbordan a Colombia. [Artículo de Internet]. <http://elpais-cali.terra.com.co/paisonline/notas/Marzo272005/A827N1.html> [Consulta: febrero de 2006]

² *Ibíd.*

proviene de la lluvia, pequeños ríos o arroyos que contienen una composición microbiana natural que puede verse afectada por factores externos, de lo cual depende su potabilidad.

La Defensoría del Pueblo presentó en el primer semestre del 2005 un informe titulado *Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua*¹ en el cual muestra la crítica situación en cuanto a la potabilidad del agua; En el departamento del Chocó fueron evaluados 8 municipios: Quibdó, Bahía Solano, Condoto, Unión Panamericana, Nuquí, Bagadó, Certeguí y Sipí; ninguno cumplió con los índices establecidos, lo cual trae a la comunidad grandes problemas de salud como parásitos intestinales y diarrea. Otros datos relacionados con la calidad del agua en el resto del país y en el mundo se pueden analizar en el anexo E.

3.1.1. Calidad del agua en Acandí

La corporación Penca de Sábila realizó pruebas de tipo microbiológico para conocer la calidad del agua que se consume actualmente en algunas zonas del municipio de Acandí. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 3.1.

De estos resultados se concluyó que el agua que recibe esta zona no es apta para el consumo humano y debe tratarse a nivel bacteriológico. La Corporación no realizó estudios de carácter físico-químico porque las fuentes de agua son relativamente puras, pero sí sugieren tratamientos físicos adicionales.

¹ Colombia, Defensoría del pueblo, Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua. Informe defensorial no. 39 – B, Actualización del Informe Defensorial No. 39. Bogotá: 2005.

Tabla 3.1. Análisis microbiológico en Acandí, Chocó.

PRUEBA	ACUEDUCTO		
	SAN FRANCISCO	SARDÍ	TRIGANÀ
NMP*	460	> 2400	> 2400
NMP termotolerables (E. Coli)	4	< 3	< 3
Abastecimiento	Parte alta del Río Ciego	Quebrada Sardí	Quebrada Sardí

Fuente: Organización Penca de Sábila, Entrevista.

3.2. ALGUNAS TECNICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA

Para que la calidad del agua sea apta para el consumo humano debe contar con unas condiciones físico-químicas y organolépticas¹ que aseguren su potabilidad, además de un control microbiológico de los sistemas de distribución. Estas condiciones son establecidas por la Presidencia de la Republica la cual expide normas técnicas de la calidad del agua potable. Ver anexo E.

Para tratar los problemas del agua existen diferentes métodos que pueden ser utilizados dependiendo de la calidad inicial del agua y del nivel de tratamiento que sea requerido: industrial o domestico. El tamaño y la cantidad de las partículas determinan el tipo de contaminación. Las características físicas de éstas, como el peso específico y la división entre grupos, establecen la categoría en la cual pueden estar presentes. Para cada categoría se pueden utilizar diferentes métodos de tratamiento, que son²:

* Numero más probable. Se utiliza para reportar los resultados de análisis microbiológicos en unidades de NPM/100cm³

¹ Colombia, Presidencia de la República, Decreto 475 de 1998, Marzo 10, por el cual se. [Artículo en Internet] <http://www.presidencia.gov.co/decretoslinea/index.htm> [Consulta marzo de 2006]

² T.H.Y. Tebbut. Fundamentos de control de la calidad del agua: Introducción a los procesos de tratamiento. México: Editorial Limusa, S.A., Grupo Noriega Editores; 1999. 105 p.

- a. **Proceso físico:** El cual depende de las propiedades físicas de las impurezas tales como el tamaño, el peso y la viscosidad. Para este proceso se pueden utilizar técnicas de filtración con arena, decantación, filtración por cribado y transferencia de gases.

- b. **Proceso químico:** Este proceso depende de las propiedades químicas de las impurezas que cuentan con propiedades químicas de reactivos. Algunas de las técnicas de tratamiento para aguas contaminadas con impurezas químicas son: coagulación, precipitación química, intercambio iónico, alúmina activada, carbón activado, cloración, intercambio aniónico y filtros oxidantes.

- c. **Proceso biológico:** Utilizan reacciones bioquímicas para quitar impurezas solubles o coloidales, normalmente sustancias orgánicas. Dentro de los métodos más utilizados para eliminar la contaminación microbiológica se encuentran la radiación ultravioleta, ósmosis inversa (la cual se puede utilizar para tratamientos físico-químicos), tratamientos con cloro o elementos químicos, destilación, ozonificación, pasteurización, ebullición, entre otros.

3.2.1. Comparación entre los diferentes métodos

Para realizar la purificación del agua es necesario contar con un medio filtrante o una técnica de desinfección, los cuales logran retener, inactivar, o destruir las partículas. La tabla 3.2 muestra la efectividad de los métodos más utilizados para la obtención de agua potable y se describen a continuación.

Tabla 3.2. Comparación métodos de purificación

CONVENCIONES		
Inefectivo	Poco efectivo	Muy efectivo
X	~	+

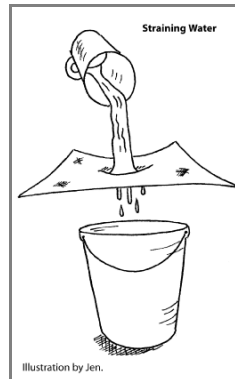
MÉTODO	SALES	PATÓGENOS	OLOR Y SABOR	TURBIEDAD
Filtración por cribado	X	X	X	~
Aireación	X	X	~	X
Decantación	X	~	~	~
Ebullición- Pasteurización	X	+	X	X
Cloración - Plata coloidal	X	+	X	X
Radiación ultravioleta	X	+	X	X
Destilación	+	+	+	+
Filtración lenta con arena	X	X	+	+
Filtración rápida con arena	X	X	~	+
Ósmosis inversa	+	+	X	+

Fuente: In the wake @, 2006

Filtración por cribado/tamizado¹: Para este método puede utilizarse como medio filtrante una tela o paño que logra filtrar partículas grandes que se encuentran suspendidas en el agua (turbiedad). Filtrar el agua puede mejorar la eficacia de otros métodos.

¹ In the wake @, 2006

Figura 3.1. Filtración de agua



Fuente: In the wake @, 2006

Aireación: Consiste en agregar aire al agua reduciendo la concentración de sustancias volátiles como el sulfuro de hidrógeno, H₂S y radón, que afectan el sabor y el olor del agua. Igualmente la aireación puede oxidar e inmovilizar elementos como el hierro, el cloro y el manganeso.¹

Decantación²: Se utiliza principalmente para aguas con problemas de turbiedad, almacenando cantidades de agua en recipientes donde las partículas más pesadas son depositadas en el fondo después de determinado tiempo de almacenamiento.

Ebullición y Pasteurización: El método de ebullición se basa en llevar el agua a su punto de ebullición, 100° C³, punto en el cual los microorganismos son inactivados debido a la temperatura. Su efectividad es de 24 horas.

La pasteurización es el proceso de calentamiento hasta una temperatura que oscila entre 55 y 70° C para destruir bacterias perjudiciales, sin producir cambios

¹ Excel water Technologies, Dispositivos y técnicas de tratamiento del agua. [Artículo de Internet]. <http://www.excelwater.com/spa/b2c/techniques.php> [Consulta: Marzo de 2006]

² In the wake @, 2006

³ Enciclopedia libre universal en español, Punto de ebullición, [Artículo de Internet]. http://enciclopedia.us.es/index.php/Punto_de_ebullici%F3. n[Consulta: Marzo de 2006]

materiales en la composición, en el sabor, o en el valor nutritivo del líquido. La temperatura debe mantenerse por 30 minutos.

El calor puede ser producido en ambos casos por radiación solar.

Cloración: Es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando cloro o alguno de sus derivados, como el hipoclorito de sodio o de calcio¹. Para obtener una desinfección adecuada, el cloro deberá estar en contacto con el agua por lo menos durante veinte minutos; transcurrido ese tiempo podrá considerarse el agua como segura.

Plata Coloidal: Los iones de plata aportados en cantidades pequeñas tienen la capacidad de destruir los microorganismos presentes en el agua, destruyendo incluso los protozoos cloro-resistentes, permaneciendo éstos iones activos durante meses.

Radiación ultravioleta: Utiliza los rayos UV como fuente para inactivar las bacterias. Estos rayos son absorbidos por el mecanismo reproductor de las bacterias modificando su material genético, de esta manera no pueden reproducirse y por lo tanto son considerados muertos, obteniendo agua completamente libre de microorganismos como la E. Coli².

Puede realizarse con lámparas ultravioleta o por medio de la radiación solar directa. El nivel de turbiedad debe ser menor que 30 NTU³.

Para la desinfección solar, el agua debe estar almacenada en recipientes completamente llenos y deben ser de materiales con alta transparencia para que los rayos solares puedan penetrar y realizar su trabajo.

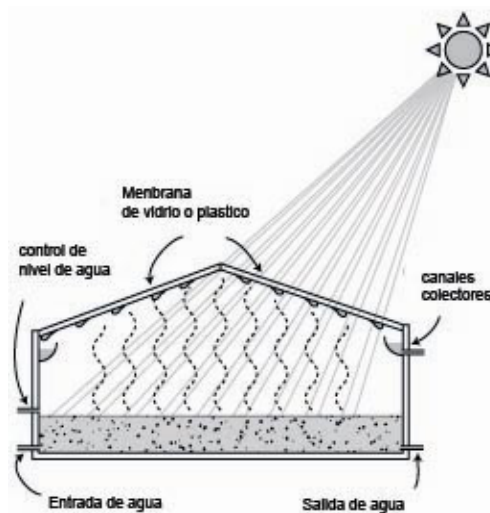
¹ Lenntech, Purificación de agua y tratamiento de aire, Desinfección del agua con cloro, [Artículo de Internet]. <http://www.lenntech.com/espanol/Desinfeccion-del-agua/desinfectantes-cloro.htm>, [Consulta: Marzo de 2006]

² Excel water Technologies, Desinfección por ultravioleta. [Artículo de Internet]. <http://www.excelwater.com/spa/b2c/techniques.php> [Consulta: Marzo de 2006]

³ Universidad de Carolina del Norte, Turbiedad del agua, [Artículo de Internet] <http://www.water.ncsu.edu/watershedss/info/turbid.html> [Consulta: Marzo de 2006]

Destilación¹: Es un método adecuado para tratar aguas saladas. La destilación es un proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. De esta manera, partículas suspendidas como minerales, gérmenes y sustancias químicas se quedan atrás cuando el agua se evapora obteniendo agua pura. Ver figura 3.2. Es un proceso lento, aproximadamente cinco litros de agua sin tratar se requieren para producir un litro de agua destilada al día.

Figura 3.2 Destilación solar de agua



Fuente: In the wake @, 2006

Filtración con arena²: El agua es depositada en un recipiente que contiene una capa de arena fina como medio filtrante para retener partículas. Para ello se debe contar con un flujo de agua constante y una claridad inicial del agua.

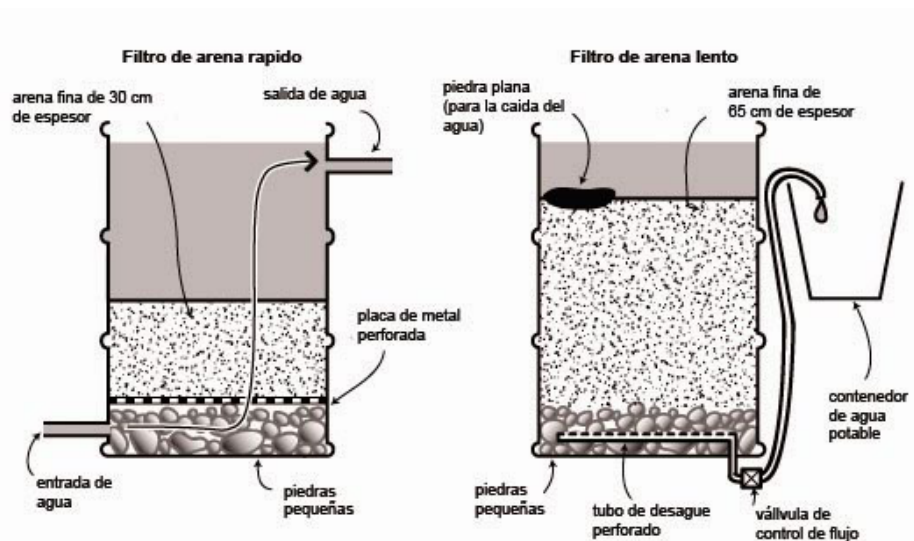
Existen dos tipos de filtración, que se muestran en la figura 3.3, con arena rápida y lenta. La diferencia radica en que la filtración rápida utiliza una capa de arena fina

¹ In the wake @, 2006

² Ibíd.

más delgada y el agua se filtra haciéndola pasar por el filtro desde la parte inferior del recipiente, hasta el conducto de salida en la parte superior.

Figura 3.3. Filtración con arena.



a) Filtración lenta. b) Filtración rápida. Fuente: In the wake @, 2006

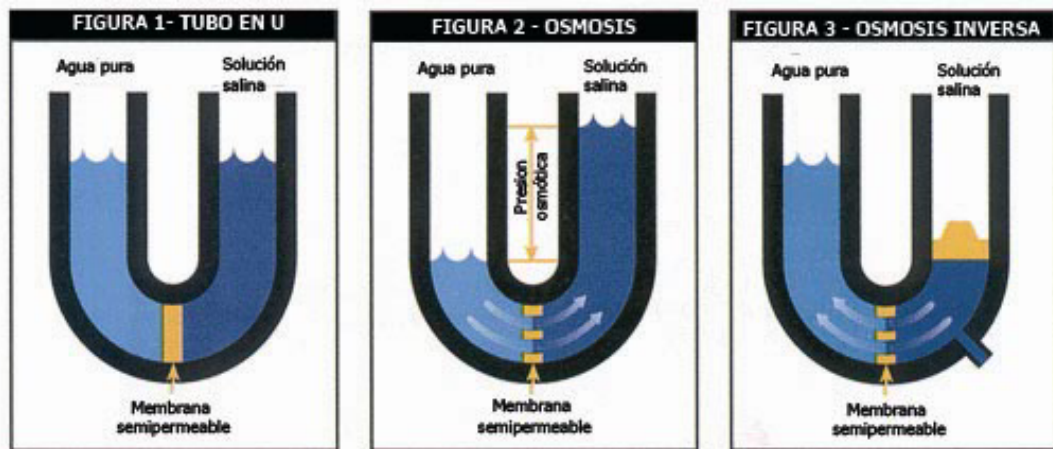
Filtración por ósmosis inversa¹: La osmosis inversa es un procedimiento que garantiza el tratamiento físico, químico y bacteriológico del agua.

Consiste en aplicar a un líquido una presión suficiente para lograr su paso a través de una membrana semipermeable, que actúa como filtro, reteniendo y eliminando la mayor parte de las sales disueltas al tiempo que impiden el paso de las bacterias y los virus, obteniéndose una agua pura y esterilizada.

La figura 3.4 esquematiza la diferencia entre ósmosis y ósmosis inversa.

¹ Excelwater @, 2006

Figura 3.4. Osmosis y Osmosis inversa.



Fuente: Excelwater @, 2006

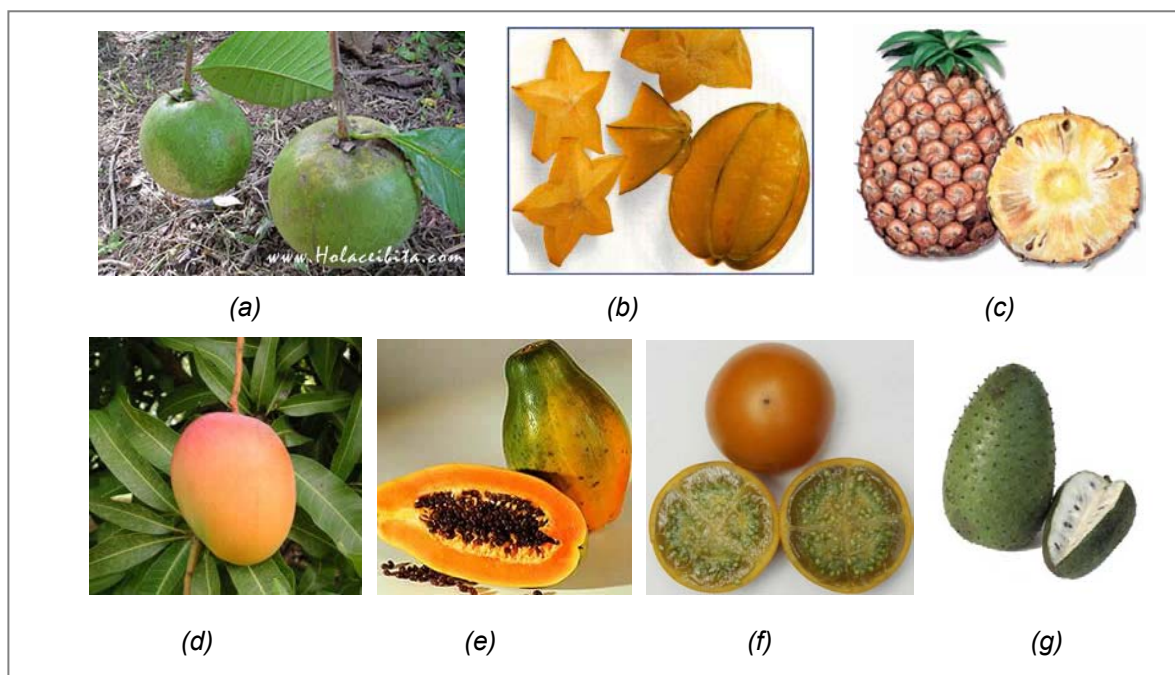
3.3 FRUTAS EN EL CHOCÓ

El Chocó cuenta con una variedad de frutas tropicales que pertenecen a la cultura alimentaria de la región. Las frutas están sometidas a la estacionalidad o épocas de cosecha. Aunque las temporadas pueden variar por situaciones no controlables, como el verano prolongado y las lluvias; las cuales tienden a retrasar las cosechas, éstas cuentan con un tiempo de duración aproximado de un mes y se puede presentar el caso en el cual algunas plantas se adelanten o retrasen para dar sus frutos.

Según datos del Ministerio de agricultura¹ las principales cosechas y producciones obtenidas en el departamento del Chocó corresponden a las siguientes frutas: borojo, granadilla, chontaduro, lulo, mora y piña.

¹ Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Producción de principales frutas en el Choco año 2003 [Artículo de Internet]., <http://www.minagricultura.gov.co/>, [consulta: marzo de 2006]

Figura 3.5. Frutas de la región



(a) Borojó. (b) Carambolo. (c) Piña. (d) Mango. (e) Papaya. (f) Lulo. (g) Guanábana.
Fuente: Frutas y hortalizas @, 2006

3.2.2. Frutas en el municipio de Acandí

Las frutas disponibles en la cabecera y los asentamientos rurales se describen la tabla 3.8, de donde se deduce que la fruta más disponible es el limón (92%) y que entre el 20 y el 40% de los hogares disponen de la mayoría de las frutas reportadas. Las de menor disponibilidad son el chontaduro, la guayaba y el maracuyá. Como se menciono anteriormente, esta disponibilidad depende de las cosechas de las frutas.

Tabla 3.3. Frecuencia de hogares con disponibilidad de frutas¹.

Nº	Localidad	Familias				Disponible				
		N	Cabecera		Rural		Sí		No	
			216	n	%	110	n	%	n	%
1	Aguacate	70	32,4	2	1,8	72	22,1	254	77,9	
2	Banano	75	34,7	46	41,8	121	37,1	205	62,9	
3	Borojó	70	32,4	31	28,2	101	31,0	225	69,0	
4	Chontaduro	26	12,0	0	0,0	26	8,0	300	92,0	
5	Coco	87	40,3	28	25,5	115	35,3	211	64,7	
6	Guanaba	22	10,2	2	1,8	24	7,4	302	92,6	
7	Guayaba	40	18,5	0	0,0	40	12,3	286	87,7	
8	Limón	195	90,3	105	95,5	300	92,0	26	8,0	
9	Mango	24	11,1	2	1,8	26	8,0	300	92,0	
10	Maracuyá	20	9,3	0	0,0	20	6,1	306	93,9	
12	Naranjas	60	27,8	13	11,8	73	22,4	253	77,6	
13	Tomate de árbol	65	30,1	6	5,5	71	21,8	255	78,2	
14	Otras	50	23,1	8	7,3	58	17,8	268	82,2	

Fuente: Marín, 2004.

3.3. CONCLUSIONES

La calidad del agua es indispensable para la salud de cualquier ser humano. La obtención de ésta puede resultar, en muchos casos, una tarea difícil debido a la escasez de recursos hídricos en algunas zonas. Este no es el caso del departamento del Chocó, ya que su posición geográfica lo hace una de las zonas con mayores recursos naturales de agua.

Sin embargo, esta región tiene problemas en el suministro de agua potable para más de la mitad de sus habitantes.

El desarrollo de productos para mejorar la calidad del agua se hace indispensable puesto que representan una alternativa económica y de corto plazo para los habitantes, mientras el departamento se desarrolla y construye instalaciones apropiadas para el tratamiento de agua a gran escala. Estos productos deben ser

¹ Rosique et al. Seguridad Alimentaria y Nutricional en la población del municipio de Acandí. En: Informe de Investigación Medellín, Corporación Ambiental. Universidad de Antioquia. *Desarrollo y libertad*. Bogotá: Editorial Planeta, 1999. Citado por: Marín G. Cultura alimentaria y su relación con la seguridad alimentaria en el municipio de Acandí [Monografía de Antropología]. Universidad de Antioquia: 2004.

diseñados y desarrollados teniendo en cuenta la calidad inicial del agua y la selección de un método adecuado para la región.

Por otro lado, el mejor aprovechamiento de las frutas y la generación de alternativas para su procesamiento brindan oportunidades de variación en la dieta alimenticia de toda la comunidad, y pueden resultar en fuente de ingresos en temporada de turismo sobre la venta de jugos o recetas especiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

T.H.Y. Tebbut. Fundamentos de control de la calidad del agua: Introducción a los procesos de tratamiento. México: Editorial Limusa, S.A., Grupo Noriega Editores; 1999. 105 p.

ARTÍCULOS DE REVISTAS

Marín Marín, G.; Álvarez de Uribe, M. y Rosique Gracia, J. Cultura alimentaria en el municipio de Acandí. En: Boletín de Antropología Universidad de Antioquia, Medellín, 2004; 18 (35): 51-72

ARTÍCULOS DE INTERNET

Colombia, Defensoría del pueblo, Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua. Informe defensorial no. 39 – B, Actualización del Informe Defensorial No. 39. Bogotá: 2005. [Artículo de Internet] www.iniciativadeacceso.org/archivos/Informe_Final_Colombia.doc. [Consulta marzo de 2006].

Diario El País, Problemas con el agua desbordan a Colombia, [artículo de Internet]. <http://elpaiscali.terra.com.co/paisonline/notas/Marzo272005/A827N1.html>. [Consulta marzo de 2006].

Lenntech, Purificación de agua y tratamiento de aire, Desinfección del agua con cloro, [artículo de Internet]. <http://www.lenntech.com/espanol/Desinfeccion-del-agua/desinfectantes-cloro.htm>, [Consulta: Marzo de 2006].

Presidencia de la República. Decreto 475 de 1998, Marzo 10, por el cual se expiden normas técnicas de la calidad del agua potable [artículo de Internet]. <http://www.presidencia.gov.co/decretoslinea/index.htm> [Consulta marzo de 2006].

Universidad de Carolina del Norte, Turbiedad del agua, [artículo de Internet] <http://www.water.ncsu.edu/watershedss/info/turbid.html> [Consulta febrero de 2006]

SITIOS DE INTERNET

Excelwater @, 2006: Tecnologías Excelwater. <http://www.excelwater.com> [Consulta marzo de 2006]

Frutas y hortalizas @, 2006: Información de frutas y hortalizas en Colombia. http://www.frutasyhortalizas.com.co/portal/Business/product_view.php. [Consulta marzo de 2006]

In the wake @, 2006: Organización "In the Wake". <http://www.inthewake.org/b1water3.html>. [Consulta marzo de 2006]

Minagricultura @, 2006: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <http://www.minagricultura.gov.co/>. [Consulta marzo de 2006]

3. ESTADO DEL ARTE DE PURIFICADORES DE AGUA Y PROCESADORES MANUALES DE ALIMENTOS

El estudio del estado del arte se realiza para explorar las soluciones que brinda el mercado respecto a los productos a diseñar y desarrollar. Esta exploración tiene como objetivo identificar y conocer los productos existentes tanto nacional como internacionalmente, tener una referencia para diseñar, reconocer los competidores potenciales y contextualizar de manera general los productos a desarrollar de acuerdo a lo encontrado. Esta contextualización se refiere a vincular los productos diseñados con otros que cumplen ciertos criterios estéticos y funcionales.

A continuación se evidencia un panorama general de los productos que se consideran tecnologías apropiadas para el Municipio de Acandí. Se realizó una exploración de lo que se consigue en el mercado nacional e internacional. Se consideraron tecnologías apropiadas porque utilizan fuentes alternativas de energía para su funcionamiento, son productos fáciles de utilizar y son adecuadas para el contexto en el cual está enmarcado el proyecto.

4.1. PURIFICADORES DE AGUA: PRODUCTOS Y MÉTODOS

Para purificar agua existen varios métodos^{*}, algunos de ellos se han vuelto productos de consumo y son utilizados en todo el mundo para la obtención de agua potable; muchos otros siguen en su condición de método, y son tratamientos de agua simples que pueden ser fabricados con materiales y procesos artesanales que se consiguen en el lugar donde serán utilizados.

^{*} Ver capítulo 3. Características de los alimentos a procesar.

Algunos procedimientos para purificar agua y los productos comerciales asociados a cada uno de ellos se enuncian a continuación.

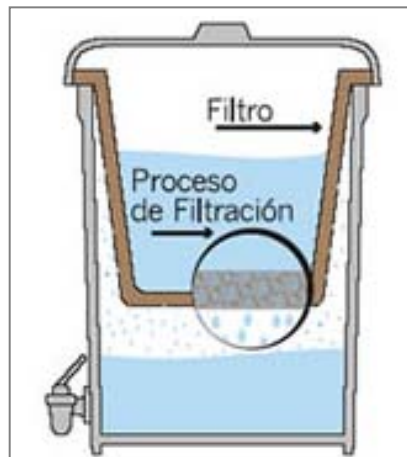
4.1.1. Decantación

Los productos que utilizan este método son generalmente fabricados en cerámica y funcionan por gravedad dejando pasar lentamente el agua por el filtro como se muestra en la figura 4.1.

El agua contaminada atraviesa los poros del material cerámico, los cuales, al ser tan pequeños filtran las partículas presentes en el agua eliminando cloro, pesticidas, metales pesados (aluminio, hierro), sedimentos y algunas bacterias. Para la remoción total de las bacterias es necesario otro método adicional ya que algunas de ellas son tan pequeñas que no alcanzan a ser detenidas por los poros del filtro¹.

Otros filtros por decantación, utilizan diferentes materiales permeables como medio filtrante: telas, papeles de filtro, arenas, gravas y carbones entre otros.

Figura 4.1. Esquema de un filtro cerámico por decantación



Fuente: Filtronnica @, 2006

¹ Filtronnica @, 2006

La capacidad de los filtros varía de acuerdo al modelo, pero en general se pueden purificar entre 2 y 15 galones de agua por día y su precio oscila entre 60 y 250 dólares*.

En el mercado nacional se consiguen filtros cerámicos brasileiros marca Stéfani. Éstos cuentan con una vela cerámica que sirve como medio filtrante; el agua pasa por esta vela y cae en un recipiente donde se almacena.

Las velas deben ser reemplazadas con regularidad y cuestan \$60.000. El precio del producto estos productos está alrededor de \$100.000.

En la figura 4.2, la cual se muestra a continuación, se pueden observar algunos productos que funcionan por decantación.

Figura 4.2. Productos para filtración por decantación



a), b) Filtros cerámicos. Fuente: Doulton @, 2006
e) Filtro portátil por decantación. Fuente: BA products @, 2006
g) Filtrón. Fuente: Potpaz @, 2006

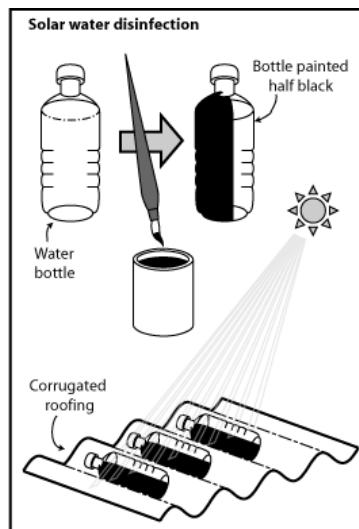
* Todos los precios de los productos enunciados en este proyecto son del año 2005. Precio del dólar: \$2200

4.1.2. Sodis - Desinfección Solar

Es una tecnología simple, desarrollada en Suiza por el Departamento de Agua y Saneamiento para Países en Vías de Desarrollo - SANDEC y el Instituto Federal Suizo de Ciencias Ambientales y Tecnología - EAWAG, que usa la radiación solar para inactivar y destruir los microorganismos patógenos presentes en el agua. Es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua y no altera su calidad química¹.

Consiste básicamente en llenar recipientes transparentes con agua y exponerlos a la luz del sol durante cinco horas aproximadamente con cielo despejado o parcialmente cubierto, o dos horas si el agua alcanza una temperatura de 50° C. Si el cielo está totalmente cubierto, los recipientes deben exponerse por dos días consecutivos. El uso adicional de reflectores o colectores solares aumenta la efectividad del método. Un esquema de cómo se pueden utilizar las botellas para este método se ilustra en la figura 4.3, donde se observa una manera de aumentar la temperatura de las botellas pintándolas de negro.

Figura 4.3. Desinfección solar - Sodis



Fuente: In the wake @, 2006

¹ Sodis @, 2005

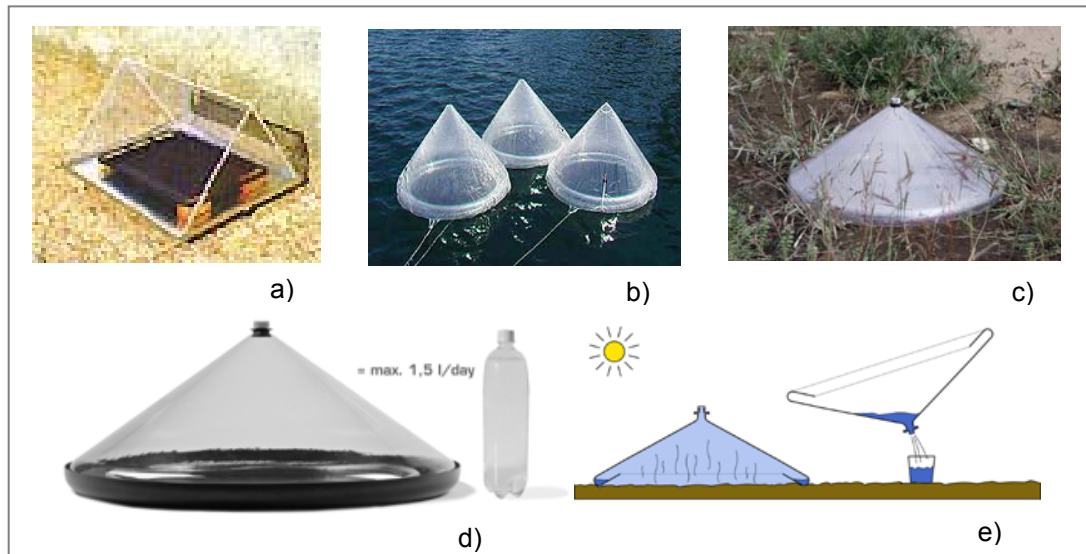
Las condiciones específicas para este proceso, sobre los recipientes, niveles previos de turbiedad, lugares apropiados, concentraciones de oxígeno en el agua, tipo de bacterias inactivadas, entre otras; se pueden encontrar en el anexo D.

4.1.3. Destilación

El funcionamiento de estos filtros, como se muestra en la ver figura 3.6 del capítulo 3, imita la destilación que se realiza en la naturaleza.

Los productos que se muestran en la figura 4.4, son usados para la desalinización, purificación de agua contaminada u obtención del agua que se evapora de los suelos. Son portátiles y tienen la capacidad de producir entre 1 y 2,5 litros de agua limpia por día. El costo de los conos destiladores oscila entre 100 y 150 dólares¹.

Figura 4.4. Filtros por condensación portátiles



- a) Destilador solar de dos vertientes. Fuente: Terra @, 2006
 b) Filtro por condensación AquaCone. Fuente: Green home @, 2006
 c) Filtro por condensación WaterCone sobre pantano. Fuente: Watercone @, 2006
 d) Capacidad del filtro WaterCone. e) Funcionamiento del filtro Watercone.

¹ Watercone @, 2006 y Green home @, 2006.

Existen otros productos que trabajan a mayor escala y tienen una capacidad de hasta 6 litros por día en días soleados y la mitad en días nublados, su eficiencia térmica es del 60% que equivale a 550 vatios en pleno sol (0.8 litros por hora sol KWh/m²)¹. Generalmente se usan para purificar agua lluvia y su precio oscila entre 450 y 900 dólares. En la figura 4.5 se pueden apreciar algunos ejemplos de estos filtros.

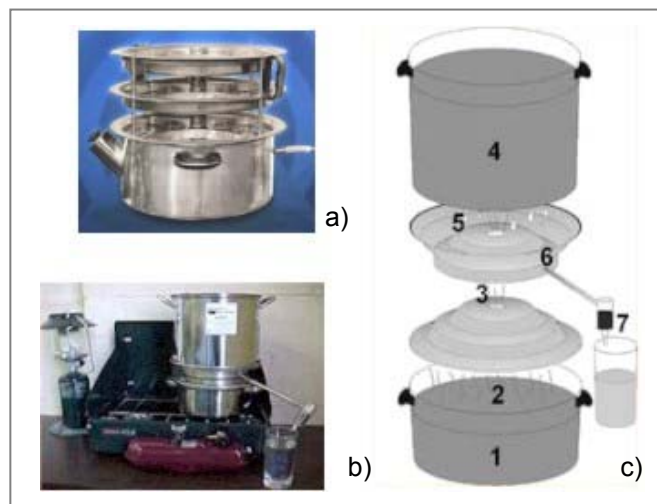
Figura 4.5. Filtros por condensación de alta capacidad



*a) Rainmaker™ 550. Fuente: Solaqua @, 2006
b) ADS Flat Still Series y c) TSS Leaner Stills. Fuente: Agua del sol @, 2006*

Otros destiladores que son de uso doméstico y pueden utilizar fuentes de calor como estufas o fogones de leña se muestran en la figura 4.6.

Figura 4.6. Destiladores de uso doméstico



*a) Destilador a gas. Fuente: Aguapur @, 2006
b) Destilador doméstico y c) Esquema de funcionamiento. Fuente: Water distillers @, 2006*

¹ Agua del sol @, 2006

El funcionamiento de estos productos se puede explicar de la siguiente manera: El agua contaminada se deposita en el recipiente (1) de la figura 4.6. c) y se lleva al fuego (leña o gas). El agua hirviendo (2) pasa por el plato (3), dejando los contaminantes abajo. El vapor se condensa al contacto con la superficie fría del recipiente superior el cual se ha llenado previamente con agua al clima (4). Las gotas caen en el recipiente (5) y salen por el agujero (6) pasando en algunos casos por filtros de carbón activado (7). El rendimiento de estos destiladores es de 3 litros por hora aproximadamente. Su precio varía entre 160 y 200 dólares¹.

4.1.4. Filtración con arena

En estos filtros, el agua circula por un conjunto de materiales filtrantes a razón de 0,1 a 0,3 m³/m²/h aproximadamente. A su paso las impurezas son retenidas por dichos materiales. En la figura 4.7 se ven algunos ejemplos.

Los filtros están compuestos por un lecho filtrante que es la parte activa del proceso de filtración; un soporte, generalmente grava y un falso fondo que recoge el agua filtrada².

Si el filtro funciona por gravedad, la salida del agua limpia es por la parte inferior (ver figura 4.7c). Si el filtro funciona por la presión del agua, el funcionamiento de éste es de abajo hacia arriba y la salida del agua filtrada es por la parte superior del depósito.

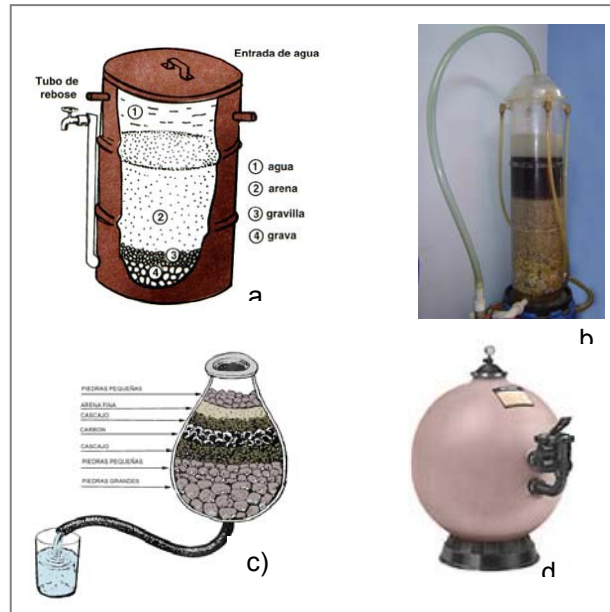
Estos filtros son utilizados generalmente para eliminar partículas relativamente grandes (mayores que 0.5 mm.), para eliminar la turbidez, los olores y sabores fuertes. Pero no funcionan como bactericidas. Es recomendable eliminar previamente los elementos más grandes como hojas o ramas para evitar el taponamiento del filtro³.

¹ Water distillers @, 2006

² Pérez Parra, J. A. Manual de Potabilización del Agua. Postgrado en aprovechamiento de Recursos hidráulicos. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. 3ª Ed. Medellín: 1997.

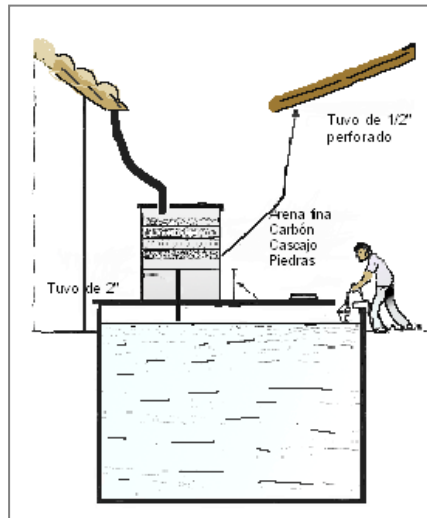
³ Water distillers @, 2006

Figura 4.7. Filtros de arena



a) Filtro de arena artesanal. Fuente: Ops-oms @, 2006 b) Filtro industrial de arena. Fuente: Fotografía en la empresa Arenas Industriales. c) Filtro de arena artesanal Fuente: Itacab @, 2005 d) Filtro de arena comercial. Fuente: Hayward net @, 2006

Figura 4.8. Filtro rústico de arena para agua de lluvia



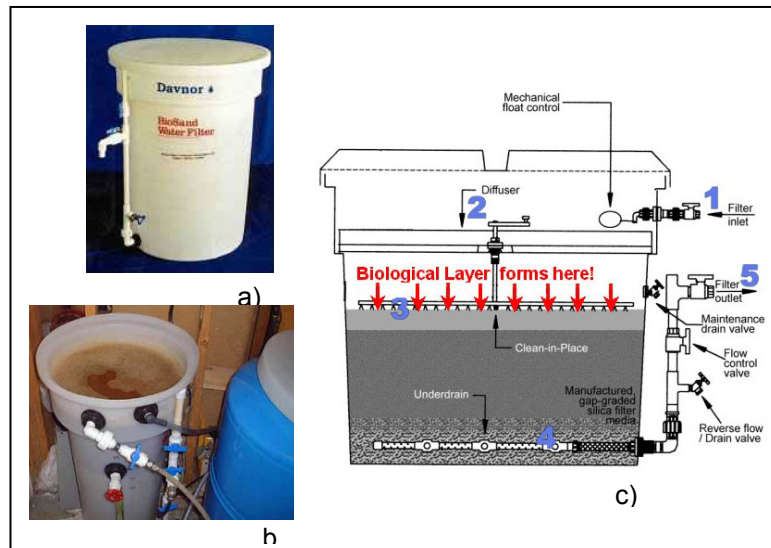
Fuente: Itacab @, 2005

Un filtro rústico para agua de lluvia que funciona con arena, se puede ver en la figura 4.8. Se utiliza para la obtención de agua de mejor calidad liberándola de impurezas arrastradas de los techos.

El sistema, consta de dos secciones, una compuesta por capas de arena fina, carbón, cascajo y piedras, que reposan en un tendido de tubos de PVC perforados, que funciona como drenaje; y otra sección que se utiliza como depósito del agua purificada. El agua de lluvia pasa a través de las capas minerales en las cuales quedan depositadas las partículas que pueda llevar, ésta cae por gravedad a un depósito ubicado en la parte inferior, para luego pasar al depósito principal. En el depósito inferior se descartan las partículas no filtradas. Es un sistema que puede tener un costo aproximado de 10 dólares¹.

Para lograr la eliminación de bacterias por filtración con arena, se desarrollaron filtros de Bio Arena.

Figura 4.9. Filtros de Bio Arena



Filtro de Bio Arena. (b) Interior del filtro. (c) Funcionamiento de los filtros de Bio Arena
Fuente: Water Tiger @, 2006

¹ Itacab @, 2005

Este tipo de filtración funciona bajo el mismo principio de los filtros lentos de arena en los que por la acción de la gravedad, el agua pasa por el medio filtrante. Un esquema de su funcionamiento y el producto que se consigue comercialmente se puede ver en la figura 4.9.

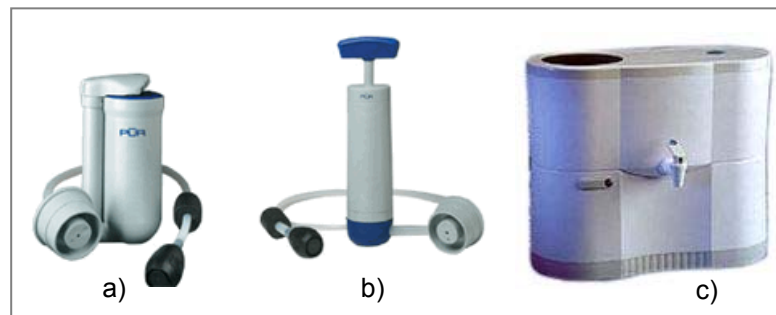
Este sistema fue desarrollado por el Dr. David Manz en la Universidad de Calgary, en Canadá, y sirve para remover hierro, manganeso, turbiedad, parásitos, entre otros; por medio de una capa de material biológico que actúa sobre las bacterias y una capa de arena que filtra minerales, sedimentos y sólidos disueltos¹.

La capacidad de filtración de estos productos varía de acuerdo a las necesidades de cada usuario, se consiguen filtros que pueden tratar desde 120 litros por hora hasta 600 litros por hora y su precio está entre 395 y 4390 dólares.

4.1.5. Filtración por ósmosis inversa

Para este proceso, se hace pasar agua a presión por la membrana eliminando entre el 95 y el 99% de los sólidos disueltos totales (TDS) y el 99% de todas las bacterias, proporcionando un agua segura para el consumo humano².

Figura 4.10. Filtros por ósmosis inversa



a) Filtro Pur/Katadyn Hiker b) Filtro Pur/Katadyn Guide. c) Filtro Aguapur.

Fuente: Green home @, 2006

¹ Water Tiger @, 2006

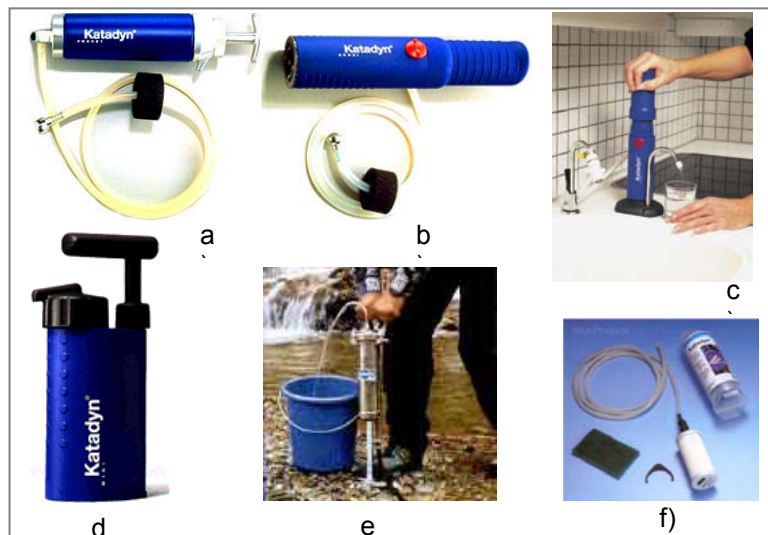
² Green home @, 2006

Los productos portátiles de la figura 4.10 a) y b) incluyen un cartucho con baño de plata que hace las veces de membrana bactericida y filtran partículas de hasta 0.3 micras. Pueden filtrar aproximadamente 1 litro por minuto o entre 36 y 48 bombeadas por minuto, dependiendo del modelo. El cartucho tiene una duración de 200 filtraciones aproximadamente y su precio está entre 60 y 85 dólares.

El otro modelo, figura 4.10 c), puede filtrar entre 14 y 20 galones de agua por día y funciona con la presión del agua, la cual debe ser superior a 40 psi. Consta de 4 prefiltros para sedimentos y partículas grandes, y un postfiltro de carbón activado. Su precio está alrededor de 165 dólares.

Existen también, filtros comerciales en los que se hace pasar el agua por una vela cerámica utilizando la presión del grifo como los que se aprecian en la figura 4.11. Además de ser de un material filtrante microporoso, la vela está impregnada con plata coloidal que funciona como bactericida al inactivar los agentes patógenos que alcanzan a atravesar el filtro¹.

Figura 4.11. Filtros cerámicos por ósmosis inversa



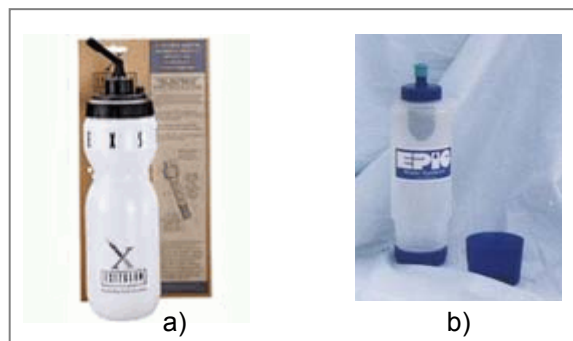
a) Filtro Pocket. b) Filtro Combi. c) Filtro Combi Plus. d) Filtro Mini e) Filtro Syphon f) Filtro Expedition KFT. Fuente: BA products @, 2006

¹ BA products @, 2006

Los modelos portátiles, purifican entre $\frac{3}{4}$ y 1 litro de agua cada vez y sus precios están alrededor de 80 y 200 dólares. Estos son utilizados generalmente en situaciones de emergencia, en lugares apartados o que no tengan acceso a agua potable, en campings y actividades al aire libre. La mayoría de estos filtros vienen con un cartucho de carbón activado que elimina los olores y sabores extraños presentes en el agua de algunas fuentes altamente mineralizadas¹.

El carbón activado se utiliza para eliminar malos olores y sabores, algunos microorganismos y sólidos disueltos en el agua como cadmio, mercurio, zinc, cloro, arena. El medio filtrante de algunos filtros de ósmosis inversa es simplemente el carbón activado, como se aprecia en los productos portátiles de la figura 4.12, que son usados principalmente por personas que realizan actividades al aire libre. Los precios de estos productos están entre los 40 y 80 dólares².

Figura 4.12. Filtros portátiles de carbón activado



a) Sistema de purificación de agua Exstream Orinoco. Fuente: Water products @, 2006
b) Termo – Filtro deportivo. Fuente: Green home @, 2006

En el mercado nacional, se encontraron filtros de las siguientes marcas: Pozzani, fabricante de filtros con velas cerámicas y plata coloidal que se adaptan a la llave; Lorenzetti, fabricante de filtros dispensadores para la cocina funcionan con polipropileno compactado para filtrar sedimentos y carbón activado impregnado de

¹ BA products @, 2006

² Green home @, 2006

plata coloidal para sabores, olores y microorganismos; Brita, fabricante de jarras plásticas con filtros de carbón activado.

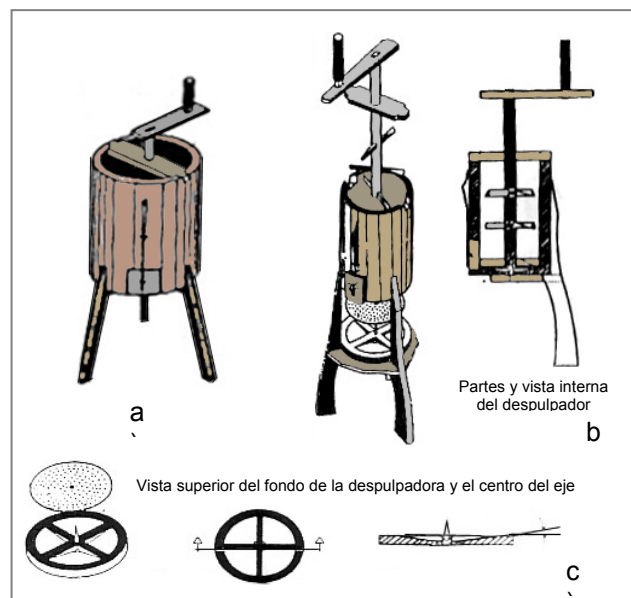
4.2. PRODUCTOS PARA TRANSFORMACION DE ALIMENTOS

4.2.1. Despulpadora manual para frutos blandos¹

En el eje central (vertical) hay unas paletas que fraccionan la pulpa de las frutas cortándola continuamente. Se utiliza para frutos blandos como el marañón, la guanábana y la ciruela. Una compuerta lateral permite extraer la pulpa y en el fondo perforado se acumula el jugo.

El equipo puede producir 10 litros de pulpa en un período de 5 a 15 minutos y tiene un costo aproximado de 25 dólares. Ver figura 4.13.

Figura 4.13. Despulpadora manual para frutos blandos



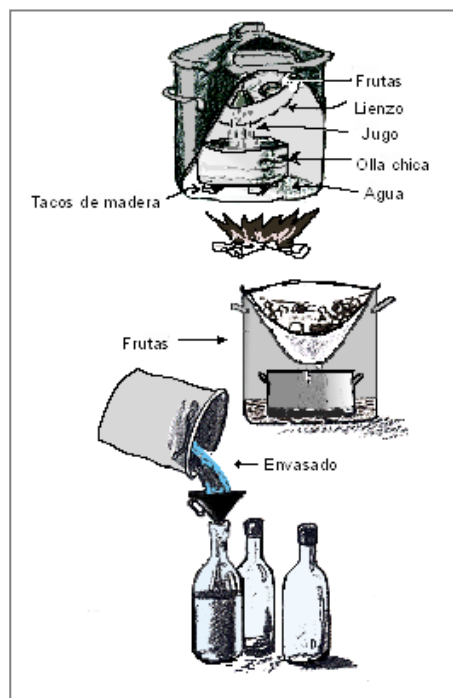
a) Despulpadora manual. b) Partes y vista interna del despulpador c) Vista superior del fondo de la despulpadora y centro del eje. Fuente: Itacab @, 2005

¹ Itacab @, 2005

4.2.2. Sistema para elaborar jugos de frutas¹

El sistema funciona sobre una estufa de leña o gas. Las frutas se trituran con mortero y se cocinan al baño maría en un lienzo limpio para que por la acción del vapor se cuele el jugo en la olla vacía. Su costo está alrededor de 45 dólares. En la figura 4.14 se puede observar este producto.

Figura 4.14. Sistema para elaborar jugos de frutas



Fuente: Itacab @, 2005

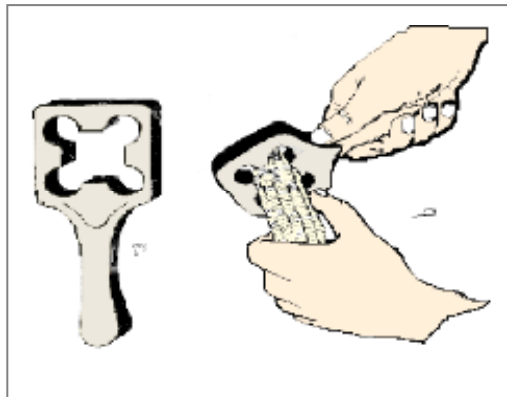
4.2.3. Desgranador manual para maíz²

Se utiliza para aumentar la capacidad del operario que desgrana maíz, aprovechando la energía de la mano en vez de la de sus dedos.

¹ Itacab @, 2005

² Ibíd.

Figura 4.15. Desgranador manual para maíz



Fuente: Itacab @, 2005

Como se ilustra en la figura 4.15, en la cavidad central de la raqueta de madera se tienen cuatro bordes sobresalientes; al introducir la mazorca y girar la desgranadora, se van arrancando los granos. Tiene un costo aproximado de 4 dólares.

4.2.4. Trapiche manual¹

Se utiliza para extraer el jugo de la caña de azúcar para la elaboración del azúcar en forma de panela o melaza en zonas aisladas. El trapiche consta de dos rodillos de madera con los extremos rebajados y pulidos que se ubican en dos soportes fijados al suelo. En los extremos tiene dos palancas que sirven para que dos operarios accionen el trapiche y un tercer operario introduzca la caña de azúcar. El jugo de caña es recibido en un depósito.

Se puede extraer un litro de jugo de caña de azúcar por minuto, lo que equivale a 200 gramos de panela. (75 litros de jugo producen 15 kilos de panela o azúcar morena). El costo aproximado es de 20 dólares. Ver figura 4.16.

¹ Itacab @, 2005

Figura 4.16. Trapiche manual



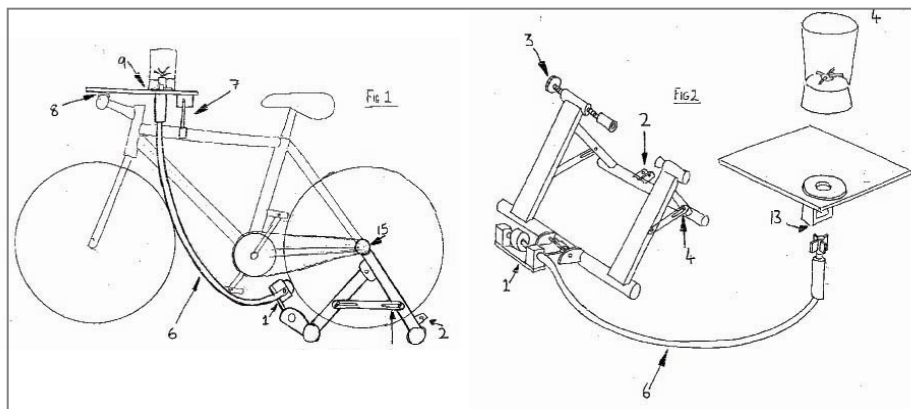
Fuente: Itacab @, 2005

4.2.5. Licuadora de alimentos impulsada por una bicicleta¹

Se utiliza energía humana como fuente para transmitir la potencia de movimiento rotacional del pedal a un mecanismo rotacional como el de las cuchillas de la licuadora.

Su funcionamiento se ilustra de manera general en la figura 4.17. Al pedalear, la potencia se transmite al eje (15) de la rueda trasera de la bicicleta, la cual está montada sobre un soporte vertical (2) que la sostiene levantada del suelo. La rueda está apoyada sobre un mecanismo (1) que capta el movimiento rotacional ésta y lo transmite por medio de un cable (6). La base de la licuadora está montada sobre el manubrio de la bicicleta (9).

Figura 4.17. Licuadora impulsada por una bicicleta.



Fuente: UK Patent Application GB 2.404.641 A

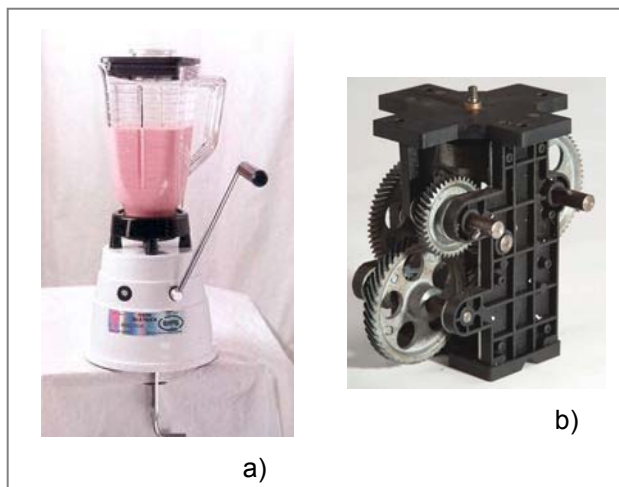
¹ UK Patent Application GB 2.404.641 A

4.2.6. Licuadora manual¹

La energía humana es la encargada de hacer mover una palanca que acciona el mecanismo de piñones que mueven la cuchilla.

La licuadora de la figura 4.18 tiene cuatro cuchillas de acero inoxidable que se mueven debido a la rotación de una palanca de 7 pulgadas de longitud, y la fuerza se multiplica por medio de una caja de engranajes. Tiene dos velocidades y alcanza entre 2100 y 3600 rpm obtenidas por 80 giros por minuto de la palanca. La capacidad del vaso es de 5 tazas y su precio es de 100 dólares.

Figura 4.18. Licuadora manual



a) Licuadora manual. b) Mecanismo interior. Fuente: Lehmans @, 2005

4.2.7. Exprimidores manuales²

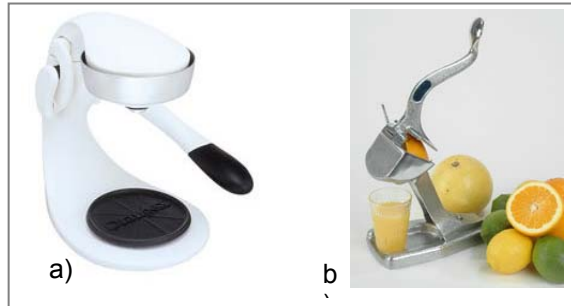
Algunos productos funcionan por medio de una palanca, presionando las frutas, previamente cortadas en mitades, para extraer su jugo. Ver figura 4.19. El jugo

¹ Lehmans @, 2005

² Ibíd.

cae en recipientes con una altura no mayor a 5 pulgadas. Los precios oscilan entre 40 y 100 dólares.

Figura 4.19. Exprimidores manuales

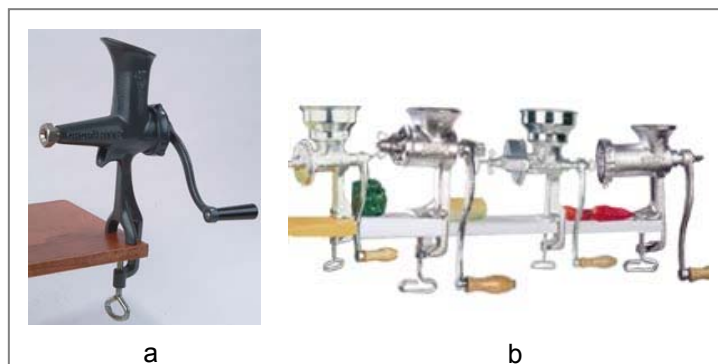


a) Exprimidor manual profesional. b) Exprimidor manual Old Style
Fuente: Lehmans @, 2005

4.2.8. Molinos para frutas y granos

Estos molinos son utensilios de cocina fabricados en hierro fundido y pulido que los hace sólidos y resistentes al desgaste. El diseño del cuerpo y las piezas que lo conforman permiten moler y picar fácilmente diferentes tipos de alimentos. Algunos están recubiertos con estaño, eliminando así la posibilidad de contaminación de los alimentos al ser molidos. Son desarmables y de fácil limpieza¹.

Figura 4.20. Molinos para frutas y granos



a) Molino extractor. Fuente: lehmans @, 2005. b) Molinos para frutas, verduras y granos. Marca Corona. Fuente: Landers @, 2005

¹ Lehmans @, 2005 y Landers @, 2005

Mientras que los precios de los molinos nacionales oscilan entre 14 y 25 dólares, el precio de molinos fabricados en el exterior es aproximadamente 180 dólares. Ver figura 4.20.

4.3. CONCLUSIONES

Los productos mencionados en este capítulo se consideraron válidos tecnológicamente para el contexto en el cual se desarrolló el proyecto, ya que utilizan fuentes de energía alternativas frente a energías tradicionales como la electricidad, y pueden ser instalados y usados en las comunidades del Chocó.

Por un lado, se encontraron productos que utilizan materiales y formas que se adaptan mejor al contexto y brindan mayores beneficios funcionales a los usuarios. Por otro lado, los altos costos de productos desarrollados y ofrecidos fuera del país representan una oportunidad para aplicar esas tecnologías de manera local y apropiada.

Después de confrontar las necesidades y deseos de los habitantes del Municipio de Acandí con la información recopilada, se pudieron precisar los productos a desarrollar, descritos en el siguiente capítulo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SITIOS DE INTERNET

Agua del sol @, 2006: Destiladores solares de agua. <http://www.aguadelsol.com>. [Consulta marzo de 2006]

Agua pur @, 2006: Empresa especializada en sistemas domésticos de depuración de agua. <http://www.aguapur.com> [Consulta marzo de 2006]

BA products @, 2006: Productos B&A. <http://www.baproducts.com/filters.htm>. [Consulta marzo de 2006]

Doulton @, 2006: Filtros de Agua Doulton. <http://www.doulton.ca>. [Consulta marzo de 2006]

Excelwater @, 2006: Tecnologías Excelwater. <http://www.excelwater.com> [Consulta marzo de 2006]

Filtronnica @, 2006: Filtrón. http://www.filtronnica.com/producto_2.htm. [Consulta marzo de 2006]

Green home @, 2006: Tienda de productos verdes. http://www.greenhome.com/products/appliances/water_filters/. [Consulta marzo de 2006]

Hayward net @, 2006: Productos para piscinas Hayward. http://www.haywardnet.com/products/filters/learn_sand.html. [Consulta marzo de 2006]

Itacab @, 2005: Instituto de Transferencia de Tecnológicas Apropriadas para sectores marginales. <http://www.itacab.org>. [Consulta marzo de 2006]

In the wake @, 2006: Organización "In the Wake". <http://www.inthewake.org/b1water3.html>. [Consulta marzo de 2006]

Landers @, 2005: Landers y CIA. S.A. <http://www.landern.com.co>. [Consulta marzo de 2006]

Lehmans @, 2005: Productos Lehman's. <http://www.lehmans.com>. [Consulta marzo de 2006]

Sodis @, 2005. Desinfección solar de agua. <http://www.sodis.ch>. [Consulta agosto de 2005]

Solaqua @, 2006: Productos de destilación solar de agua. <http://www.solaqua.com/solstils1.html>. [Consulta marzo de 2006]

Watercone @, 2006: Proyecto WaterCone. <http://www.watercone.com/product.html>. [Consulta marzo de 2006]

Water distillers @, 2006: Guía de destiladores de agua. <http://www.waterdistillersusa.com>. [Consulta marzo de 2006]

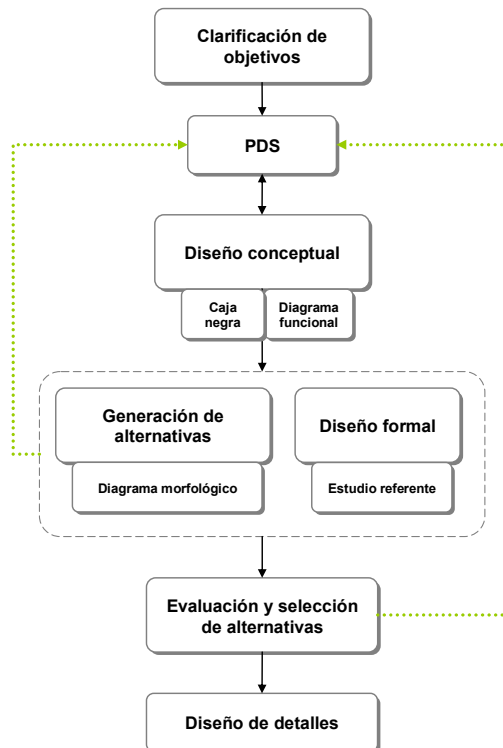
Water products @, 2006: Productos para purificación de agua.
<http://www.waterproducts.com>. [Consulta marzo de 2006]

Water Tiger @, 2006: Productos para purificación de agua.
http://www.watertiger.net/biosand/about_biosand.html. [Consulta marzo de 2006]

5. PROCESO DE DISEÑO

La combinación de herramientas de diseño metódico, conceptual y formal permiten crear un proceso lógico de alternativas, donde todos los elementos están debidamente analizados y justificados para definir un producto. El proceso descrito a continuación explica la utilización de cada una de estas herramientas, basadas en planteamientos para el desarrollo de productos por Nigel Cross, Stuart Pugh, y Karl Ulrich, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos anteriormente. El proceso de diseño se describe en la figura 5.1.

Figura 5.1. Etapas del proceso de diseño



Fuente: Elaboración propia

5.1. CLARIFICACIÓN DEL OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto, como se describió anteriormente, consiste en diseñar dos productos para procesar alimentos en zonas aisladas del Chocó, específicamente del municipio de Acandí, que no cuentan con acceso a interconexión eléctrica. Después de realizar el trabajo de campo, donde se analizaron e identificaron de manera cualitativa, las necesidades, deseos y hábitos alimenticios de los habitantes, se detectaron los productos potenciales que podían ser desarrollados en este proyecto.

Luego de analizar la información recopilada, se logró concretar la idea principal del proyecto la cual **consiste en el diseño y desarrollo de un procesador manual de frutas para obtención de jugos y un purificador de agua de uso doméstico, permitiendo a los habitantes tener autonomía frente a las fuentes de energía tradicionales: gas propano, leña y electricidad***. Es decir, productos diseñados a partir de algunas de las características de las tecnologías apropiadas: simplicidad, pequeña escala, facilidad de uso y bajo costo¹.

Igualmente deben ser fabricados con tecnologías existentes en el medio colombiano y su función principal será ofrecer a los habitantes, elementos para mejorar sus condiciones de vida, reflejadas en un mayor aprovechamiento de los recursos de la zona, frutas y agua; elementos que son de vital importancia para el desarrollo de una comunidad debido a que favorecen una buena alimentación y salud.

Se plantearon también los siguientes objetivos secundarios, basados en las listas de chequeo de Ulrich², los cuales permitieron alcanzar el objetivo principal**:

* Aquella obtenida de plantas eléctricas que funcionan con combustibles fósiles.

¹ Schumacher, E. F. Lo pequeño es hermoso. Barcelona: Editorial Orbis, 1983.

² Ulrich, Kart y Eppinger, Steven. Product Design and development, Boston: Mc Graw Hill, 3ª ed, 2004. p.204

** Metodología propuesta por Nigel Cross.

- Simplicidad y facilidad en la lectura del producto.
- Posibilidad de intuir el uso del producto.
- Familiaridad de los usuarios con las formas propuestas.
- Seguridad al usar los productos.
- Posibilidad de interactuar de manera simple con ellos.

5.2. PDS - Especificaciones de Diseño de Producto

El PDS (Product Design Specifications) es un documento que se crea durante la etapa de definición del problema, donde se determina un grupo de requerimientos que debe tener el producto para satisfacer las demandas y deseos de los usuarios.

Se construye describiendo de una manera precisa los beneficios que puede ofrecer un producto, los “QUE”, es decir las demandas y deseos que son expresadas por los usuarios pero que se presentan en términos o requerimientos técnicos. Se utilizan para establecer parámetros de diseño y desarrollo del producto en una lista de elementos propuesta por Pugh¹: Ergonomía, desempeño, materiales, manufactura, mantenimiento, estética, entre otros.

En este proyecto se construyó el documento del PDS teniendo en cuenta que los dos productos a diseñar estaban dirigidos al mismo usuario y contexto, por tal razón existen demandas y deseos que aplican para ambos productos. Los elementos más relevantes para la etapa de diseño de los productos se muestran en la tabla 5.1, el documento completo del PDS se puede ver en el anexo F.

¹ Pugh, Stuart. Total Design. Harlow (UK): Addison-Wesley Publishing Company, 1991. p. 44-45.

Tabla 5.1: Elementos del PDS, Procesador de Frutas y Purificador de agua

CONVENCIONES		
P: Procesador	Pu: Purificador	P-Pu: Aplica para los dos productos

DEMANDAS Y DESEOS	REQUERIMIENTOS
P. Debe producir jugo para 4 personas aproximadamente.	Capacidad de 1.5 litros.
Pu. Que se puedan purificar varios litros.	Capacidad de 4 Litros.
P. Debe procesar diferentes tipos de alimentos.	Poder procesar frutas semiduras y blandas, como mango, guanábana, papaya, banano, guayaba, carambolo, borojó y aguacate.
Pu. Debe eliminar bacterias y sedimentos.	Eliminar el 98% de bacterias coliformes y coliformes fecales, y garantizar una turbiedad menor a 5 NTU.
P. Debe ser estable.	Tener puntos de apoyo o sujetadores (como: prensas o piezas adherentes).
P. Deber ser más rápido y eficiente que las técnicas artesanales utilizadas actualmente para procesar alimentos.	El tiempo de preparación de un jugo debe ser de máximo de 5 minutos.
P-Pu. Debe ser resistente a la corrosión, a la humedad y al ambiente salobre, durante su almacenamiento, transporte y uso.	Utilizar materiales y acabados resistentes a altas condiciones de humedad y salobridad como: Acero inoxidable, Aluminio, plásticos, madera inmunizada, entre otros.
P-Pu. Que el mantenimiento y la limpieza puedan realizarse fácilmente, sin recurrir a técnicos o herramientas especiales.	Poder desensamblar piezas principales para mantenimiento y limpieza sin utilizar herramientas especiales.
P-Pu. Que el sabor de los alimentos no se altere debido al material del recipiente.	Los materiales que estén en contacto directo con el alimento (Agua y/o frutas) no pueden producir migraciones (sabor). Ser químicamente estables.
P-Pu. Debe ser de fácil producción y adquisición en el medio colombiano.	Utilizar piezas estándar producidas por terceros, y procesos de manufactura disponibles en el medio.

P-Pu. Que puedan producirse bajas cantidades.	Utilizar procesos que permitan un bajo volumen de producción, menor a 1000 unidades, o que no necesiten altas inversiones iniciales para su fabricación.
P-Pu. Deben tener un tamaño y un peso apropiados para el transporte.	Tamaño máximo de 30x30x30 cm. y peso máximo de 10 kg.
P-Pu. Que sea fácil de usar y manipular para un amplio rango de usuarios.	Las dimensiones y el mecanismo de funcionamiento deben ser adecuadas para que sea manipulado por usuarios desde 13 años.
P-Pu. Debe ser seguro para los usuarios	Las piezas de los productos no deben tener aristas vivas, elementos cortantes o cortopunzantes y los sistemas de ensamble deben garantizar su estabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

5.3. DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño conceptual o método de análisis de funciones, como lo describe Cross¹, permite considerar las funciones principales del producto y la manera cómo estas pueden ser abordadas en un orden lógico.

5.3.1. Caja negra

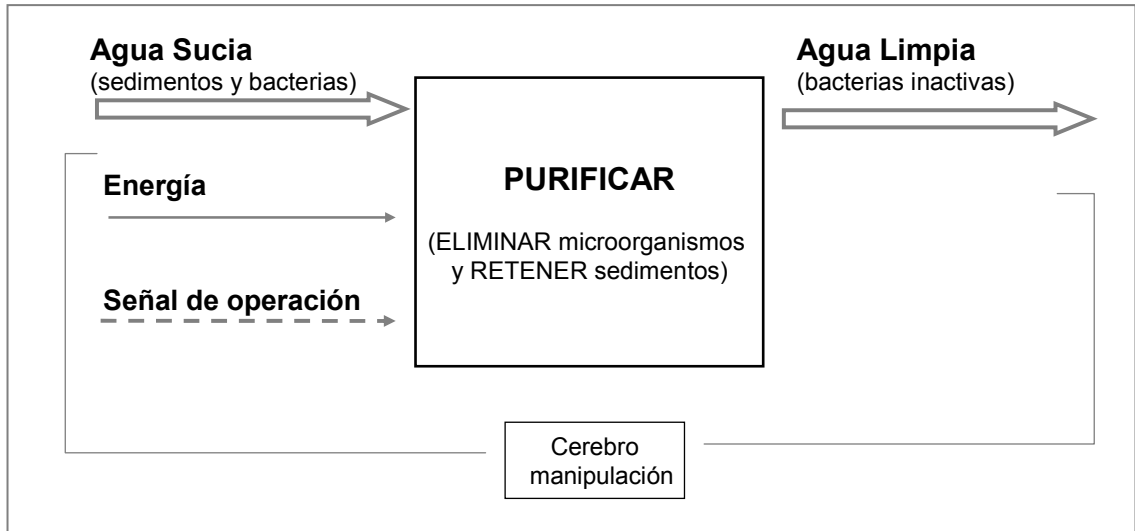
Es el punto de partida donde se describen de manera general las entradas y salidas del sistema. “La caja negra contiene todas las funciones que son necesarias para convertir las entradas en las salidas”², resumidas en una función principal o propósito fundamental del producto.

En las figuras 5.2 y 5.3 se muestran las cajas negras de los dos productos.

¹ Cross, Nigel. Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley; 1995.

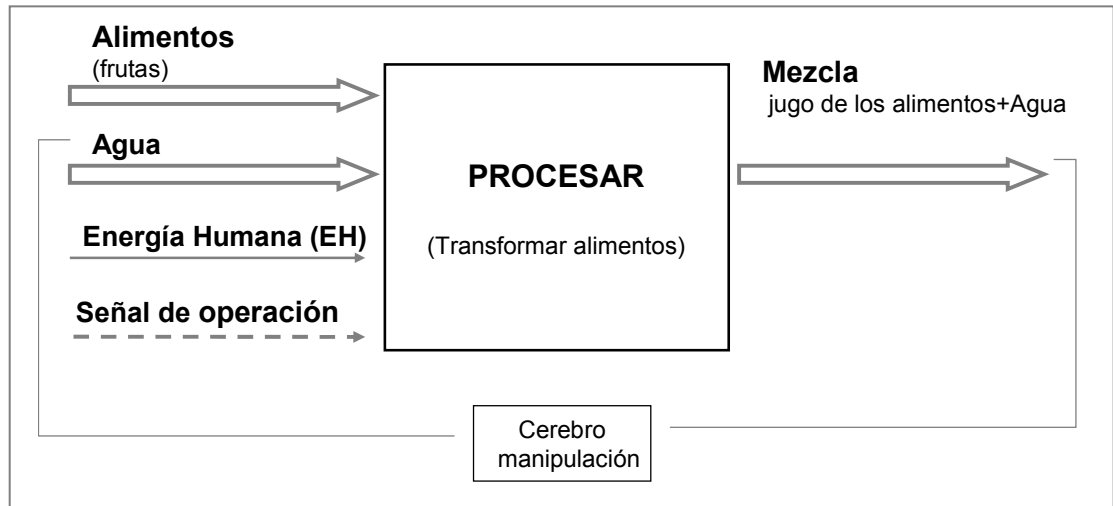
² *Ibíd.* P. 76.

Figura 5.2: Caja negra – Purificador de agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3. Caja negra – Procesador de Frutas



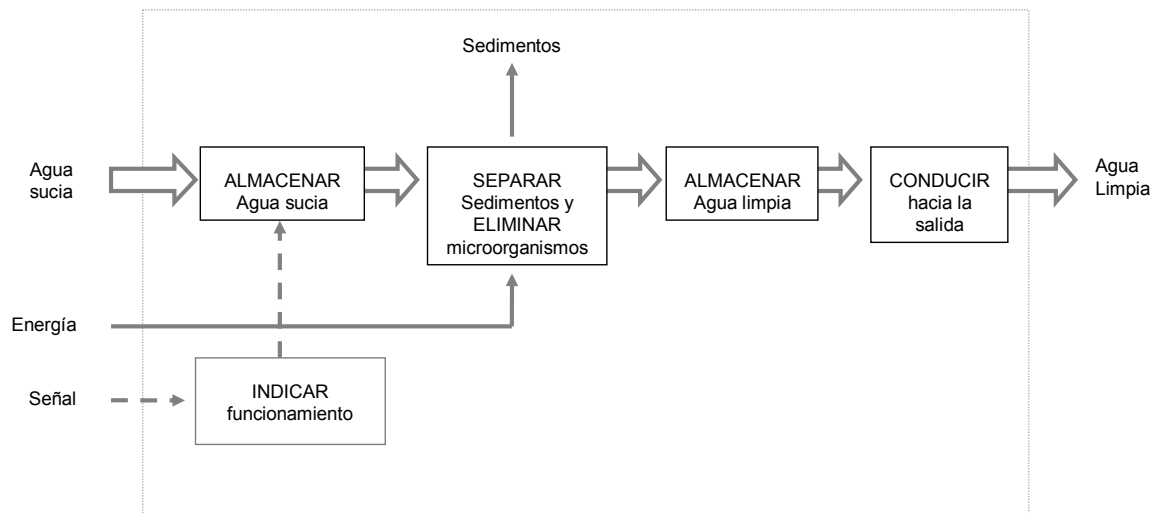
Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Diagrama funcional

Las tareas que se realizan dentro de la caja negra pueden resultar complejas, por lo que resulta necesario descomponerla en tareas o funciones secundarias¹. Estas funciones se expresan de la misma manera que las cajas negras.

Los diagramas funcionales de cada uno de los productos se presentan en las figuras 5.4 y 5.5:

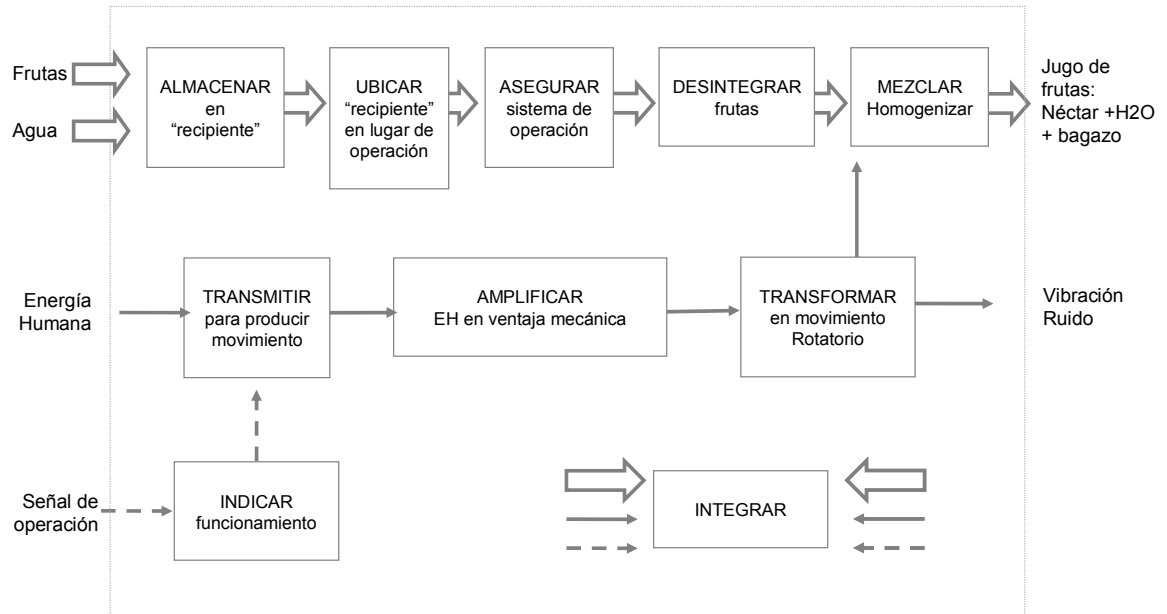
Figura 5.4: Diagrama funcional – Purificador de agua



Fuente: Elaboración propia

¹ Cross, Nigel. Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley; 1995. P. 77

Figura 5.5: Diagrama funcional – Procesador de frutas



Fuente: Elaboración propia

5.4. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

Dentro del proceso de desarrollo de un nuevo producto es importante tener en cuenta que el proceso creativo, como propone Cross¹ puede verse como un ejercicio de combinación de elementos existentes, es decir, desarrollando mejoras o diferentes configuraciones del mismo producto más que innovaciones.

Estas configuraciones son factibles gracias a que es posible asociar un conjunto de componentes básicos en múltiples formas. La agrupación de combinaciones se realiza por medio de un diagrama morfológico donde algunas “serán soluciones existentes; otras serán nuevas soluciones factibles; y probablemente un gran número más serán soluciones imposibles”².

¹ Cross, Nigel. Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley; 1995. P. 114.

² Ibíd. P. 117.

5.4.1. Diagrama morfológico

Luego de haber construido las especificaciones de diseño de producto (PDS) y el diagrama funcional que describe las funciones secundarias de los productos, se elaboró un diagrama morfológico en el cual se estableció una lista de componentes físicos que pudieran servir para realizar dichas funciones, estos componentes son considerados como “medios” para lograr una solución al diseño¹, y se agrupan formando diferentes combinaciones o alternativas potenciales de solución. En las tablas 5.2 y 5.3 se presentan dichos diagramas para los productos desarrollados.

Tabla 5.2: Diagrama morfológico purificador de agua

FUNCIONES SECUNDARIAS	PORTADORES DE FUNCION		
ALMACENAR Agua sucia	Recipiente cilíndrico	Botella	
SEPARAR- ELIMINAR Sedimentos y microorganismos	Filtro arena + Rayos UV (Filtración+Sodis)	Filtro cerámico Decantación	Temperatura Destilación
ALMACENAR Agua limpia	Recipiente cilíndrico	Botella	Cónico Superficie-inclinada
INDICAR funcionamiento	Grafico, tintas	Grafico, relieve	Material transparente + indicador gráfico
CONDUCIR hacia la salida	Llave Rosca	Llave ajustable	Boquilla

Alternativas: **1** **2** **3**

Fuente: Elaboración propia

¹ Cross, N. Op. Cit. p.114

Tabla 5.3: Diagrama morfológico Procesador de Frutas

FUNCIONES SECUNDARIAS	PORTADORES DE FUNCION				
ALMACENAR en "recipiente"	Vaso				
UBICAR "recipiente" en lugar de operación	Lineal	Circular	Lineal, circular	Ajuste circular	
ASEGURAR sistema de operación	Anillo	Topes	¼ de rosca	Ajuste de presión	
DESINTEGRAR frutas	Rodillos	Cuchillas	Superficie rayador		
MEZCLAR homogenizar	Forma cúbica	Forma cónica	Forma cilíndrica		
TRANSMITIR EH para producir movimiento	Palanca	Pedal	Lineal	Disco	
AMPLIFICAR EH en ventaja mecánica	Sin fin y corona	Poleas y correas	Engranajes cónicos	Volante	Engranajes cilíndricos
TRANSFORMAR en movimiento Rotatorio	Sin fin y corona	Poleas y correas	Engranajes cónicos	Engranajes cilíndricos	
INDICAR funcionamiento	Mango	Disco	Asas	Mango cuerda	

Alternativas: ① ② ③

Alternativa: ②

Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Configuraciones esquemáticas de alternativas

Al finalizar la construcción del diagrama morfológico se seleccionaron tres combinaciones que se consideraron soluciones potenciales, y a partir de éstas se realizaron exploraciones esquemáticas* para analizar la forma que podía adquirir cada una de las alternativas, teniendo en cuenta la coherencia funcional del producto. Ver figuras 5.6 y 5.7.

Después de analizar las configuraciones del purificador de agua y el procesador de frutas, se realizó una selección en cada alternativa respondiendo a criterios básicos de factibilidad técnica y financiera, teniendo en cuenta además la lista de requerimientos de diseño (PDS) y los objetivos del producto. Las alternativas escogidas, resaltadas en cada figura, se concibieron posteriormente de una manera más detallada para establecer una evaluación y selección más precisa.

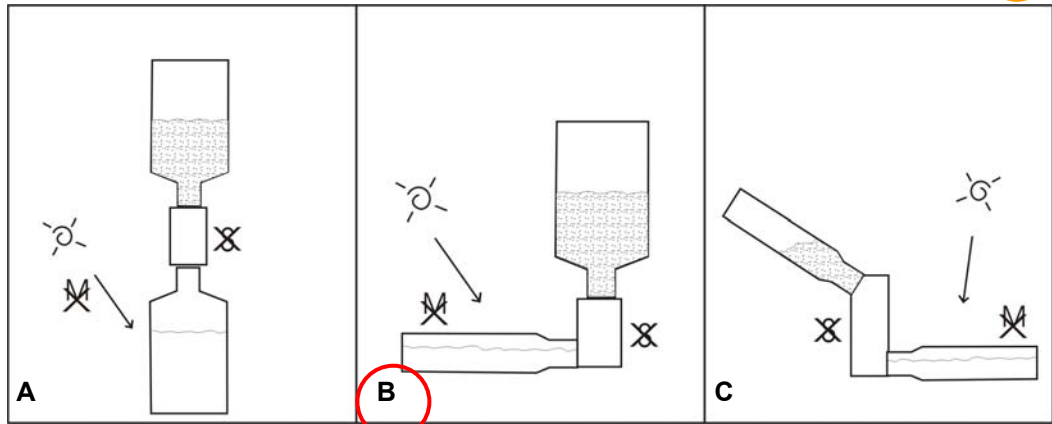
Durante el proceso de exploración esquemática se determinó la importancia de la utilización de piezas comerciales, especialmente en el caso del procesador de frutas, donde un vaso de licuadora comercial representaba un ahorro en costos y procesos, disminución en el número de piezas a diseñar, facilidad en la consecución de repuestos, familiaridad del usuario con el producto diseñado y fácil lectura de su uso o funcionalidad; estos últimos, objetivos secundarios del producto. Por estas razones, el diseño formal y funcional del procesador estuvo restringido a la forma de vasos y piezas de licuadoras comerciales, **convirtiendo el procesador de frutas en una “licuadora manual”**.

* Es posible crear un gran número de exploraciones esquemáticas. En este proceso se muestran aquellas que se consideraron como factibles y compatibles.

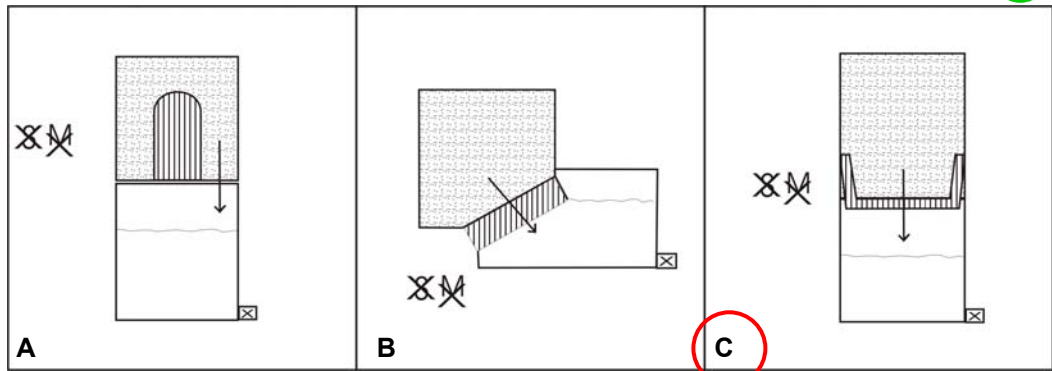
Figura 5.6: Configuraciones esquemáticas del purificador de agua



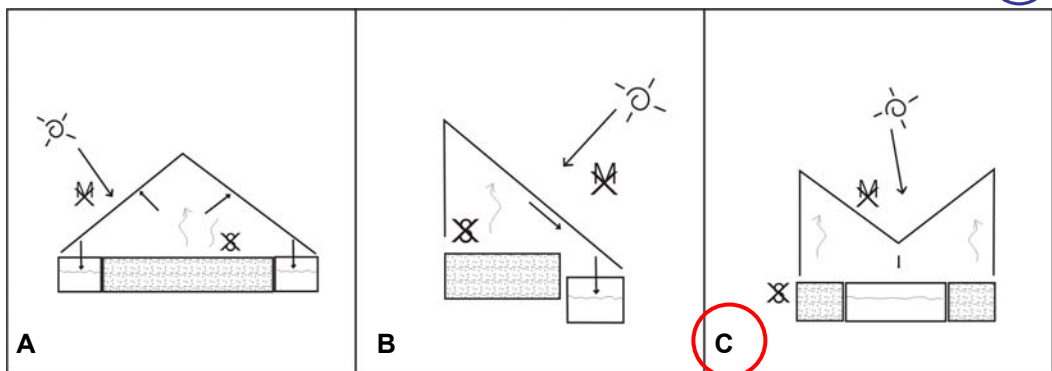
Alternativa: **1**



Alternativa: **2**



Alternativa: **3**

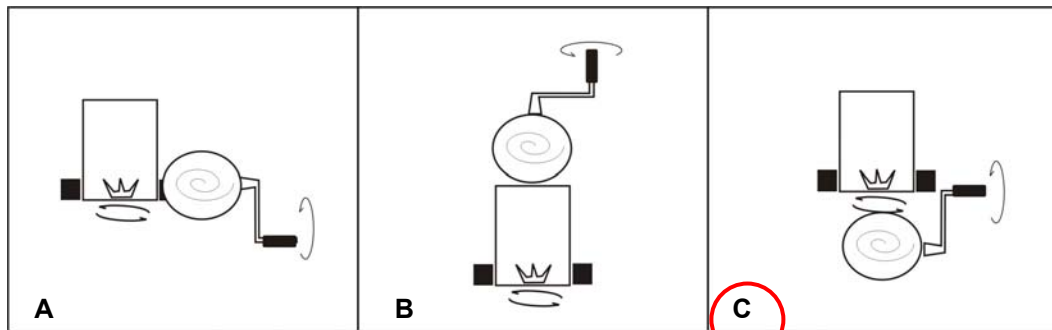


Fuente: Elaboración propia

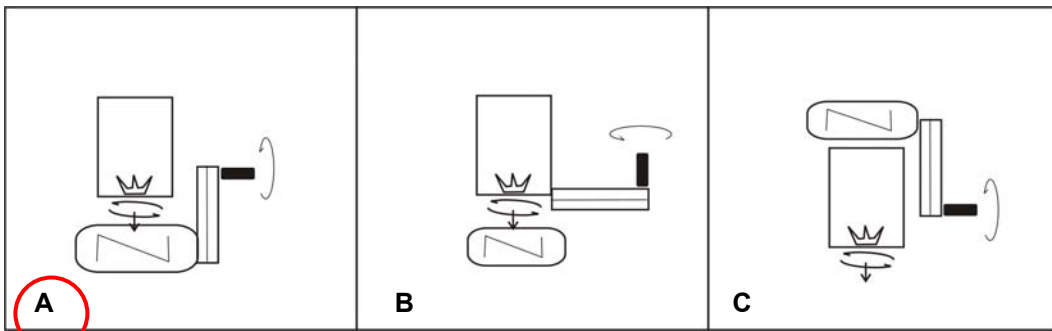
Figura 5.7: Configuraciones esquemáticas del Procesador de frutas

 vaso	 Cuchillas	 Poleas y correas
 Asegurar Circular	 Palanca	 Sin fin-Corona Engranajes Cónicos
 Asegurar 1/4 rosca	 Engranajes Cilíndricos Sin fin-Corona	 Mango
 Topes	 Disco	 Asas

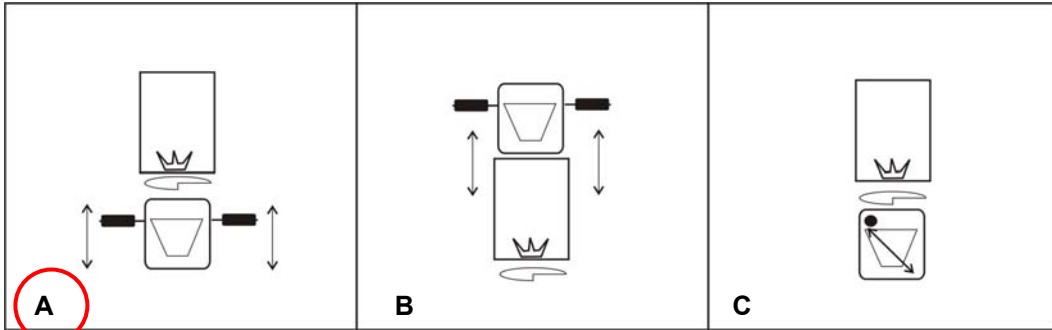
Alternativa: 1



Alternativa: 2



Alternativa: 3



Fuente: Elaboración propia

5.4.3. Diseño formal

Una vez definida la configuración de cada alternativa, se procedió a elaborar el diseño formal del producto, para lo cual se hicieron consideraciones frente a los usuarios, el contexto y productos que se asemejaran en colores, texturas y formas a la deseada. Asimismo se analizó un referente formal y conceptual para crear alternativas que fueran coherentes tanto en su función como en su forma.

Se intentó llegar a una solución que conectara estas variables, **que hablara el mismo lenguaje que las personas y lugares donde se usa el producto**, y que pudiera comunicar los atributos conceptuales.

La herramienta utilizada fueron tableros de imágenes, los cuales permiten visualizar y comunicar ideas acerca de los usuarios, el estilo de vida, los productos que utilizan, las actividades que realizan diariamente, el ambiente en el cual viven, las sensaciones que guían el diseño, entre otros. Para este proyecto se elaboraron tableros del usuario/estilo de vida, el contexto y el lenguaje formal deseado.

Del tablero de contexto, figura 5.8, se pueden resaltar características como la arquitectura autóctona, espacios abiertos que permiten un contacto cercano con la naturaleza, predominio en el uso de materiales locales como madera, barro, diferentes tipos de palmas y cañas; y mezcla de elementos de la cultura nativa con otros de culturas externas, no sólo en la arquitectura sino también en las características de los habitantes de la región. ***Es una región de riqueza natural y diversidad cultural, con grandes carencias tecnológicas que suponen una introducción no violenta de nuevos productos.***

Figura 5.8: Tablero de Contexto



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.9: Tablero de Usuario



Fuente: Elaboración propia

El estilo de vida de los usuarios está condicionado por el clima, el acceso a recursos y por las costumbres propias de cada individuo o grupo étnico. En general son pescadores y agricultores, se dedican al turismo y viven de una manera tranquila, despreocupada y alegre. Son personas de tradiciones familiares para quienes la cocina es una labor importante realizada generalmente por las mujeres.

Concluyendo, el lenguaje de diseño debía ser simple y contundente, es decir, que de manera inmediata los usuarios percibieran la función y los beneficios de cada producto.

Por otro lado, el lenguaje que se quiso explorar para los productos estuvo orientado a formas cerradas y simples, orgánicas y de colores cálidos; atributos que hacen referencia al concepto de unidad, a lo natural y lo familiar.

Figura 5.10: Tablero de Lenguaje formal



Fuente: Elaboración propia

Como referente formal y conceptual se eligió el coco, un fruto común de las zonas tropicales muy utilizado en la región choacoana por su versatilidad funcional. Tiene cuatro zonas diferentes: fibrosa, dura, blanda y líquida; cada una contenida en la anterior. La capa fibrosa sirve como combustible, la dura se usa para artesanías, y la blanda y líquida como alimentos. Crecen en una palmera, la cual sirve de soporte para varios racimos de cocos.

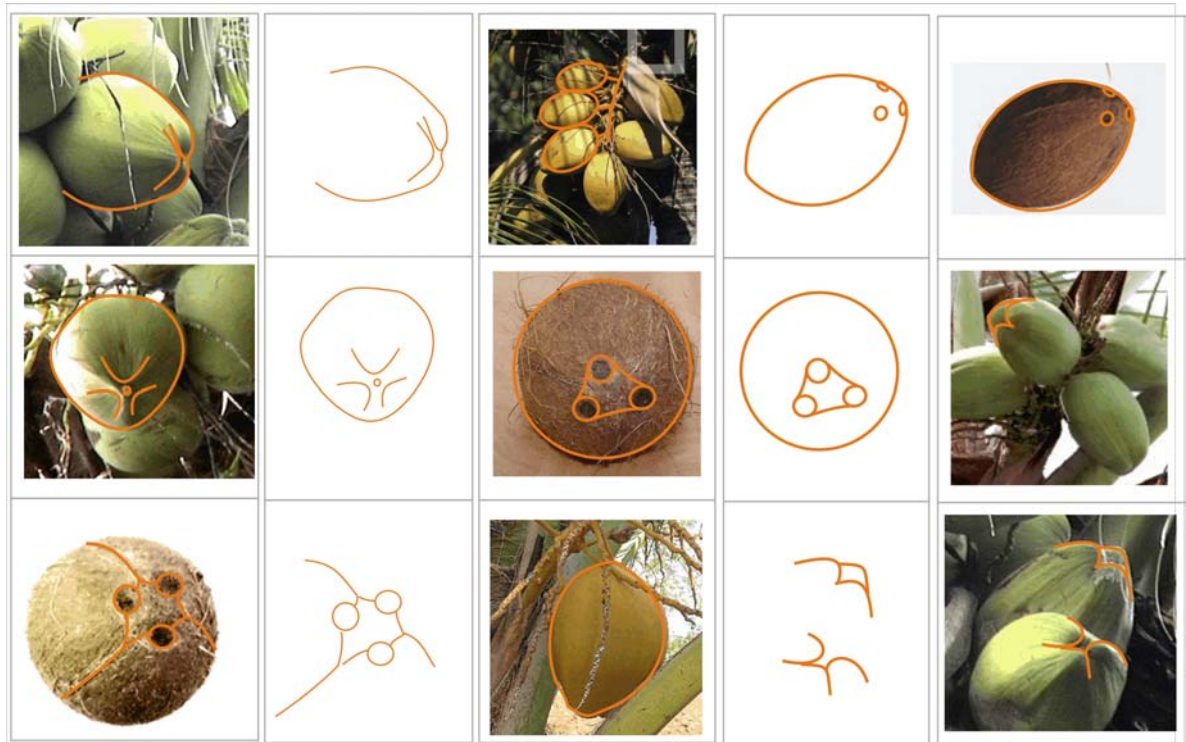
La cáscara dura del fruto con sus tres agujeros asemejan la cara de un mono, por esto, en el lenguaje coloquial, coco significa gesto o mueca.

Los conceptos asociados al referente elegido fueron:

- Agua y fruta
- Autonomía
- Resistencia
- Unidad
- Contenedor

En la figura 5.11 se evidencian elementos del referente en cuanto a forma, color y textura.

Figura 5.11: Tablero – Referente conceptual



Fuente: Elaboración propia

5.4.4. Alternativas de diseño para el purificador de agua

Para el desarrollo de las alternativas de diseño del purificador de agua se analizaron diferentes métodos de purificación que fueron explicados en el capítulo 3, de este análisis se eligieron tres posibles procedimientos para purificar el agua del municipio de Acandí: rayos ultravioleta, destilación y decantación. Estos métodos se eligieron teniendo en cuenta las condiciones de contaminación y turbiedad iniciales del agua a purificar*.

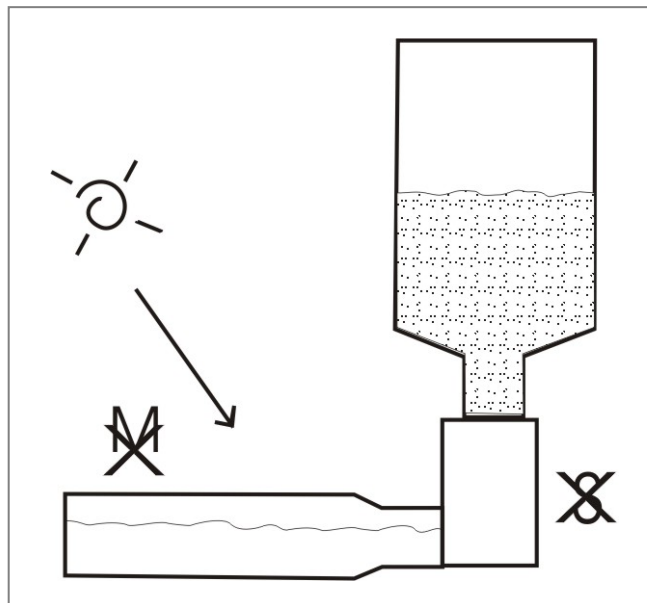
A continuación se esboza una idea de lo que fueron estas alternativas desarrolladas.

* Ver tabla 3.4 del capítulo 3.

Alternativa 1

Utiliza el método de purificación de agua por medio de rayos ultravioleta provenientes de la radiación solar (Sodis). El desarrollo de esta alternativa se basó en el diseño de un recipiente adecuado que pudiera reducir el tiempo de exposición solar de 6 a 2 horas. El recipiente debía contar con unas especificaciones técnicas de material y de forma que se pueden encontrar en las normas técnicas de Sodis en el anexo D. Debido a que el espesor de las botellas no podía ser superior a 6 centímetros y a que uno de los requerimientos de diseño era tener una capacidad de filtración de 4 litros por día como mínimo, se decidió que el producto contara con tres botellas de 1,5 litros cada una; para purificar 4,5 litros por cada uso, ver figura 5.13. Para cumplir el requerimiento de transparencia del material de las botellas, se decidió inicialmente utilizar PET para su fabricación; pero luego de evaluar el desempeño de este material en el tiempo y la tasa de transferencia de calor al interior del recipiente, se eligió el Policarbonato por su resistencia al rallado, mayor transparencia, resistencia a la temperatura y conductividad térmica.

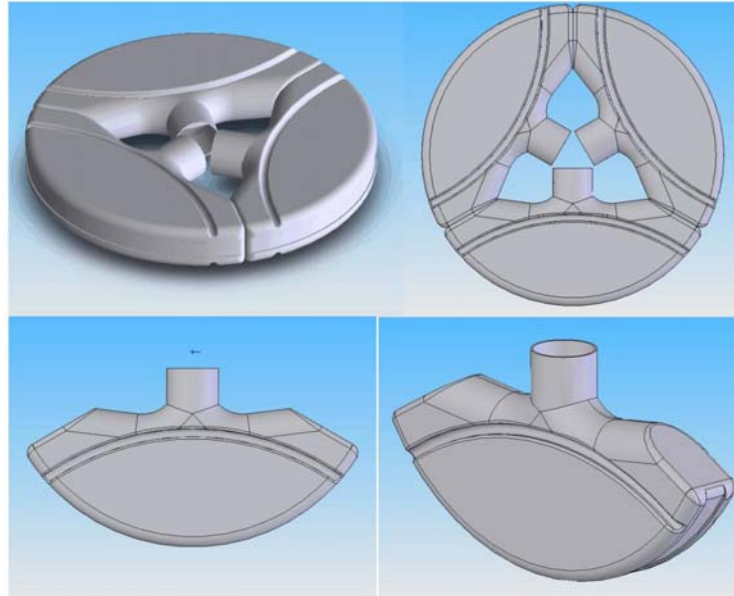
Figura 5.12. Esquema de la alternativa 1 – Purificador de Agua.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.13. Alternativa 1 Purificador de agua por rayos UV.

Alternativa: **1**



Fuente: Elaboración propia

Estas botellas debían ser ensambladas en una base para facilitar el transporte y al mismo tiempo aumentar la temperatura al exponerlas al sol. Para esto se realizó una propuesta de diseño un porta-botellas de caucho, utilizando neumáticos reciclados.

El producto debía contar además con un colector de rayos ultravioleta, de forma parabólica, que al orientar los rayos del sol hacia las botellas, ayudaban a que el proceso de purificación fuera más rápido.

Los bocetos correspondientes a esta alternativa se encuentran en el anexo G.

Ventajas:

- La efectividad del método en eliminación de bacterias está comprobada, bajos las condiciones de operación establecidas;(Ver Sodis, anexo D)

- El recipiente de almacenamiento de agua contaminada y potable es el mismo, ya que el proceso de purificación ocurre en el mismo lugar.
- Es autónomo ya que utiliza un recurso natural, los rayos solares, para su funcionamiento.
- Es portátil y liviano, se puede trasladar a cualquier lugar.
- El recipiente permite servir directamente el agua.

Desventajas:

- Este método no elimina la turbiedad del agua, por lo tanto ésta debe ser filtrada para retener los sedimentos.
- No funciona de noche.
- Requiere disciplina del usuario para lograr la efectividad del método, lo cual puede causar rechazo, o reducir la confiabilidad del método, por la comunidad.
- Requiere de mínimo 4 horas en el sol para purificar el agua.
- El material adecuado para el diseño de estas botellas es el Policarbonato, el cual requiere un proceso complejo de soplado para su producción.
- Se necesitan altos niveles de producción para que el producto sea económicamente viable.

Alternativa 2

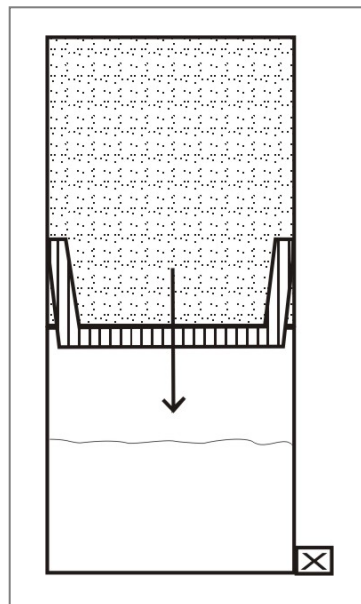
Esta alternativa se basó en el método de filtración por decantación, en el cual el agua contaminada pasa a través de un filtro debido a la acción de la fuerza de gravedad. Para el desarrollo de esta idea se consideró inicialmente desarrollar un material microporoso que filtrara bacterias de hasta 0,5 micras*, pero luego se descartó la idea por la falta de tiempo para realizar las pruebas necesarias al

* Tamaño de la bacteria E – Coli, la cual está presente en el agua analizada del municipio de Acandí.

material y se eligió un filtro cerámico impregnado con plata coloidal, elemento bactericida, que pudiera retener los sedimentos y eliminar las bacterias.

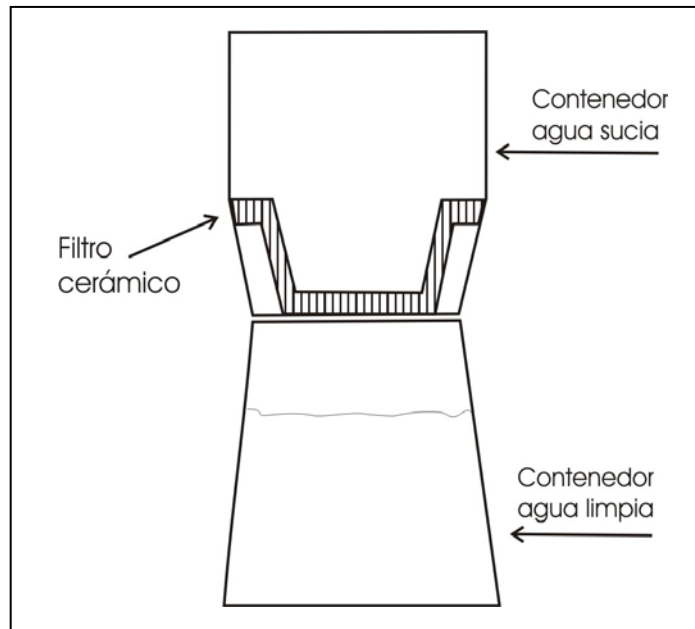
Para esta idea se deben utilizar dos contenedores, el primero contiene el agua contaminada que pasa por el elemento filtrante y el segundo recibe el agua purificada y la almacena hasta su uso. Para evitar que el agua se contamine por partículas o animales presentes en el aire, el producto debía estar cerrado. El esquema de la alternativa se muestra en la figura 5.14 y algunos bocetos se encuentran en el anexo G.

Figura 5.14. Esquema de la alternativa 2 – Purificador de Agua, filtro cerámico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.15. Alternativa 2 Purificador de Agua, filtro cerámico.



Fuente: Elaboración propia

Ventajas:

- La efectividad del método en eliminación de bacterias y sedimentos está comprobada, utilizando los componentes específicos.
- Es fácil de utilizar, culturalmente es aceptable ya que muchas personas almacenan agua en ollas o tinajas de barro.
- No cambia el sabor del agua.
- Mantiene el agua fresca.
- El recipiente permite servir directamente el agua.
- Puede ser producido por artesanos locales.
- Funciona las 24 horas del día.
- Es económico, no se necesitan altos volúmenes de producción.

Desventajas:

- Requiere mantenimiento periódico.
- La elaboración de la plata coloidal requiere cuidado en su elaboración y necesita acompañamiento técnico.
- Se debe reemplazar el elemento filtrante cada año.
- Tiene un peso mayor al de la alternativa 1 y 3.
- Es frágil.

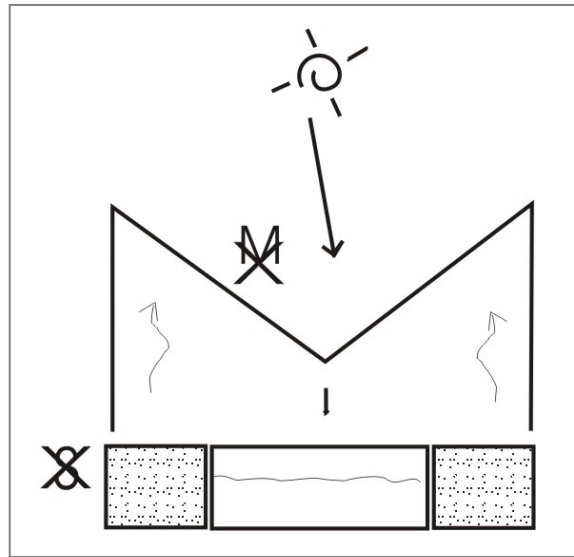
Alternativa 3

El desarrollo de la alternativa 3 utiliza el método de destilación para su funcionamiento. Consiste en utilizar un recipiente donde se almacena el agua contaminada, que se encuentra tapado con una pieza cónica transparente invertida. El agua se evapora y posteriormente se condensa debido al cambio de temperatura y se desliza por las paredes de la tapa, cayendo en un recipiente diferente. El producto debe ser llenado con agua contaminada y expuesto al sol durante el día. En la siguiente mañana el agua potable puede ser recogida.

Para esta alternativa, se diseñaron un recipiente para el agua contaminada, una tapa para el producto donde ocurre la condensación del agua y un recipiente colector de agua limpia. La forma cónica de la tapa, mejoraba el desempeño del producto ya que al ser inclinada en toda su superficie, facilitaba la condensación del agua.

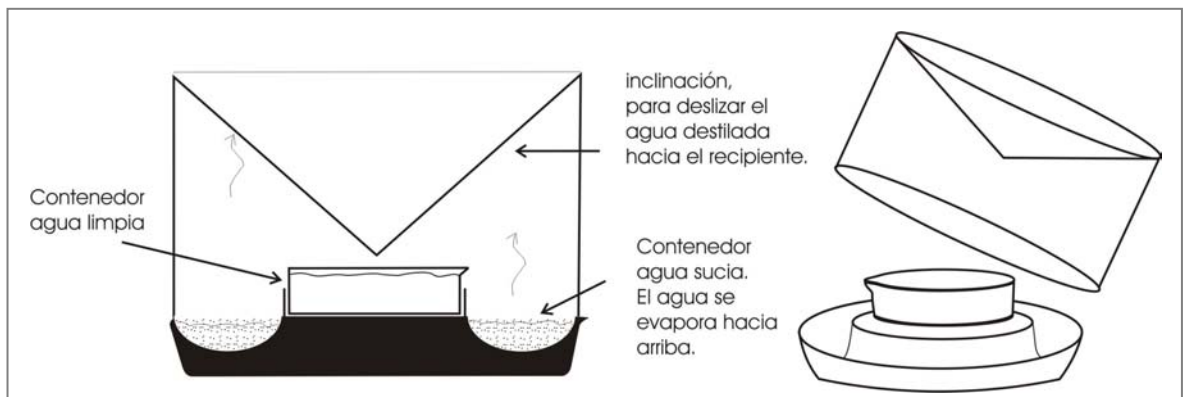
Esquemas de la alternativa se muestran en la figura 5.16 y 5.17 y algunos bocetos se encuentran en el anexo G.

Figura 5.16. Esquema de la alternativa 3 – Purificador de Agua, Destilación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.17. Alternativa 2 – Purificador de Agua, Destilación



Fuente: Elaboración propia

Ventajas:

- Este proceso elimina bacterias y sedimentos
- Es autónomo, utiliza los rayos solares y los cambios de temperatura.
- Es liviano y portátil.

Desventajas:

- Es un proceso muy lento. Aunque el agua queda completamente potable, se necesita aproximadamente un volumen cinco veces mayor al que se desea obtener en un día. Esto demanda un tamaño mayor, comparado con las alternativas 1 y 2, para obtener la misma cantidad de agua purificada.
- Se necesita producir un alto volumen de piezas para que sea económico.
- Se necesitan aproximadamente 4 productos para poder satisfacer la demanda de agua diaria de una familia promedio de 4 personas.
- Ocupa un mayor espacio en relación a las otras alternativas.

5.4.5. Alternativas de diseño licuadora

Las alternativas de la licuadora, como se expresó anteriormente en este capítulo, tuvieron restricciones en el diseño al tomar la decisión de utilizar un vaso comercial en el producto*.

Para el desarrollo de las alternativas se exploraron diferentes maneras de producir y transmitir movimiento con energía humana.

Alternativa 1

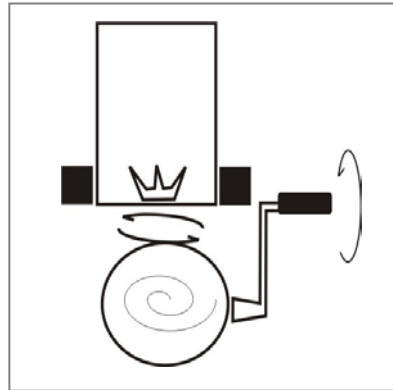
Consiste en utilizar piezas comerciales como el vaso, la tapa, las cuchillas y el acople del vaso con la carcasa del mecanismo.

Accionado por medio de una palanca de rotación vertical, permite que la licuadora sea fácil de usar para cualquier usuario, debido a la familiaridad que representa este tipo de palanca. El mecanismo consiste en un juego de engranajes rectos que amplifican el movimiento y posteriormente lo conducen hacia una corona y tornillo sin fin que lleva las revoluciones necesarias a las cuchillas. Utiliza una prensa que se ensambla en la base para asegurarla al lugar donde va a ser utilizada, con el fin

* Ver punto 5.4.2 Configuraciones esquemáticas de alternativas.

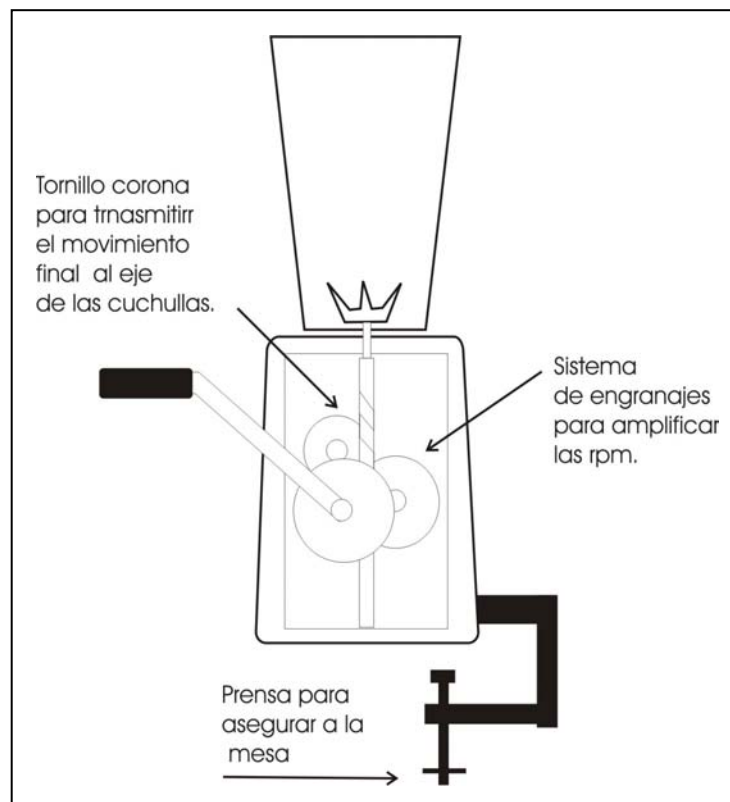
de evitar la vibración. Los bocetos se muestran en el anexo G. En la figura 5.18 se puede observar la idea generalizada en un esquema.

Figura 5.18: Esquema alternativa 1 Licuadora de palanca



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.19: Alternativa 1 Licuadora de palanca



Fuente: Elaboración propia

Ventajas:

- Utiliza piezas comerciales que reducen los procesos de producción.
- La palanca mecánica y su carcasa tienen familiaridad con los usuarios.
- Ocupa poco espacio.
- Tiene una buena relación con el contexto y el usuario.
- Sus componentes se integran dentro de un contenedor que limita la entrada de humedad.
- El diseño de piezas y componentes es factible.
- Los componentes del mecanismo son fáciles de producir en el medio colombiano.

Desventajas:

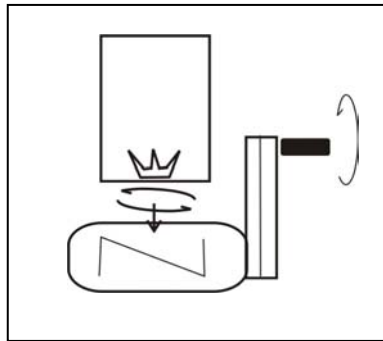
- Necesita una pieza adicional para asegurar estabilidad en el momento de operación.
- Puede producir de ruido y vibración.

Alternativa 2

Esta alternativa, Figura 5.20 y 5.21, utiliza las mismas piezas comerciales que la alternativa 1, sin incluir la pieza de acople del vaso a la carcasa, debido a que no utiliza la misma operación de ensamble. El movimiento se amplifica y se transmite por medio de poleas. Esta configuración demanda mas espacio, debido a que es necesaria la utilización de correas para transmitir el movimiento.

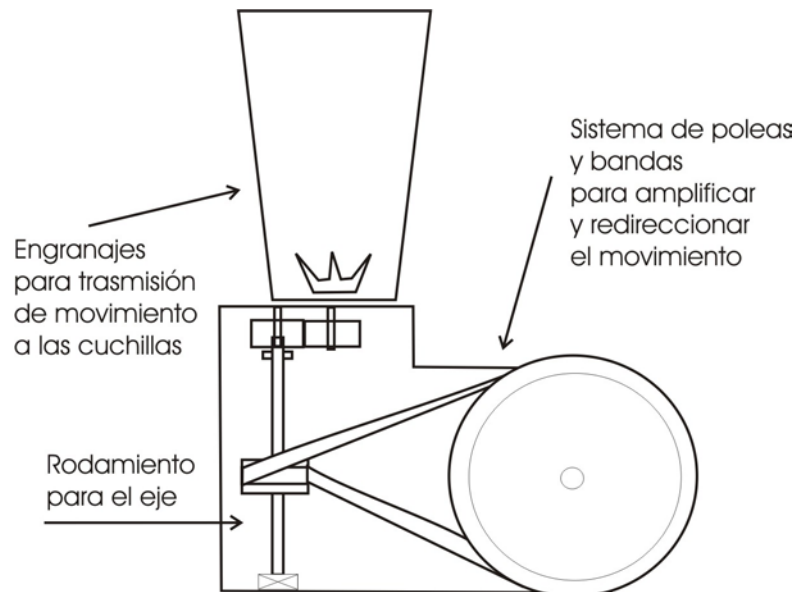
Cuenta con una base que le brinda estabilidad en el momento de operación.

Figura 5.20: Esquema alternativa 2 Licuadora de poleas



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.21: Esquema alternativa 2 Licuadora de poleas



Fuente: Elaboración propia

Ventajas:

- No necesita piezas adicionales para sujetar la base a la superficie donde se realizará la operación.
- Facilidad para manufacturar las piezas.
- Utiliza piezas comerciales.
- Es estable
- Es fácil de manipular por los usuarios.

- El diseño de piezas y componentes es factible.

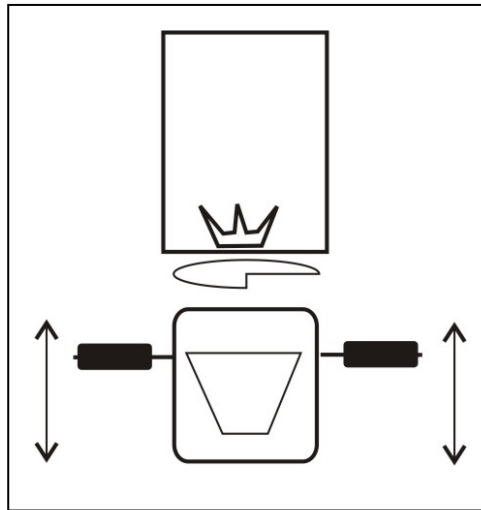
Desventajas:

- Ocupa mayor espacio con respecto a la alternativa 1.
- Sus componentes quedan expuestos a la humedad.
- Requiere más cuidado en su manipulación debido a que las bandas y poleas quedan descubiertas.
- Es posible que presente dificultades para adaptarse al contexto ya que por sus dimensiones es difícil de ubicar en la cocina.

Alternativa 3

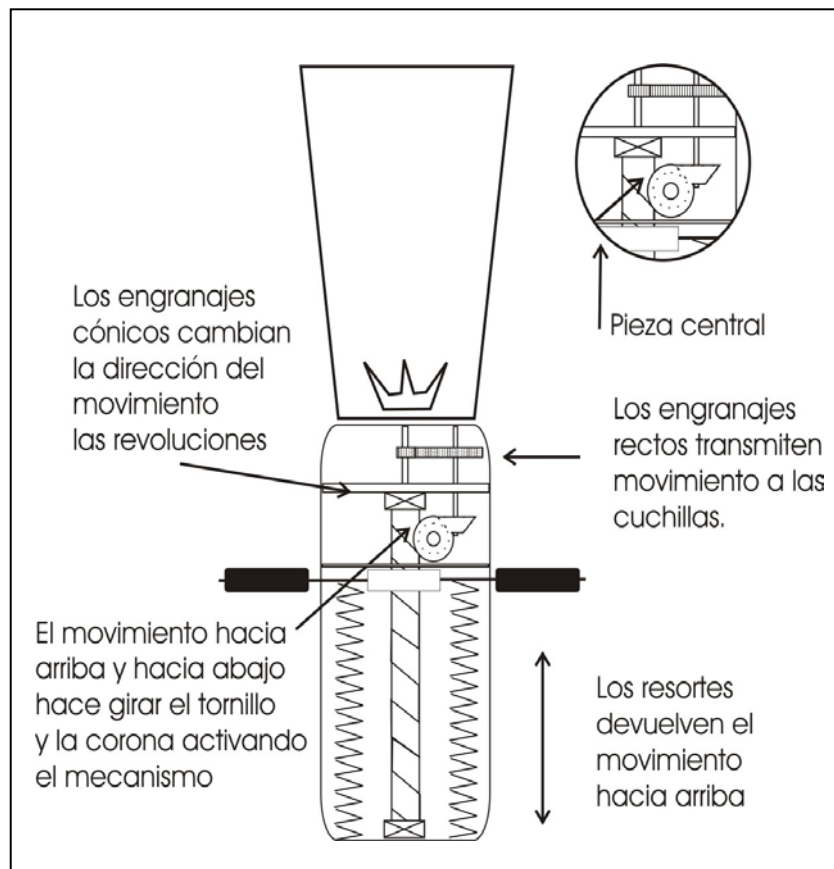
El principio de operación de esta alternativa consiste en ejercer presión sobre unas asas ubicadas lateralmente que están conectadas a una pieza que genera un movimiento lineal vertical de un tornillo sin fin que mueve una corona, la cual, transmite el movimiento a un sistema de engranajes cónicos que se encargan de cambiar el eje de rotación y a su vez aumentar las revoluciones por minuto. Al cambiar eje de rotación el movimiento es transfiriéndolas a un par de engranajes rectos permiten las revoluciones finales en las cuchillas. En el momento en el cual las asas llegan al tope máximo del movimiento vertical hacia abajo, el sistema es impulsado hacia arriba por medio de dos resortes. Debido a su forma de operación no es necesaria una pieza adicional para generar estabilidad, ya que el movimiento proviene desde arriba y no de los lados como las alternativas 1 y 2. Figura 5.22.

Figura 5.22: Esquema alternativa 3 Licuadora con asas laterales



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.23: Esquema alternativa 3 Licuadora con asas laterales



Fuente: Elaboración propia

Ventajas:

- Los componentes están cubiertos por una carcasa
- Es estable
- El movimiento de operación es fácil de realizar

Desventajas:

- Utiliza mayor número de piezas y componentes que las alternativas 1 y 2.
- Utiliza piezas complejas para la transmisión del movimiento del tornillo.
- Ocupa mayor espacio con respecto a la alternativa 1.
- Utiliza un menor número de piezas comerciales.

5.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la selección de las soluciones definitivas se realizaron tablas de evaluación en las cuales se valoraron aspectos relevantes del diseño determinados por los requerimientos de cada producto y los objetivos del proyecto. “La evaluación de alternativas solo puede hacerse si se toman en consideración los objetivos que se supone debe alcanzar el diseño”¹

La elaboración de las tablas de evaluación se basa en la asignación de puntajes a cada uno de los criterios. Posteriormente se calificaron los atributos de cada alternativa dependiendo del nivel de cumplimiento de cada uno de los criterios de evaluación*. Esto con el fin de realizar un proceso de selección lógico en donde se pudieran verificar las alternativas de diseño contra los criterios establecidos.

La calificación se realizó de la siguiente manera:

¹ Cross, Nigel. Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley; 1995. P. 130.

* Cabe resaltar que esta evaluación se realiza basándose en supuestos ideales de funcionamiento de cada una de ellas.

P: Puntaje del criterio. Hace relación al peso o importancia que tiene cada uno de los criterios establecidos para cumplir con la lista de objetivos planteados al inicio de este capítulo. Los puntajes asignados a los criterios suman el total del producto. 100%.

Pa: Es el puntaje de cada uno de los criterios de la alternativa. Estos puntajes se hacen de manera ascendente siendo el valor de P, Puntaje del criterio, el mayor y mejor valor para evaluar la alternativa.

Pt: Luego de haber calificado cada uno de los criterios de las alternativas se hace una ponderación con el fin de conocer el valor total de cada alternativa, el cual aparece al final de cada una de las columnas de Pt.

Tabla 5.4. Tabla de evaluación de alternativas – Licuadora Manual

CONVENCIONES										
P: Puntaje criterio			Pa: Puntaje alternativa				Pt: Puntaje total			
ALTERNATIVAS										
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid orange; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> </div>										
CRITERIOS	P	PALANCA	Pa	Pt	POLEAS	Pa	Pt	PRESION	Pa	Pt
Costo del producto (por unidad)	8	Medio	7	56	Medio	5	40	Alto	3	24
Bajo volumen de producción	7	Medio	6	42	Medio	6	42	Alto	4	28
Inversión inicial de producción	8	Medio-Alto	6	48	Medio-Alto	6	48	Medio-Alto	6	48
Relación contexto-usuario	12	Alto	11	132	Medio-Alto	10	120	Medio-Alto	9	108
Facilidad del proceso productivo	7	Alto	6	42	Medio-Alto	5	35	Medio-Alto	5	35
Facilidad de repuestos	4	Alto	4	16	Medio	4	16	Medio	3	12
Desempeño	13	Medio-Alto	11	143	Medio-Alto	11	143	Medio-Alto	11	143
Facilidad de uso	14	Alto	13	182	Medio-Alto	12	168	Medio	11	154
Tamaño / peso	9	Medio	8	72	Alto	4	36	Medio	6	54
Estabilidad	8	Media	5	40	Alta	8	64	Alta	8	64
Facilidad de desarrollo de componentes	10	Alto	9	72	Medio	7	56	Medio	6	48
	100			845			768			718

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.5: Tabla de evaluación de alternativas – Purificador de agua

CONVENCIONES		
P: Puntaje criterio	Pa: Puntaje alternativa	Pt: Puntaje total

CRITERIOS	P	ALTERNATIVAS								
		1			2			3		
		SODIS	Pa	Pt	FILTRO	Pa	Pt	DESTILACION	Pa	Pt
Capacidad (de un solo producto)	5	1,5 - 4 lts/dia	3	15	ilimitado	5	25	3 - 5 lts/dia	1	5
Costo del producto (por unidad)	10	Medio	9	90	Medio	7	70	Alto	6	60
Bajo volumen de produccion	6	Alto	1	6	Bajo	5	30	Alto	1	6
Inversion inicial de produccion	6	Alta	1	6	Medio	5	30	Alto	2	12
Efectividad contra microorganismos	14	Alta	14	196	Alta	14	196	Alta	14	196
Tasa de filtracion	9	8 Lts/dia	6	54	24 lts/dia	9	81	1.5 lts/dia	1	9
Relación contexto-usuario	5	Medio	4	20	Alta	5	25	Medio	3	15
Necesidad de repuestos	5	No	5	25	Si	4	20	No	5	25
Facilidad de uso	6	Medio	5	30	Alta	6	36	Alta	5	30
Tamaño / peso	5	Bajo	5	25	Alto	2	10	Bajo	3	15
Efectividad contra sedimentos	4	Alto	4	16	Alto	4	16	Alto	4	16
Calidad final del agua	9	Buena	9	81	Buena	9	81	Buena	9	81
Tiempo de efectividad de inactivación microbiana	9	24 horas	5	45	30 horas	7	63	> 30 horas	9	81
Facilidad del proceso productivo	7	Bajo	1	7	Alto	7	49	Medio	3	21
	100			616			732			572

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de tablas expuestas anteriormente, las alternativas 2 para el purificador y 1 para la licuadora manual registraron una mayor calificación.

De acuerdo con los objetivos planteados y con la metodología empleada en este proceso se determino que las alternativas de solución para cada uno de los productos es la siguiente:

- La selección de la alternativa 1 para el diseño de la licuadora: Palanca de rotación vertical, engranajes rectos, corona y tornillo sin fin, prensa.
- La alternativa seleccionada para el diseño del purificador fue la número 2: Filtro cerámico impregnado con plata coloidal.

Estas alternativas seleccionadas se confrontaron con el PDS para hacer una evaluación frente a aquellos criterios de evaluación que no habían sido incluidos.

6. DISEÑO DE DETALLES

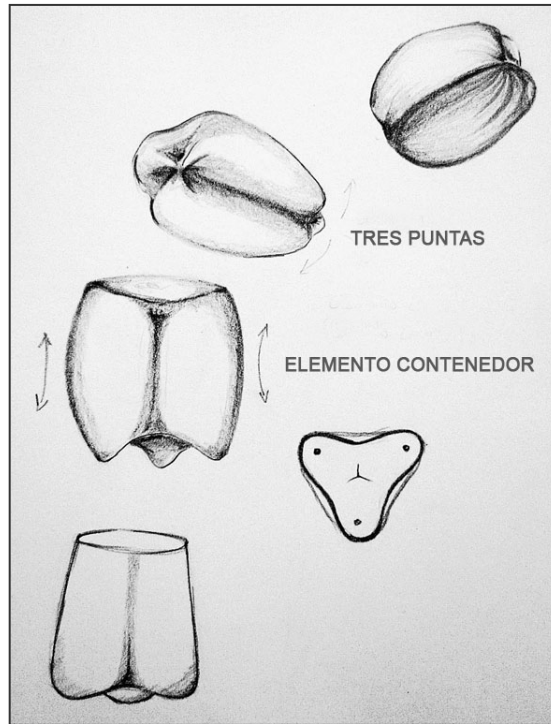
El capítulo final de este proyecto se refiere a los procesos, cálculos, planos, detalles de producción o ensamble y diseño formal de las alternativas elegidas; que proporcionan una descripción precisa del diseño definitivo de los productos y el punto de partida para la fabricación de los prototipos.

Para unificar los dos productos y enfatizar en su carácter de elementos complementarios, el purificador de agua y la licuadora manual se diseñaron con el mismo lenguaje formal. Para este propósito, se retomaron elementos formales y funcionales del coco, que sirvieron como vínculo entre ambos productos.

Las características más representativas con relación al referente se listan a continuación:

- a. Se conserva una base de tres salientes para ambos productos. Esta forma hace referencia a las marcas que tiene el coco sobre su capa dura, las cuales se abstraen en tres círculos que sirven como base y desde la cual se desarrolla la forma. Ver figura 6.1
- b. Se aplicó el referente directamente en la tapa del purificador de agua donde se concibieron tres cavidades para el agarre, sugiriendo las huellas del coco.
- c. Se utilizaron líneas orgánicas, simples y proporcionadas en los desarrollos formales, haciendo referencia a estas características que se sustrajeron del referente y se consideraron apropiadas para los productos.
- d. Se eligieron colores y materiales adecuados para el contexto y el usuario, que permitieron además la creación de diferentes texturas en los productos.

Figura 6.1. Abstracción y aplicación formal del referente para ambos productos



Fuente: Elaboración propia

Los aspectos funcionales que surgieron del referente, y que se tuvieron en cuenta para el diseño, incluyeron conceptos como: “contener”, “proteger”, “unidad” y “autonomía”. La manera como estos conceptos se evidencian en los productos se muestran en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Aplicación conceptual del referente para ambos productos

CONCEPTO	APLICACIÓN		
	COCO	PURIFICADOR	LICUADORA
Contener	Cada capa interior contenida en la exterior, desde agua y fruto, hasta la corteza.	Recipientes para agua contaminada y tratada.	Vaso que contiene agua y frutas.

Proteger	Capas duras protegen capas blandas.	Tapa que protege el agua limpia de agentes externos.	Carcasa que protege mecanismo.
Unidad	Capas que constituyen un solo elemento.	Partes contenidas en un solo elemento.	Partes que se integran armónicamente.
		Ambos productos tienen afinidad formal.	
Autonomía	No depende de otros para desarrollarse. Transforma de manera autosuficiente los rayos solares y los nutrientes del suelo.	Independencia funcional. El usuario no tiene que supervisar su funcionamiento.	Independencia energética. El usuario transforma su propia energía para producir movimiento.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se tuvo en cuenta la interacción del producto con el usuario y el contexto para lograr una formalización de acuerdo a los objetivos secundarios del proyecto de diseño y desarrollo, mencionados en el capítulo 5 en la clarificación de objetivos. En la figura 6.2.

Figura 6.2. Purificador de agua y Licuadora manual en cocina chocoana.

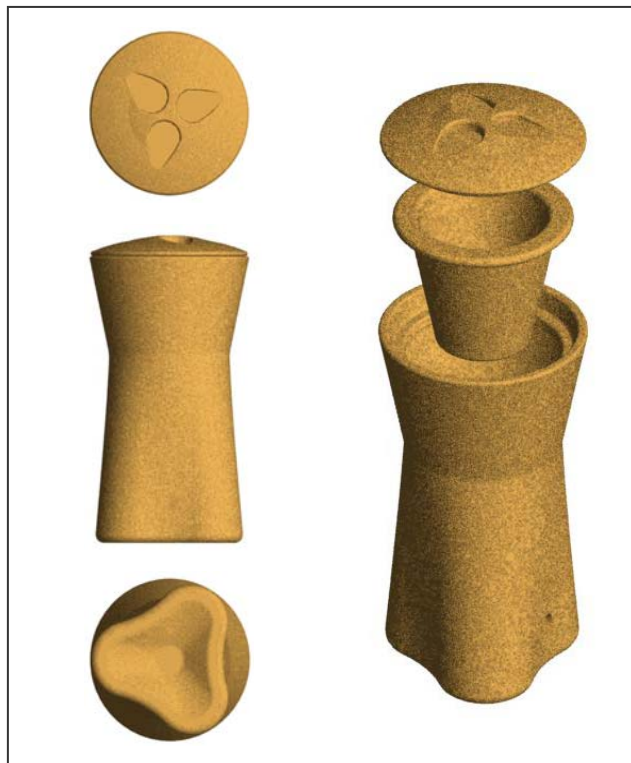


Fuente: Montaje, elaboración propia

6.1. DISEÑO DEFINITIVO DEL PURIFICADOR DE AGUA

El purificador de agua, es un producto que utiliza la decantación como método para filtrar sedimentos. Consta de tres elementos integrados en el diseño: un filtro, una carcasa y una tapa. Ver figura 6.3.

Figura 6.3. Partes del purificador de agua.



Fuente: Elaboración propia

El filtro, que sirve como recipiente para agua cruda o contaminada, se fabricó con arcilla, aserrín, chamote y carbón en polvo, para asegurar la porosidad y permitir el paso del agua sin sedimentos. Algunas etapas de la fabricación del prototipo se muestran en la figura 6.4.

La carcasa sostiene al filtro y recibe el agua tratada, la cual se obtiene por medio de una llave plástica comercial. Está fabricado en arcilla blanca que permite la fabricación a una escala media y tiene un recubrimiento de arcilla roja que sirve en este caso de elemento estético, sin embargo el acabado superficial puede ser el que el usuario desee.

La tapa que protege de elementos externos al agua contenida en el purificador, está fabricada con los mismos materiales de la carcasa.

Figura 6.4. Fabricación del prototipo

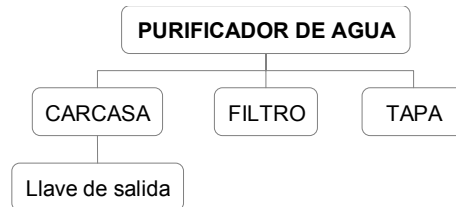


Fuente: Elaboración propia

El material de las partes se eligió porque su porosidad permite filtrar partículas presentes en el agua; porque tiene menos cantidad de hierro que la arcilla roja; por la facilidad de manufactura tanto industrial como artesanal; la posibilidad de fabricación con ceramistas de la región; la afinidad con el contexto y el usuario al ser un material de uso tradicional, y por la posibilidad de hacer aplicaciones y variaciones formales sin comprometer la funcionalidad.

Un esquema del ensamble purificador de agua se muestra a continuación en la figura 6.5 y la lista de partes se puede apreciar en la tabla 6.2.

Figura 6.5. Esquema de ensamble del Purificador de agua



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.2. Piezas del purificador de agua

PURIFICADOR			
PIEZA	CANT	MATERIAL	PROCESO
Carcasa	1	Cerámica blanca esmaltada internamente	Vaciado drenado
Filtro	1	Cerámica blanca impregnada con plata coloidal. Sin esmaltar	Prensado semiseco
Tapa	1	Cerámica blanca esmaltada internamente	Vaciado drenado

Fuente: Elaboración propia

Algunos beneficios del purificador en relación a otros métodos tradicionales que requieren más de dos operaciones o que no tienen mucha aceptación por parte de los usuarios debido al uso de sustancias químicas, son la autonomía que brinda a los usuarios al reducir las operaciones de purificación a una sola y en un solo producto, la posibilidad de proponer un método que no requiere aditamentos químicos ni procesos adicionales para remover los sedimentos y la independencia de fuentes energéticas como electricidad, energía solar, leña.

Con una capacidad de 4 litros en el cuerpo, 1 litros en el filtro, y una tasa de filtración de 1 litro/ hora, el purificador debe ser llenado tantas veces como sea el consumo de agua de cada usuario o familia. Su funcionamiento consiste en llenar el filtro con agua contaminada y esperar aproximadamente 1 hora para obtener 1

litro de agua libre de sedimentos. El agua se obtiene utilizando la llave dispensadora ubicada en la carcasa.

Para el mantenimiento del purificador de agua es necesario lavar el filtro cada 3 meses haciendo pasar una corriente de agua en sentido contrario de la filtración.

El purificador de agua tiene un precio al público de \$50.000, estimado según una producción media de 500 unidades iniciales.

La forma y dimensiones de las piezas se pueden observar en los planos de construcción del anexo H.

6.1.1. Utilización de plata coloidal en el purificador de agua

La plata coloidal son partículas de plata cargadas eléctricamente, extremadamente pequeñas, su tamaño varía de 0,01 a 0,001 micrón de diámetro, y se encuentran suspendidas en agua destilada. El coloide de plata es obtenido por un método fisicoquímico llamado electrólisis.

La preparación de la mezcla de plata coloidal para impregnar los filtros, se realiza en 250 mililitros de agua destilada, agregando 2 mililitros de plata coloidal al 3.2%. Cuando el filtro está seco se aplica esta solución por medio de pintado o por inmersión, según PFP Potters For Peace* se aplican 2/3 de la solución de plata coloidal en la superficie interna y el 1/3 restante en la parte externa del filtro¹.

La plata coloidal a la que se hace referencia en este artículo es un producto comercial conocido como Microdyne que se distribuye principalmente en Centroamérica cuya efectividad ha sido probada en varios países.²

* PFP: (Potters For Peace) Ceramistas por la paz

¹ MIT (Massachusetts Institute of Technology). Potters for Peace Filter [Artículo de Internet] <http://stuff.mit.edu/people/murcott/publications/PFPManufacture.pdf> [Consulta febrero de 2006]

² EDC @, 2006

Los filtros elaborados de esta manera aseguran la separación de sedimentos y la eliminación de bacterias coliformes totales y coliformes fecales y cumplen con lo estipulado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos¹, que sugieren que el límite de concentración de plata permitido para agua de consumo humano sea inferior a 100 mg por litro.

Para indagar si la elaboración de plata coloidal era factible de manera local, se realizó un proceso experimental^{*}, descrito en el anexo J, y luego se realizó una prueba de efectividad bactericida en el laboratorio de biotecnología de la universidad Eafit^{**} con el fin comprobar este proceso y la confiabilidad de la plata coloidal.

Aunque las pruebas de esta exploración resultaron negativas, el uso de plata coloidal para inhibir bacterias en el purificador de agua, sigue siendo factible por medio de la utilización productos comerciales.

6.2. DISEÑO DEFINITIVO DE LA LICUADORA MANUAL

La licuadora manual es un producto que sirve para procesar frutos semiduros y blandos presentes en la dieta de los habitantes del municipio de Acandí, Chocó, como mango, guanábana, papaya, banano, guayaba, carambolo, borjón y aguacate.

Para su accionamiento, el usuario hace girar una manivela que transmite el movimiento rotatorio a unas cuchillas que trituran la fruta. Los elementos del vaso y las cuchillas, piezas comerciales marca *Oster*, se acoplan al cuerpo de la licuadora, el cual debe fijarse a una mesa de trabajo por medio de una prensa ajustable.

¹ Silver Institute @, 2006

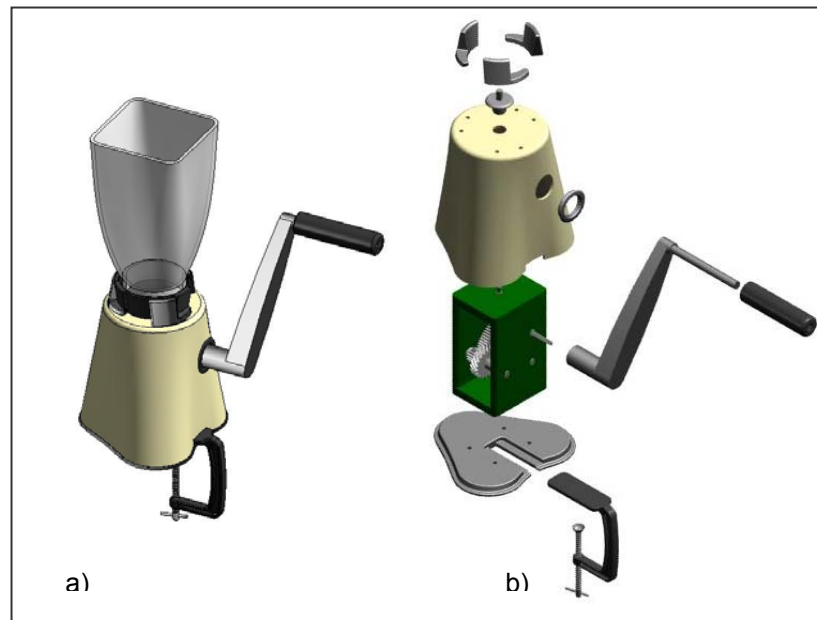
^{*} El método de obtención de plata coloidal estuvo asesorado por el profesor de la Universidad Eafit Jesús Alberto Pérez, sustentada en información obtenida de Internet.

^{**} La prueba bactericida estuvo asesorada por el profesor del Laboratorio de biotecnología Sigifredo Cárdenas

Para un mejor funcionamiento del producto es recomendable comenzar el movimiento de rotación antes de llenar el vaso con las frutas, y no se deben introducir frutos secos o duros como el coco.

En las figuras 6.6 y 6.7 se puede apreciar el diseño final propuesto y las partes que componen la licuadora.

Figura 6.6. Diseño definitivo Licuadora manual



*a) Licuadora manual completa. b) Explosión base de la licuadora manual.
Fuente: Elaboración propia*

Figura 6.7. Vistas del diseño definitivo Licuadora manual



Fuente: Elaboración propia

La carcasa del producto fue fabricada en fibra de vidrio con una forma orgánica derivada del referente. Esta carcasa cubre el mecanismo, lo protege de la humedad y de los golpes; soporta los topes para el acople del vaso, la conexión de las cuchillas, y permite el ensamble del mecanismo con la manivela.

Los topes se diseñaron teniendo en cuenta el ensamble entre el acople del vaso (elemento comercial) y la carcasa, uniendo tanto formal como funcionalmente estos dos elementos.

La palanca, que inicia el movimiento en la caja de engranajes, junto con los topes, la base de la carcasa y la prensa están fabricados en aluminio fundido y pulido. La palanca cuenta además con un mango fabricado en macana, madera dura que puede encontrarse en el departamento del Chocó, que brinda un buen agarre y apariencia interesante en el producto.

La base, diseñada para sostener una prensa en forma de C que asegura la licuadora manual, tiene ensamblado el mecanismo por medio de tornillos para garantizar la estabilidad y funcionalidad del producto.

Los engranajes cilíndricos, ubicados sobre ejes de acero en una caja de nylon autolubricado, conforman, junto con el tornillo sinfín, el mecanismo de la licuadora manual. Ver figura 6.8.

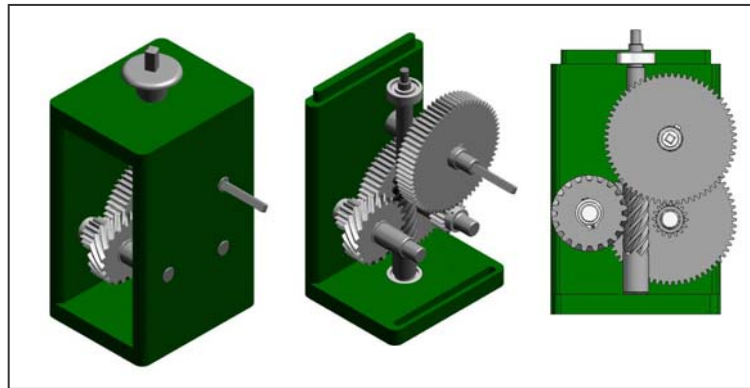
Los engranajes rectos y la corona están fabricados de Poliamida 66 adicionada con molibdeno para mejorar la resistencia mecánica y térmica. Los materiales plásticos presentan, frente a los metálicos, la ventaja de su marcha silenciosa y poco peso¹, además el material conserva su estabilidad dimensional aún siendo sometido a esfuerzos generados por el funcionamiento.

El tornillo sinfín, en cambio, está fabricado en acero 1045 con tratamiento térmico para hacerlo más resistente a las cargas axiales, y gira sobre un par de rodamientos ubicados en la parte superior e inferior de la caja de engranajes para favorecer la transmisión de velocidad y asegurar el ajuste de las relaciones de posición. Los ejes giran libremente sobre las paredes de la caja, aprovechando las características del material de la misma y reduciendo el uso de rodamientos.

En la tabla 6.3 se presentan los datos básicos de la caja de engranajes. Para más detalles se pueden consultar las memorias de los cálculos en el anexo K.

¹ Dudley, D. Manual de engranajes. México D.F: C.E.C.S.A., 1983. p. 681

Figura 6.8. Mecanismo Licuadora Manual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.3. Datos de la caja de engranajes

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN	1:53
VELOCIDAD	5300 rpm de salida suponiendo 100 rpm de entrada
POTENCIA	70 W
ENGRANAJES	ENGRANAJES RECTOS Engrane (Cantidad = 2) $Z = 64, M = 1, D_p = 64$
	Piñón (Cantidad = 2) $Z = 16, M = 1, D_p = 16$
	SINFÍN Y CORONA Corona (Cantidad = 1) $Z = 20, M_n = 1.25, D_p = 35,35$
	Tornillo sinfín (Cantidad = 1) $Z = 6, M = 1.25, D_p = 10,5$

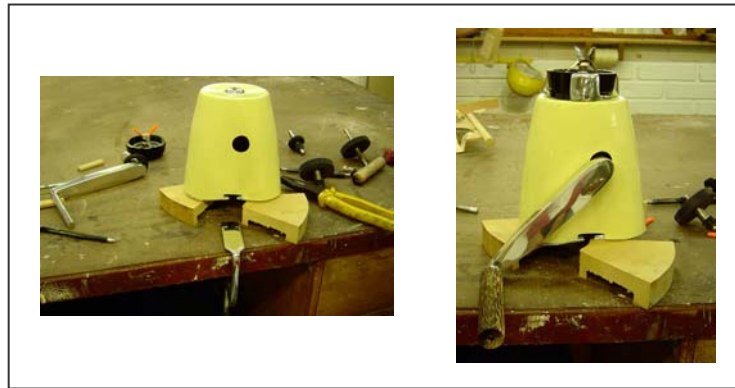
Fuente: Elaboración propia

El vaso, el acople y las cuchillas son elementos comerciales marca Oster de fabricación nacional, el vaso tiene una capacidad de 1.5 litros y se consigue en poliestireno o policarbonato. Se eligió este vaso por ser el más comercial en el país, por la facilidad de conseguir sus repuestos y por tener un precio de rango medio, accesible para los usuarios finales.

Al tener el vaso, el acople y las cuchillas comerciales, se reducen los procesos de manufactura y es más factible que empresas compren la idea del proyecto para adecuarla a una línea de productos.

Algunas imágenes del proceso de la construcción del prototipo se pueden apreciar en la figura 6.9.

Figura 6.9. Proceso de fabricación Licuadora Manual

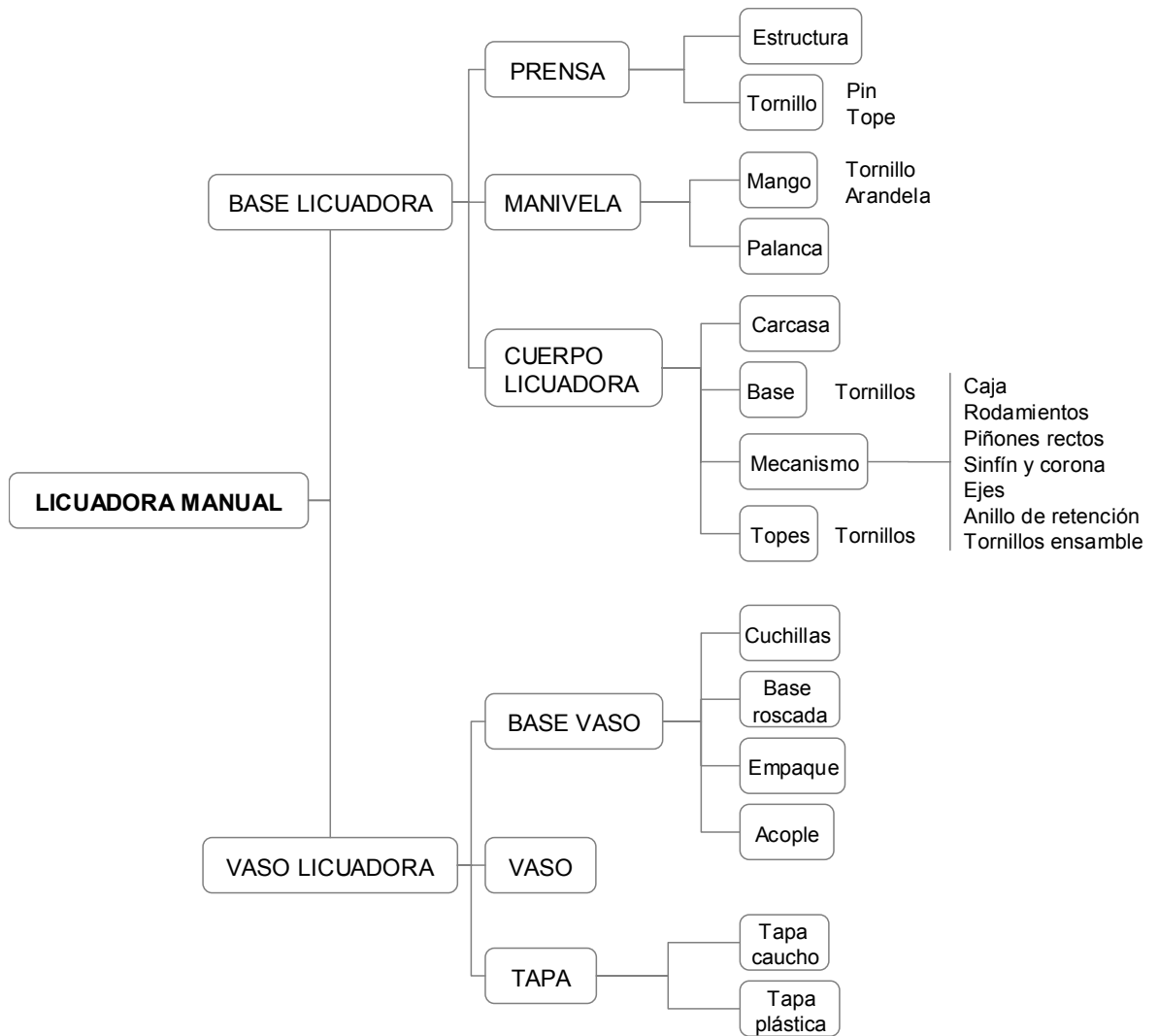


Fuente: Elaboración propia

El sistema de ensamble es sencillo, se realiza por medio de tornillos y no requiere herramientas especiales. Un esquema del ensamble de la licuadora se puede apreciar en la figura 6.10 y la lista de partes en la tabla 6.4., donde se describe material, acabado y proceso de fabricación.

La forma y dimensiones de las piezas se pueden observar en los planos de construcción del anexo H.

Figura 6.10. Esquema de ensamble Licuadora Manual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.4. Piezas de la licuadora

LICUADORA					
	PIEZA	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
Vaso	Tapa del vaso	1	Nitrilo-Silicona / Policarbonato	Pieza comercial	
	Vaso	1	Poliestireno	Pieza comercial	
	Base del vaso	1	ABS	Pieza comercial	
	Cuchillas	1	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Empaque	1	Elastómero	Pieza comercial	
Carcasa	Tope Vaso	3	Aluminio	Fundición, maquinado	Pintado
	Tornillos ensamble	6	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Carcasa	1	Fibra de vidrio	Moldeo, maquinado	
	Base de carcasa	1	Aluminio	Fundición, maquinado	Pintado
Manivela	Tornillo ensamble	6	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Palanca	1	Aluminio	Fundición, maquinado	Pintado
	Mango	1	Caucho	Vulcanizado	
	Tornillos ensamble	1	Acero inoxidable	Pieza comercial	
Mecanismo	Buje cuadrante	1	Acero inoxidable	Maquinado	
	Acople	1	Acero 1045 / Cobre	Pieza comercial	
	Tapa caja	1	Poliamida 6 + Lubricante	Maquinado	
	Lateral A caja	1	Poliamida 6 + Lubricante	Maquinado	
	Lateral B caja	1	Poliamida 6 + Lubricante	Maquinado	
	Base caja	1	Poliamida 6 + Lubricante	Maquinado	
	Tornillos ensamble	1	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Rodamiento	2	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Tornillo sinfín	1	Acero 1045	Maquinado	Pavonado
	Corona	1	Poliamida 66 + Mo S2	Maquinado	
	Piñón Z16	2	Poliamida 66 + Mo S2	Maquinado	
	Piñón Z64	2	Poliamida 66 + Mo S3	Maquinado	
	Eje Z16-Z64	1	Acero 1045	Maquinado	
	Eje Z64	1	Acero 1045	Maquinado	
	Eje ZH20-Z16	1	Acero 1045	Maquinado	
	Chaveta 8mm	2	Acero 1045	Maquinado	
	Chaveta 10mm	1	Acero 1045	Maquinado	
Anillo de retención eje de 1/2 "	1	Acero inoxidable	Pieza comercial		
Platina	1	Aluminio	Corte, perforado		
Tornillos ensamble	4	Acero inoxidable	Pieza comercial		
Prensa	Estructura	1	Aluminio	Fundición, maquinado	Pintado
	Tornillo	1	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Tope del tornillo	1	Acero inoxidable	Pieza comercial	
	Elemento de ajuste	1	Acero inoxidable	Pieza comercial	

Fuente: Elaboración propia

El atributo principal de la licuadora manual es la generación de autonomía energética en la región del Chocó, de manera que cada familia tiene la posibilidad de proveerse a sí misma la energía necesaria para transformar frutas en jugo, independiente de la conexión a una red eléctrica.

Las ventajas en la preparación de jugos, frente a los métodos tradicionales, se ven reflejadas en la disminución del tiempo que se dedica a esta tarea, de media hora a cinco minutos; así como en el mejor aprovechamiento de las frutas, desintegrándolas en partículas pequeñas y generando una mezcla homogénea con el agua purificada.

El precio de la licuadora, es de aproximadamente \$90.000 puesta en el lugar de uso. Este precio de venta, aunque inicialmente sea elevado, resulta más accesible que tener que realizar una alta inversión inicial en generadores de electricidad como plantas, paneles solares, o baterías.*

Figura 6.11. Prototipo licuadora manual.



Fuente: Elaboración propia

* En las recomendaciones de este proyecto se planteó la posibilidad de conseguir patrocinadores que financiaran el proyecto con el fin de reducir los costos de fabricación y facilitar a los usuarios la consecución del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casillas, A L. Cálculos de taller. 31ª Edición. Madrid: Editorial Máquinas, 1980

Dudley, D. Manual de engranajes. México D.F: C.E.C.S.A., 1983. 944 p.

ARTICULOS DE INTERNET

MIT (Massachusetts Institute of Technology). Potters for Peace Filter [Artículo de Internet] <http://stuff.mit.edu/people/murcott/publications/PFPManufacture.pdf>
[Consulta febrero de 2006]

SITIOS DE INTERNET

EDC @, 2006. Engineering for Developing Communities. <http://www.edc-cu.org/filtron.htm>. [Consulta marzo de 2006]

Silver Institute @, 2006. The Silver Institute. <http://www.silverinstitute.org/news/>
[Consulta junio de 2006]

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones hacen referencia a mejoras que se le podrían hacer a los productos para optimizar su funcionamiento o garantizar la viabilidad de comercialización. Estas mejoras fueron definidas a partir de conclusiones del proceso de diseño y la construcción de los prototipos, y no fueron desarrolladas para los prototipos actuales por limitaciones en tiempo, costos y alcance del proyecto.

- La viabilidad económica de los productos está relacionada con el apoyo de entidades interesadas en el proyecto, es decir, se recomienda que para garantizar la adquisición de cada producto al usuario objetivo, éstos sean patrocinados por una organización gubernamental, no gubernamental o privada.

Para esto se requiere el desarrollo de un plan de ejecución, vinculando a la comunidad, generando estrategias de sostenibilidad financiera y productiva, y demostrando los beneficios específicos del proyecto, tanto para la comunidad como para los patrocinadores.

- Aunque las piezas de la licuadora fueron diseñadas para ser producidas a baja escala, es factible su desarrollo para procesos de altos volúmenes de producción.
- Se recomienda que tanto los ejes como el tornillo sinfín de la caja de engranajes de la licuadora, sean tratados térmicamente para mejorar sus propiedades y protegerlos contra la corrosión.

- Se debe evaluar el desempeño de los materiales plásticos en la caja de engranajes para estudiar la resistencia, transferencia de calor entre partes y la estabilidad dimensional de las mismas.
- La elaboración de la plata coloidal requiere un acompañamiento técnico especializado para obtener la composición adecuada y lograr las propiedades bactericidas necesarias para la eliminación de microorganismos. Se recomienda la revisión constante de publicaciones sobre el tema, y si es posible, establecer contacto con las organizaciones del exterior que han desarrollado este material.
- Es necesario realizar pruebas de uso del filtro cerámico para determinar con exactitud el tiempo de servicio del elemento filtrante y especificar las condiciones para su mantenimiento y limpieza.
Puede considerarse el desarrollo del elemento filtrante en dos etapas, una para sedimentos y otra para microorganismo.
- Aunque se seleccionaron materiales y formas amigables con los usuarios, se requiere una capacitación inicial mínima para el uso de estos productos, donde se especifiquen las recomendaciones de mantenimiento y las formas adecuadas de utilizarlos.
- Para el purificador de agua se recomienda realizar pruebas posteriores de porosidad y absorción de agua (NTC 4635) al elemento filtrante para complementar la ficha técnica del producto.

ANEXO A

LISTA DE INFORMANTES CLAVE

NOMBRE: Víctor Vélez Restrepo

EDAD: 32 años

DESCRIPCIÓN: Habitante paisa del corregimiento de San Francisco hace 19 años. Sobrino de uno de los primeros colonos que llegó a la región, hace 30 años.

NOMBRE: Ana María Arango

EDAD: 28 años

DESCRIPCIÓN: Habitante paisa del corregimiento de San Francisco hace 3 años.

NOMBRE: Ana Elvira Ramírez

EDAD: 39 años

DESCRIPCIÓN: Nativa del corregimiento de San Francisco.

ANEXO B

GUIA PARA ENTREVISTAS Y OBSERVACIONES

- Si es posible, ir al lugar de la entrevista con el informante clave, para facilitar el acercamiento. Las personas entrevistadas que viven o hayan vivido en el Urabá chocoano por mínimo 6 meses, específicamente en lugares sin acceso a energía eléctrica.
- Preguntar nombre de la persona y comenzar la conversación indagando sobre la región, el tiempo que lleva viviendo en el lugar, porque le gusta vivir allí, las actividades realizadas en ese momento o impresiones sobre la temporada.
- Mientras la persona habla, hacer observaciones adicionales en el diario de campo sobre las características de la persona, el hogar, la decoración y el gusto.
- Hacer una presentación de las entrevistadoras y una breve introducción del proyecto.
- Indagar sobre las actividades que realiza regularmente y en el tiempo libre.
- Preguntar sobre la utilización de planta eléctrica u otras fuentes de energía, en que circunstancias las utiliza o no.
- Enfocar las preguntas de energía a la cocina: cómo es la cocción, preparación y conservación de alimentos.
- Preguntar sobre los objetos que utiliza para cada una de estas actividades, y en el momento oportuno, si no se está ya en la cocina, pedir al entrevistado que muestre los productos.
- Observar cómo es la cocina, los implementos y la distribución.

- Indagar sobre los alimentos que consume con mayor frecuencia, ¿cómo los obtiene? ¿cada cuánto tiempo? ¿Cómo los prepara y los conserva?
- Preguntar sobre las frutas que consume, cuando es la época de cosecha y su nivel de abundancia. ¿Alguna vez se han perdido cosechas? ¿Por qué?
- Si es posible, realizar prácticas de elaboración de jugos con frutas llevadas por las investigadoras. Indagar sobre la facilidad y los tiempos de preparación.
- Indagar sobre qué otras bebidas consumen, para promover preguntas acerca del consumo de agua.
- Preguntar sobre la calidad del agua que obtienen y los tratamientos de limpieza que realizan, si aplica.
- ¿El suministro de agua es constante o discontinuo? ¿de dónde obtienen el agua? ¿cómo es el suministro en época de verano? Las personas que no tienen servicio de acueducto, ¿cómo obtienen el agua?
- ¿Si tuviera electricidad en su cocina, para que la utilizaría?
- Concluir la conversación indagando aportes adicionales y agradecer la participación en el proyecto.

ANEXO C

FICHAS DE ENTREVISTAS

01	NOMBRE	Ana María Arango
	FECHA	Julio 5 de 2005
	LUGAR	San Francisco

02	NOMBRE	Estela Restrepo
	FECHA	Julio 6 de 2005
	LUGAR	San Francisco

03	NOMBRE	Ana Elvira Ramírez
	FECHA	Julio 6 de 2005
	LUGAR	San Francisco

04	NOMBRE	Víctor Vélez
	FECHA	Julio 7 de 2005
	LUGAR	San Francisco

05	NOMBRE	Rodrigo Quintero
	FECHA	Julio 9 de 2005
	LUGAR	Río Ciego

06	NOMBRE	Miriam Echeverri
	FECHA	Julio 9 de 2005
	LUGAR	Río Ciego

07	NOMBRE	Emma y Kendri Mejía
	FECHA	Julio 10 de 2005
	LUGAR	Río Ciego

08	NOMBRE	Don Efraín Vieira
	FECHA	Julio 11 de 2005
	LUGAR	Río Ciego

09	NOMBRE	Ruthy García
	FECHA	Julio 12 de 2005
	LUGAR	San Francisco -

10	NOMBRE	Fabio Restrepo
	FECHA	Julio 12 de 2005
	LUGAR	San Francisco

11	NOMBRE	Doña Olga Benítez
	FECHA	Julio 13 de 2005
	LUGAR	San Francisco

12	NOMBRE	“Lala” Ramírez
	FECHA	Julio 13 de 2005
	LUGAR	San Francisco

13	NOMBRE	Patricia Duque
	FECHA	Julio 14 de 2005
	LUGAR	San Francisco

14	NOMBRE	Rosa Elena López
	FECHA	Julio 15 de 2005
	LUGAR	Triganá

15	NOMBRE	Marta Escobar
	FECHA	Julio 15 de 2005
	LUGAR	Triganá

16	NOMBRE	Maribel Chamorro
	FECHA	Julio 15 de 2005
	LUGAR	Triganá

17	NOMBRE	Juan Guillermo Castillo
	FECHA	Julio 16 de 2005
	LUGAR	Triganá

18	NOMBRE	Jennifer Chancí
	FECHA	Julio 18 de 2005
	LUGAR	San Francisco

19	NOMBRE	Nelson Hernández
	FECHA	Julio 19 de 2005
	LUGAR	San Francisco

20	NOMBRE	Tomás Valencia
	FECHA	Julio 20 de 2005
	LUGAR	El Aguacate

21	NOMBRE	Yomaira Caicedo
	FECHA	Julio 21 de 2005
	LUGAR	San Francisco

22	NOMBRE	Luz Estela Rodríguez
	FECHA	Julio 21 de 2005
	LUGAR	San Francisco

23	NOMBRE	Liliana Velásquez
	FECHA	Julio 22 de 2005
	LUGAR	San Francisco

24	NOMBRE	José María Serna
	FECHA	Julio 22 de 2005
	LUGAR	San Francisco

25	NOMBRE	Francisco Jiménez
	FECHA	Julio 22 de 2005
	LUGAR	San Francisco

ANEXO D

NOTAS TÉCNICAS DE DESINFECCIÓN SOLAR - SODIS

SODIS Nota Técnica nº 1

SODIS en breve

RESUMEN

SODIS es un método de tratamiento de agua que utiliza la energía solar para mejorar su calidad microbiológica. Se utiliza a escala doméstica para purificar pequeñas cantidades de agua.

INFORMACIÓN GENERAL

¿Qué es SODIS?

- Es un método de tratamiento de agua que elimina los patógenos que producen enfermedades transmitidas por el agua.
- Es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua destinadas a consumo humano.
- Es un proceso de tratamiento de agua que depende solamente de la energía solar.
- Es una alternativa para el tratamiento de agua a nivel casero.
- Es un método de purificación de agua antiguo pero escasamente aplicado.

La situación del agua potable es precaria en numerosos países por cuanto que más de la tercera parte de la población rural no tiene acceso a agua suficiente y limpia.

Las enfermedades diarreicas pueden transmitirse por el agua y son la causa de muerte de más de tres millones de personas cada año. La desinfección solar (SODIS) puede contribuir a mejorar esta precaria situación.

SODIS

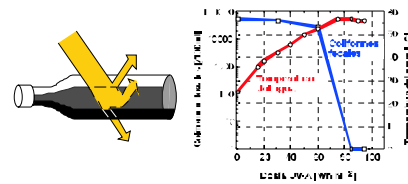
- No cambia la calidad química del agua.
- No altera ni el olor ni el sabor del agua.
- No aumenta la cantidad de agua ni reduce su escasez.

Limitaciones de SODIS

- SODIS no es útil para tratar grandes cantidades de agua.
- SODIS requiere agua relativamente clara (turbidez menor de 30 UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad).
- SODIS requiere radiación solar (tiempo de exposición: 5 horas bajo cielo despejado o cubierto en un 50% o 2 días consecutivos bajo cielo totalmente cubierto).

¿Cómo funciona SODIS?

El tratamiento es de tecnología simple que usa la radiación solar para inactivar y destruir los microorganismos patógenos presentes en el agua. El sistema consiste básicamente en llenar recipiente transparentes con agua y exponerlos a plena luz del sol durante 5 horas aproximadamente.



Inactivación de Coliformes Fecales con una botella de PET semiopaca

ANEXO E

EL AGUA Y LAS FRUTAS: UNA MIRADA GLOBAL

EL AGUA COMO RECURSO VITAL

Para los países en desarrollo resulta costoso, tanto en dinero como en recursos humanos, construir instalaciones para el abastecimiento y realizar una atención continua sobre el control de la calidad del agua en las zonas rurales. Aunque para estas zonas lo ideal sería poder obtener un nivel de servicios similar al de las zonas más desarrolladas, resultaría poco realista pensar en la posibilidad de suministrar servicios de este nivel a los millones de personas que viven en las zonas rurales, debido a los altos costos de inversión y las condiciones de los recursos naturales de cada zona. Es por esto que se hace cada vez más necesario adoptar tecnologías apropiadas para las comunidades rurales en zonas con bajos ingresos.

Por otro lado, el agua debe considerarse un bien social y cultural, que resulta indispensable para el cumplimiento de derechos humanos como la salud, la alimentación y el medio ambiente sano, y no considerarse solamente como un bien económico.

El agua es un bien que cuenta con una protección especial tanto en las normas internacionales de derechos humanos, como en el derecho internacional humanitario, “solo hasta la expedición de la Observación General No. 15 en enero de 2000 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, se puede reclamar la exigibilidad del **derecho al agua como derecho autónomo e independiente**, que, aunque esté asociado a otros derechos fundamentales, debe ser reconocido por sí mismo como **fundamental**, dada la importancia que tiene

para la vida y la salud de los seres humanos.”¹ Lo cual hace extremadamente necesario asegurar la distribución, abastecimiento y calidad óptima, para que las comunidades y zonas rurales no se encuentren en constante amenaza contra la salud y la vida, principalmente la población infantil.

El agua puede tener múltiples aplicaciones dependiendo de las actividades para las cuales sea necesaria: consumo humano, usos industriales, agrícolas, entre otros. Es por esto que la calidad del agua puede variar dependiendo del uso. En el caso del agua para el consumo humano, los requisitos de calidad están regulados por la Organización Mundial para la Salud (OMS).

Las Naciones Unidas han planteado metas y objetivos a nivel mundial en un plan titulado Objetivos de Desarrollo del Milenio, ODM*, dentro de la Declaración del Milenio**, entre los cuales se encuentran la erradicación de la pobreza, y a su vez el mejoramiento de la calidad de vida con base a la problemática del agua. Estos aspectos han sido planteados en el siguiente objetivo²:

- *Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.*
 - *Meta 10: Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso al agua potable y servicios de saneamiento.*
 - *Indicador de salud: Proporción de la población con acceso sostenible a mejores fuentes de abastecimiento de agua, en zonas urbanas y rurales.*

¹ Colombia, Defensoría del pueblo, Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua. Informe defensorial no. 39 – B, Actualización del Informe Defensorial No. 39. Bogotá: 2005.

* Este plan consta de 8 objetivos que comprenden desde la reducción de la pobreza extrema hasta la detención de la propagación del VIH/SIDA y la consecución de la enseñanza primaria universal para el año 2015. Cada objetivo incluye varias metas y sus indicadores.

** La Declaración del Milenio fue aprobada en la Cumbre del Milenio, celebrada del 6 al 8 de septiembre de 2000 en Nueva York, con la participación de 191 países.

² Aplicación de la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, Informe del Secretario General, documento A/57/270 [Artículo de Internet] <http://www.who.int/mdg/goals/es/> [Consulta febrero de 2006]

Según datos de las Naciones Unidas, "...mil millones de personas no tienen acceso al agua potable y 2.400 millones carecen de saneamiento adecuado. Si se quiere alcanzar la meta de acceso al agua potable, 100 millones de personas más cada año, lo que equivale a 274.000 personas por día hasta el año 2015, deberán acceder a algún servicio de agua mejorado"¹. Para los países en vía de desarrollo esta cantidad de personas representan un 40% de la población, cantidad que podría duplicarse para el año 2020.

SITUACION ACTUAL DEL AGUA EN EL MUNDO

Aunque no es posible medir con precisión la cantidad de agua que existe en el planeta, se calcula que aproximadamente se cuenta con una cantidad de 1.400 millones de km³, de los cuales el 97% es agua salada, la cual no es apta para el consumo humano². Esa cantidad total de agua no varía, simplemente sufre diferentes transformaciones de estado circulando entre el mar, el cielo y la tierra firme; de esta circulación depende la obtención o creación del agua dulce.

De esta manera podemos encontrar diferentes fuentes de agua que pueden ser superficiales o terrestres. Las aguas superficiales son aquellas que no se encuentran encerradas por otras superficies como ríos y lagos, esta agua se encuentra expuesta a muchos contaminantes. El agua de fuentes subterráneas es aquella que ha sido absorbida por la tierra y se encuentra disponible en pozos profundos.

Si bien el mayor porcentaje del planeta está compuesto por agua, puede afirmarse que es un bien escaso y mal distribuido ya que el agua dulce representa tan solo el 2,6% del porcentaje total de agua en el mundo, repartido en glaciares,

¹ Colombia, Defensoría del pueblo, Op.cit, p.4

² Aricarpa, Ricardo. El libro del agua: Agua dulce, solo una gota...y se agota. Segunda edición. Medellín: Servigráficas; 1994. p.29

casquetes polares, acuíferos subterráneos de difícil acceso, ríos y lagos. A esta situación se suma que mientras unas zonas del planeta fueron favorecidas con abundante agua, otras carecen de ella casi en su totalidad.

Actualmente, el consumo de agua potable aumenta mientras que su disponibilidad disminuye por factores como el crecimiento de la población mundial, el uso irracional y la contaminación del recurso, la deforestación y los cambios climáticos. Esta situación afecta a toda la población mundial no sólo para la vida sino también para el desarrollo de comunidades y zonas rurales, donde las consecuencias se hacen más notorias en los países menos desarrollados a causa de la pobreza y las dificultades tecnológicas para acceder al recurso.

Según informes recientes de las Naciones Unidas, en el mundo mueren aproximadamente 25 mil personas por día a causa del consumo de agua contaminada, cada año mueren 5 millones de niños a causa de enfermedades debidas al mal manejo del agua y, en los países en vía de desarrollo la deficiencia en acueductos y alcantarillados es la causante de aproximadamente 900 millones de casos anuales de enfermedades diarreicas. La situación más crítica se encuentra en los países africanos en donde 2 de cada 5 personas no cuentan con agua potable.

SITUACION ACTUAL DEL AGUA EN COLOMBIA

Colombia es un país que cuenta con una gran riqueza hídrica tanto superficial como subterránea, considerada como una de las más grandes del planeta. Cuenta con "...2.680.000 hectáreas de lagos, lagunas, ciénagas, pantanos y embalses; y con 743.000 cauces de agua, cuya longitud fluvial es de 15.519 Km."¹ Después de Brasil y Canadá, Colombia es el país de América con mayor número de ríos. En

¹ Aricarpa, Ricardo, Op.cit., p. 41

Suramérica es uno de los más beneficiados por los océanos Atlántico y Pacífico, brindándole enormes recursos.

A pesar de que el agua no se encuentra distribuida homogéneamente debido a que se caracteriza por tener una alta variabilidad espacial y temporal, en la mayoría del territorio nacional existe una buena oferta. Sin embargo, según el IDEAM¹ aproximadamente el 50% de la población de áreas urbanas municipales sufre de problemas de abastecimiento de agua debido a las condiciones de disponibilidad. Esta situación puede hacerse más crítica cuando las condiciones se presentan en año seco, donde esta cifra puede aumentar en un 80%, debido a que estas poblaciones se abastecen, en su mayoría, de pequeñas fuentes como arroyos, riachuelos y quebradas que cuentan con una baja regulación por parte de entidades territoriales y son muy vulnerables a posibles contaminaciones.

Parámetros de calidad del agua para consumo humano

Las diversas actividades humanas y la inadecuada disposición de los desechos producidos, pueden afectar los recursos hídricos y los recursos naturales en general, originando consecuencias para la calidad del medio ambiente y la salud. El decreto 475 de 1998² estableció los parámetros necesarios del agua que se suministra para el consumo humano de la siguiente manera:

- **Artículo 7º: Criterios organolépticos**

Se refiere a las propiedades que se puede percibir por los sentidos.

¹ Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, Estudio Nacional del agua, 2a versión. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente; 2005.

² Colombia, Presidencia de la República, Decreto 475 de 1998, Marzo 10, por el cual se expiden normas técnicas de la calidad del agua potable. [Artículo en Internet]
<http://www.presidencia.gov.co/decretoslinea/index.htm> [Consulta marzo de 2006]

Tabla 1. Análisis organoléptico

CARACTERISTICAS	EXPRESADAS EN	VALOR ADMISIBLE
Color Verdadero	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	≤ 15
Olor y sabor	-	Aceptable
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbidez (UNT)	≤ 5
Sólidos Totales	mg/L	≤ 500
Conductividad	microohms/cm.	50 - 1000
Sustancias Flotantes	-	Ausentes

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2005.

○ **Artículo 8º: Criterios químicos**

Son aquellas pruebas que se efectúan para determinar las características físicas y/o químicas del agua. Se miden variables como conductividad, temperatura y sustancias químicas, incluyendo metales pesados: aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cianuros, cloroformo, cobre, cromo, fenoles totales, mercurio, molibdeno, níquel, nitritos, nitratos, plata, plomo, selenio, sustancias activas al azul de metileno, grasas y aceites, trihalometanos totales, calcio, acidez, hidróxidos, alcalinidad total, cloruros, dureza total, hierro total, magnesio, manganeso, sulfatos, zinc, fluoruros, fosfatos, cloro residual.

○ **Artículo 11: Análisis de plaguicidas**

Son aquellas pruebas específicas que se realizan para determinar la presencia de sustancias consideradas como cancerígenas, mutagénicas y/o teratogénicas por el Ministerio de Salud en el agua de consumo.

○ **Artículo 25: Análisis microbiológico**

Se efectúa para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

En la tabla 2 se presentan los diferentes indicadores de contaminación biológica del agua.

Tabla 2. Indicadores de microorganismos

MICROORGANISMOS INDICADORES	TECNICA UTILIZADA		
	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	SUSTRATO DEFINIDO	TUBOS MÚLTIPLES DE FERMENTACIÓN
Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³	0 microorganismos/100 cm ³	<2 microorganismos/100 cm ³
Escherichia Coli	0 UFC/100 cm ³	0 microorganismos/100 cm ³	Negativo

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2005.

En Colombia, los problemas de agua potable en las zonas rurales son de gran magnitud. La Defensoría del Pueblo presentó en el primer semestre del 2005 un informe titulado *Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua*, el cual utilizó información recopilada de diferentes secretarías de Salud de departamentos del país, con el fin de llamar la atención de las autoridades municipales sobre la problemática y las responsabilidades que les competen respectivamente. Este informe, según la Defensoría del Pueblo, analiza principalmente uno de los componentes del derecho humano al agua: la calidad, ya que los otros dos componentes, disponibilidad y accesibilidad, serán analizados en otras investigaciones.

“En Colombia existen, según los reportes del DANE, un total de 1.113 municipios. La Defensoría del Pueblo para el desarrollo de este informe obtuvo los resultados de las muestras de calidad de agua de 959 de ellos, esto representa el 86.2%; asimismo se estableció que estos municipios albergan a 22.464.114 personas, frente a un total de 26.292.674 de habitantes que viven en las zonas urbanas del país*, lo cual representa un 85.4% del total de población urbana en el país.”¹

El informe demuestra que solamente 104 municipios tienen acceso al agua potable. De las pruebas realizadas se concluyó que el agua que se consume en el país no cumple, en su mayoría, el 95% de los parámetros en los aspectos

* El total de 26.292.674 habitantes no contabiliza las personas de Bogotá Distrito Capital.

¹ Colombia, Defensoría del pueblo, Op.cit, p.

biológico y fisicoquímico. Como consecuencia, más de doce millones de habitantes de las cabeceras municipales del país están recibiendo un servicio de acueducto que suministra agua no apta para el consumo humano, es decir, el 55.3% de la población.

El mayor déficit se presenta en los departamentos de Chocó, Sucre, Córdoba, Santander, Nariño, Boyacá, Cundinamarca, Casanare, Caquetá, Bolívar, Amazonas, Guajira, Guaviare, Magdalena y Vaupés.

FRUTAS

En el equilibrio de la dieta humana las frutas juegan un papel muy importante debido a sus cualidades nutritivas. Su alto contenido de agua facilita la eliminación de toxinas y ayuda a la hidratación. El aporte de fibra regula la función del intestino y tiene efectos que son beneficiosos para la prevención de ciertas enfermedades como cálculos de la vesícula biliar, venas varicosas, cáncer de colon, úlcera, entre otras. Además de estas propiedades, las frutas contienen antioxidantes que protegen al cuerpo humano contra la degeneración del sistema nervioso.

Aun así, el consumo de frutas a nivel mundial es insuficiente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el bajo consumo de frutas es la causa de aproximadamente 2,7 millones de muertes cada año, y se ubica entre los 10 principales factores de riesgo que contribuyen a la carga de mortalidad que se enumeran en el Informe sobre la salud en el mundo¹.

Colombia es un país con una gran diversidad tropical. La variedad de los climas y ecosistemas permiten que se produzcan frutas con características únicas y en una amplia gama. A pesar de la gran diversidad, el consumo de frutas promedio por

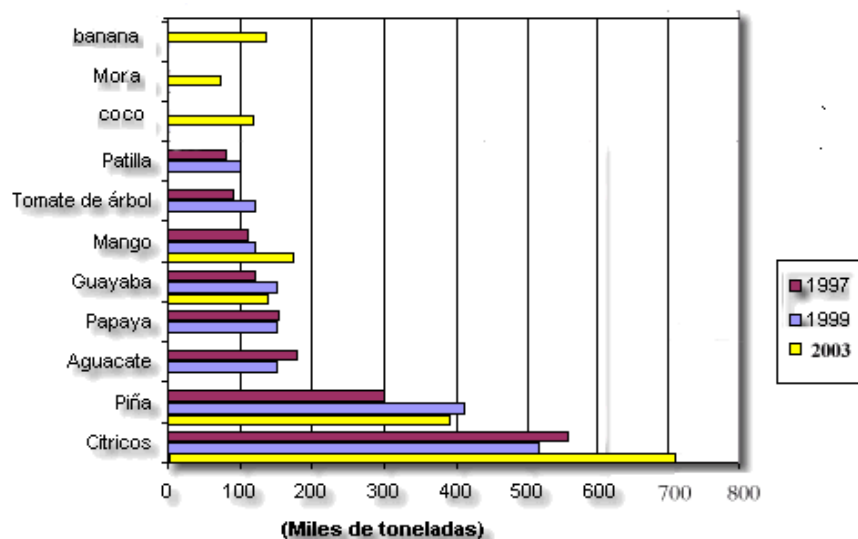
¹ Organización Mundial de la Salud. La FAO y la OMS anuncian un enfoque unificado para la promoción del consumo. [Artículo de Internet]. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr84/es/>. [consulta: marzo de 2006]

persona “...en Colombia es de 40 Kg/año, siendo el recomendado por la OMS de 120 kg/año para lograr una dieta adecuada.”¹

El bajo consumo se debe a las altas pérdidas postcosecha, el bajo poder adquisitivo de la población y la deficiente formación nutricional de la mayoría de la población.

En cuanto a la producción de frutas en Colombia se presentó un aumento de 2.002.878 toneladas en 1997 a 2.147.135 toneladas en 2003. Este aumento puede atribuirse en parte al mayor consumo de jugos de frutas a nivel masivo.² Cabe anotar que a nivel industrial grandes empresas del país abrieron líneas de producción de jugos debido a la alta demanda que se reflejaba. En la tabla 6 se muestra la producción de frutas en Colombia en los años 1997, 1999 y 2003.

Tabla 3. Producción de Frutas en Colombia



Fuente: Unal @, 2006: Universidad Nacional de Colombia. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p1.htm>. [Consulta marzo de 2006]

¹ Instituto de Ciencia y tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. Obtención de pulpas de fruta. [Artículo de Internet]. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p1.htm> [consulta: marzo de 2006]

² Instituto de Ciencia y tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. Obtención de pulpas de fruta. [Artículo de Internet]. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p1.htm> [consulta: marzo de 2006]

Tabla.4. Producción de principales frutas en el Choco año 2003

CHOCO TOTAL AÑO AGRICOLA 2003			
CULTIVO	AREA COSECHADA (Has)	PROD. OBTENIDA (Tons)	RENDIM. OBTENIDO (Kg./Ha.)
BOROJO	1.247	3.211	2.575
GRANADILLA	7	59	8.429
CHONTADURO	1.090	8.677	7.961
LULO	2	28	14.000
MORA	3	24	8.000
PIÑA	46	1.034	22.478
TOTAL FRUTALES	2.395	13.033	5.442

Fuente: Minagricultura @, 2006: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
<http://www.minagricultura.gov.co/>. [Consulta marzo de 2006]

Las frutas pueden consumirse de diferentes maneras. Una de las más utilizadas es procesándolas para obtener jugos, pulpas o néctares, los cuales deben elaborarse en condiciones apropiadas con frutas sanas, maduras y limpias. La diferencia entre estas tres definiciones ha sido establecida por el Ministerio de Salud¹ de la siguiente manera

A continuación se describen algunas de las principales frutas que son cultivadas en la zona para preparar jugos, compotas, mermeladas, helados, encurtidos, ensaladas y licores. Estas frutas son las

El jugo: Es el líquido que se obtiene al exprimir algunas clases de frutas frescas maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar.

¹ Instituto de Ciencia y tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. Obtención de pulpas de fruta. [Artículo de Internet]. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p1.htm> [consulta: marzo de 2006]

La pulpa: es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias.

El néctar: es el producto elaborado con jugo, pulpa o concentrado de frutas adicionado agua, aditivos e ingredientes permitidos por la norma colombiana, en el caso de elaboración de productos a nivel industrial.

ANEXO F

PDS – REQUERIMIENTOS DE DISEÑO PARA PURIFICADOR DE AGUA (P) PROCESADOR DE FRUTAS (L) DE USO DOMÉSTICO

Desempeño

	DEMANDAS Y DESEOS	REQUERIMIENTOS
P	<p>Que se puedan purificar varios litros.</p> <p>Que se pueda saber cuantos litros se van a purificar.</p> <p>Que puedan estar separadas el agua pura y el agua tratada.</p> <p>Que el agua quede libre de microorganismos y sedimentos.</p> <p>El mismo filtro debe poder utilizarse varias veces.</p>	<p>Capacidad de purificar de 1 a 4 litros de agua contaminada.</p> <p>Filtrar sedimentos y bacterias (coliformes totales y fecales).</p> <p>Contar con indicador de litros.</p> <p>Tener contenedores separados para el agua limpia y contaminada.</p> <p>Eliminar el 100% de bacterias coliformes totales fecales, y garantizar una turbiedad menor a 5 NTU.</p>
L	<p>Debe procesar diferentes tipos de alimentos.</p> <p>Debe ser fácil de manipular.</p> <p>Se deben aprovechar al máximo los alimentos, con el mínimo esfuerzo.</p> <p>Debe servir para zurdos y diestros y para personas de diferentes edades presentes en el grupo familiar.</p> <p>Debe ser estable.</p> <p>Debe producir jugo para 4 personas aproximadamente.</p> <p>Que el movimiento para hacer funcionar la licuadora sea cómodo para los usuarios.</p>	<p>Procesar alimentos duros y blandos, como frutas y verduras de la región.</p> <p>Ser de operación manual.</p> <p>Utilizar un mecanismo que permita el procesamiento de los alimentos como: cuchillas, o elementos cortantes.</p> <p>Tener un mínimo de operaciones (3 pasos máximo)</p> <p>Tener puntos de apoyo o sujetadores (como: prensas o piezas adherentes)</p> <p>Peso máximo de 10 kg.</p> <p>Capacidad entre 1 y 2 litros.</p>

Mantenimiento

DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
P	<p>Que se puedan reemplazar los elementos del filtro fácilmente</p> <p>Que el mantenimiento y la limpieza puedan realizarse fácilmente, sin recurrir a técnicos o herramientas especiales.</p> <p>Que no se acumulen restos de sedimentos dentro del contenedor en orificios o lugares de difícil acceso para la limpieza</p>	<p>El filtro se podrá adquirir como repuesto.</p> <p>Poder desensamblar piezas principales para mantenimiento y limpieza sin utilizar herramientas especiales.</p> <p>Evitar las aristas y orificios de radios menores a 6 milímetros.</p>
L	<p>Evitar esquinas y orificios internos para no acumular restos de alimentos y bebidas.</p> <p>Cubrir el mecanismo para protegerlo de agentes ambientales externos.</p>	<p>Evitar las aristas y orificios de radios menores a 6 milímetros.</p> <p>No requiere mantenimiento por parte del usuario.</p> <p>La limpieza podrá hacerse manualmente accediendo fácilmente a las piezas que están en contacto con los alimentos.</p>

Materiales

DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
PL	Que el sabor de los alimentos no se altere debido al material del recipiente.	Los materiales que estén en contacto directo con el alimento (Agua y/o frutas) no pueden producir migraciones (sabor).
	Que el producto no se oxide.	Ser químicamente estables.
	Los materiales deben ser de fácil consecución.	Estar disponibles en el mercado nacional.
P	Que los materiales del filtro puedan reducir la presencia de sedimentos	Tamaño del poro menor a 0.5 mm
 DEMANDAS Y DESEOS		 REQUERIMIENTOS
PL	Facilitar al máximo la manufactura del producto.	Definir los procesos de manufactura de acuerdo a las capacidades del sector.
	Debe ser de fácil producción y consecución en el medio colombiano.	Utilizar piezas estándar producidas por terceros.
	Que puedan producirse bajas cantidades.	Utilizar procesos que demanden un bajo volumen de producción, menor a 1000 unidades, o que no necesiten altas inversiones iniciales para su fabricación.

Manufactura

Tamaño y peso

DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
PL	<p>Deben tener un tamaño y un peso apropiados para el transporte.</p> <p>Debe ser fácil de trasladar</p>	<p>Tamaño máximo de 30x30x30 cm.</p> <p>Peso máximo de 10 Kg.</p> <p>Tener elementos de agarre para la manipulación dentro del hogar.</p> <p style="text-align: right;">Ergonomía</p>
DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
PL	<p>Que no necesite manual de instrucciones, o que éste sea fácil de interpretar por los usuarios.</p> <p>Que sea fácil de manipular por un amplio rango de usuarios</p>	<p>Manual de instrucciones claro, corto y conciso.</p> <p>Las dimensiones y el mecanismo de funcionamiento deben ser adecuadas para que sea manipulado por usuarios desde 13 años.</p>
L	<p>Los movimientos deben producir mayor energía con el mínimo esfuerzo.</p>	<p>Movimientos manuales con una fatiga menor a 120 pulsaciones por minuto.</p>

Estética y acabados

DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
PL	Debe comunicar asepsia y funcionalidad.	Utilizar referentes formales propios de la región para la que se desarrolla el producto. Cortes sencillos en las líneas exteriores y acabados que permitan fácil limpieza exterior. Ensamble
DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
PL	El proceso de ensamble debe ser corto y no debe requerir herramientas especiales. Utilizar en la menor cantidad posible elementos de sujeción externos al producto.	Los sistemas de unión se harán por medio de ajustes que aseguren el ensamble del producto y reduzcan al mismo tiempo el número de piezas totales. El purificador tendrá máximo 5 piezas y la licuadora tendrá máximo 50 piezas. Ambiente
DEMANDAS Y DESEOS		REQUERIMIENTOS
PL	Se deben utilizar materiales que produzcan un impacto ambiental mínimo. Debe ser resistente a la corrosión, a la humedad y al ambiente salobre, durante su almacenamiento, transporte y uso.	Materiales y acabados resistentes a condiciones ambientales húmedos y salobres. Materiales y acabados aptos para estar en contacto con alimentos y otras sustancias presentes en la cocina como detergentes, desinfectantes, condimentos.

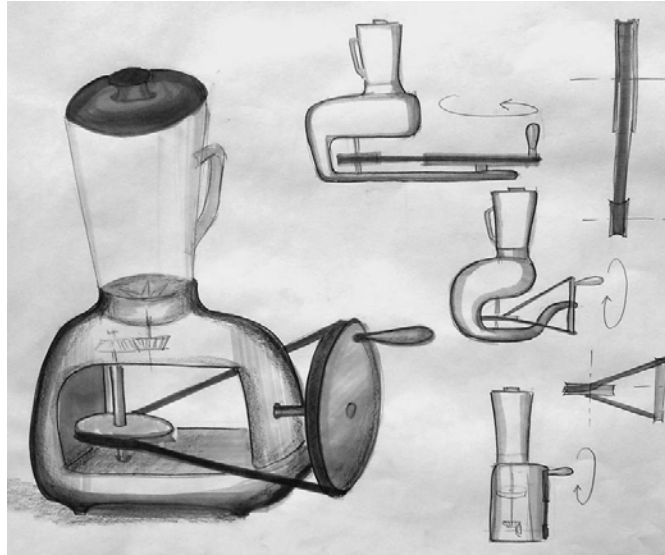
ANEXO G
BOCETOS DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Figura G.1: Alternativa 1 Licuadora de palanca



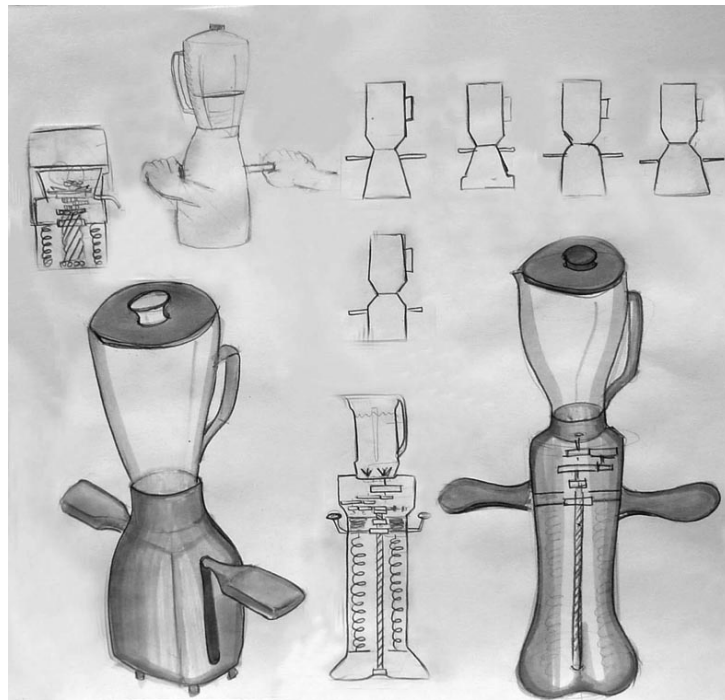
Fuente: Elaboración propia

Figura G.2: Alternativa 2 Licuadora de poleas



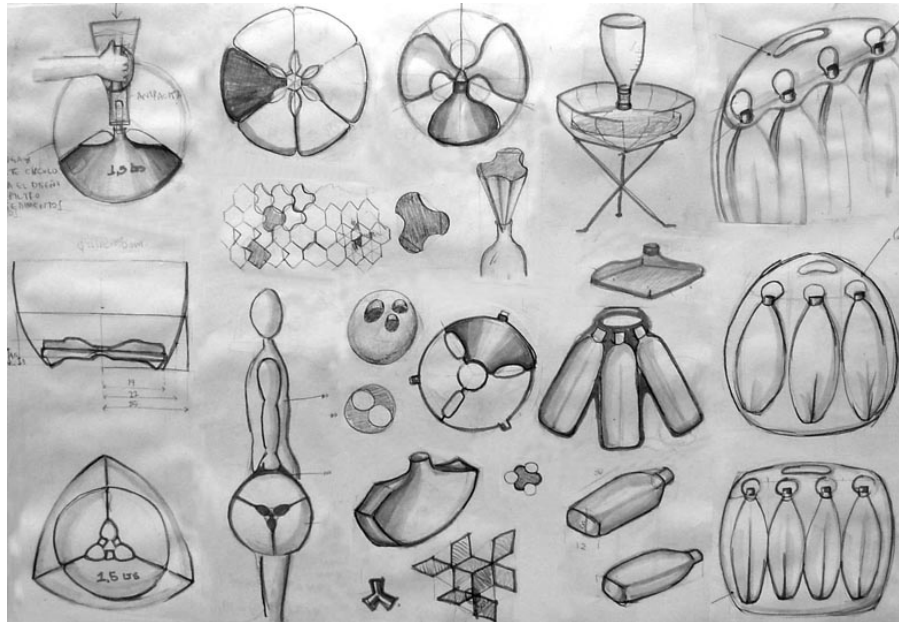
Fuente: Elaboración propia

Figura G.3: Alternativa 3 Licuadora con asas laterales



Fuente: Elaboración propia

Figura G.4. Alternativa 1 Purificador de agua por rayos UV.

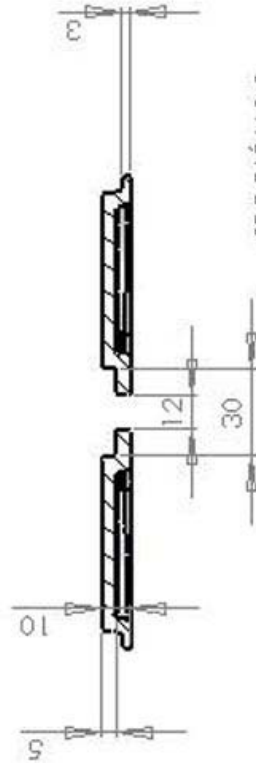
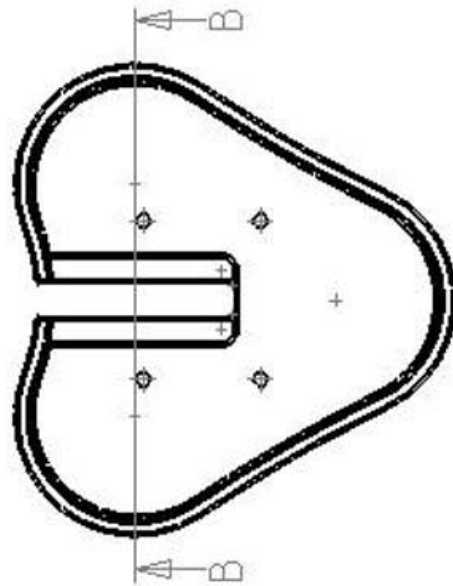


Fuente: Elaboración propia

Figura G.5. Alternativa 2 Purificador de agua cerámico.



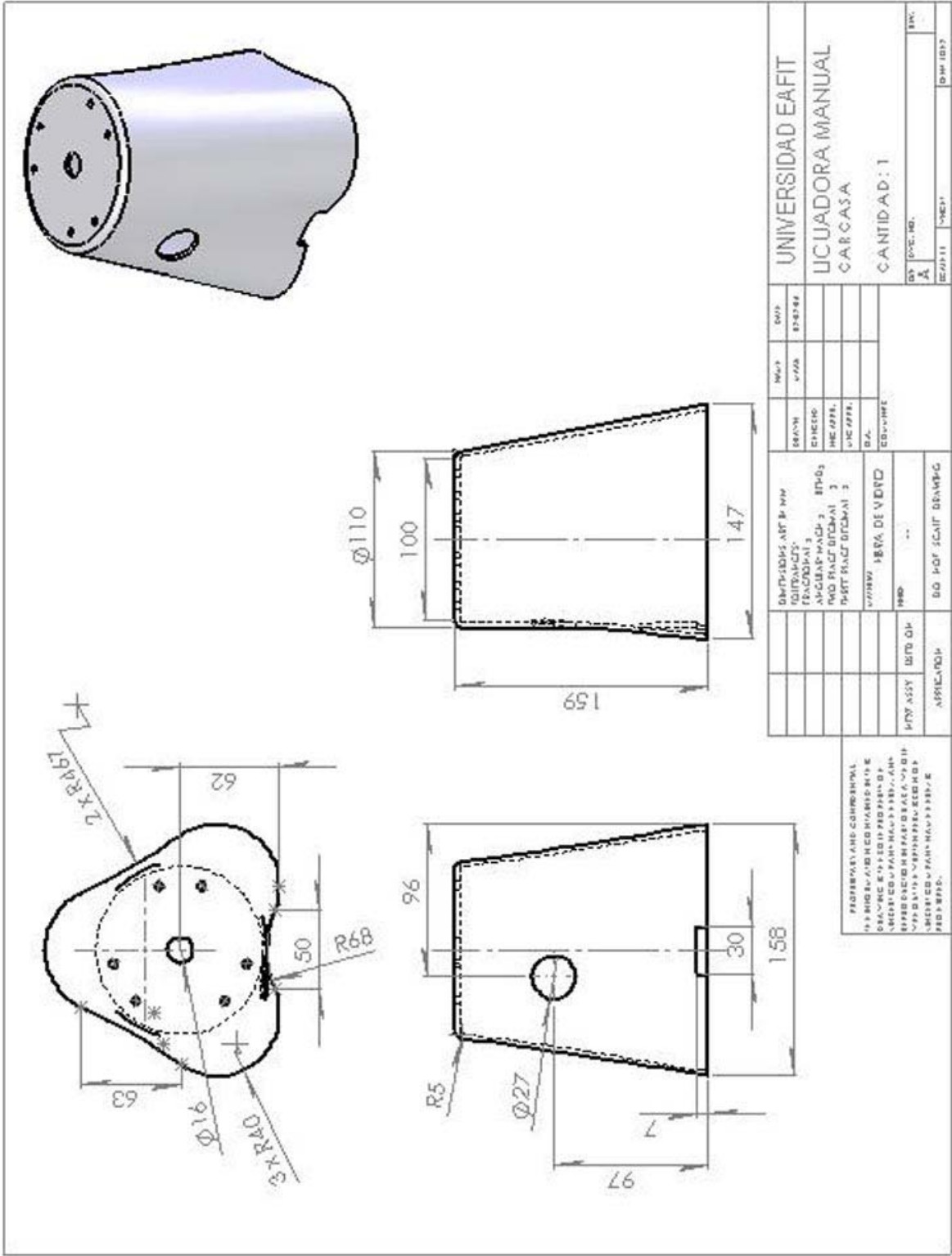
Fuente: Elaboración propia

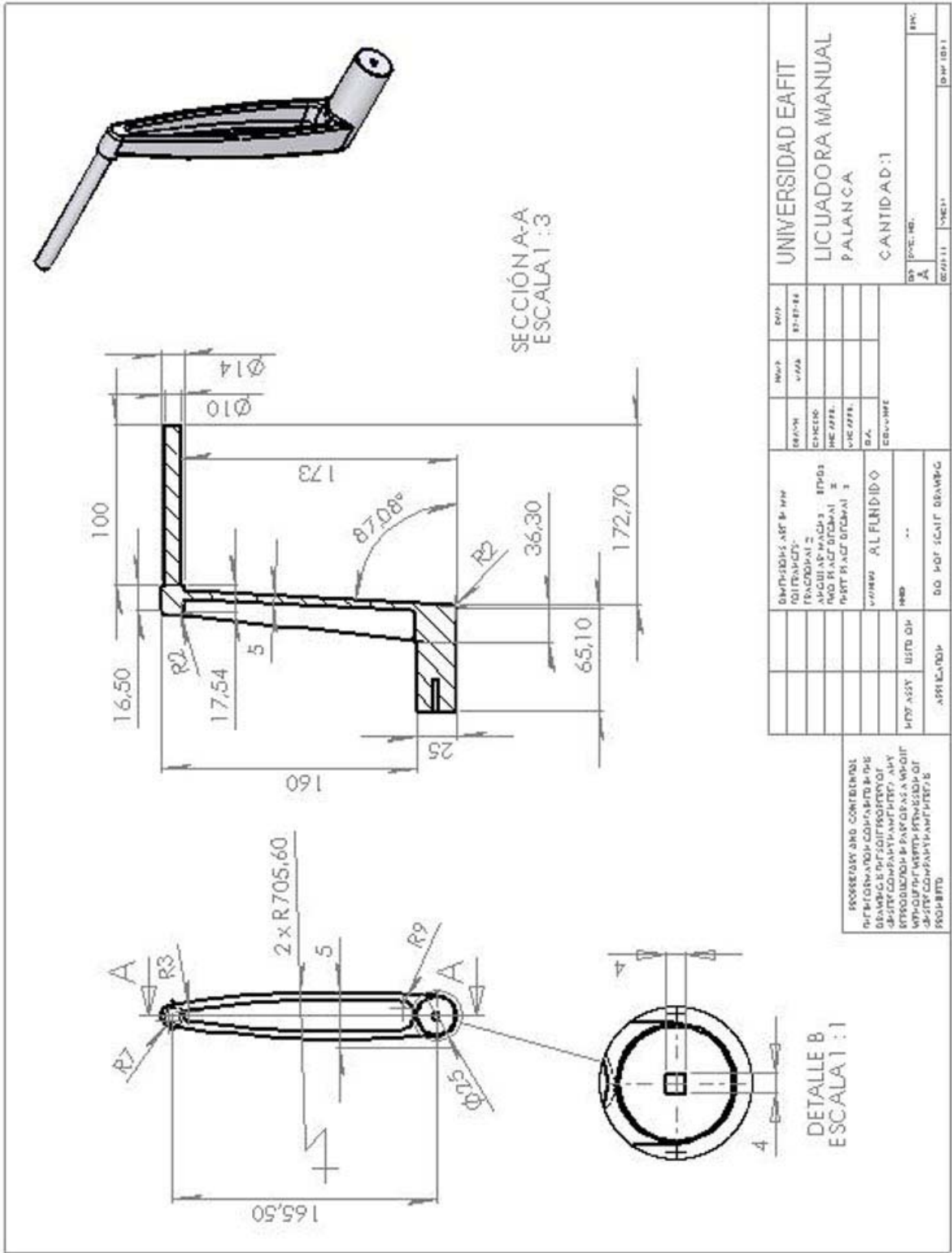


SECCIÓN B-B

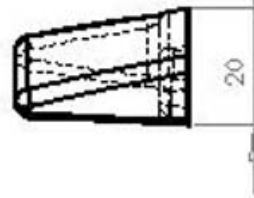
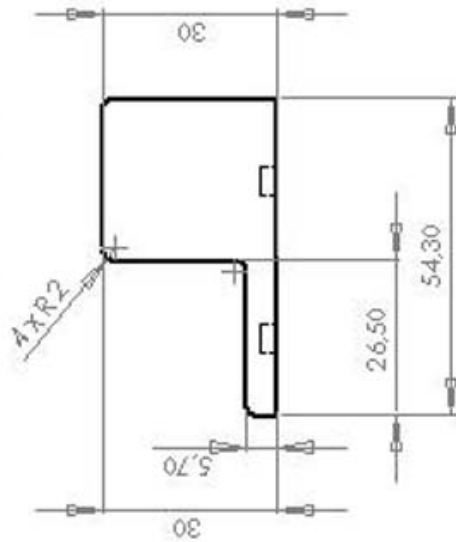
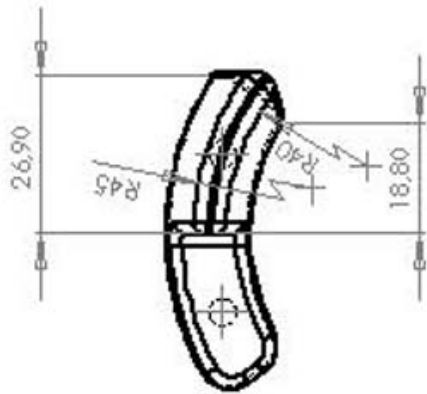
PROPIEDAD Y DERECHOS UNIVERSIDAD EAFIT LICUADORA MANUAL BASE CARGASA CANTIDAD: 1		DISEÑO: J.C. RIVERA A	ESCALA: 1:1 15/03/11	DIBUJANTE: J.C. RIVERA
DIVISIONES APT. 6 MM FOLIO 1 DE 1 NO. DE PROYECTO: 10003 NO. DE ACT. 00001 PART. FACT. 00001	DISEÑO: J.C. RIVERA ESCALAS: 1:1 DISEÑO: J.C. RIVERA DISEÑO: J.C. RIVERA	DISEÑO: J.C. RIVERA DISEÑO: J.C. RIVERA	DISEÑO: J.C. RIVERA DISEÑO: J.C. RIVERA	DISEÑO: J.C. RIVERA DISEÑO: J.C. RIVERA
MATERIAL: AL TOLERANCIAS: ... FINISADO: ... TRATAMIENTO: ... TRATAMIENTO: ...	MATERIAL: AL TOLERANCIAS: ... FINISADO: ... TRATAMIENTO: ... TRATAMIENTO: ...	MATERIAL: AL TOLERANCIAS: ... FINISADO: ... TRATAMIENTO: ... TRATAMIENTO: ...	MATERIAL: AL TOLERANCIAS: ... FINISADO: ... TRATAMIENTO: ... TRATAMIENTO: ...	MATERIAL: AL TOLERANCIAS: ... FINISADO: ... TRATAMIENTO: ... TRATAMIENTO: ...

PROPIEDAD Y DERECHOS
 UNIVERSIDAD EAFIT
 LICUADORA MANUAL
 BASE CARGASA
 CANTIDAD: 1





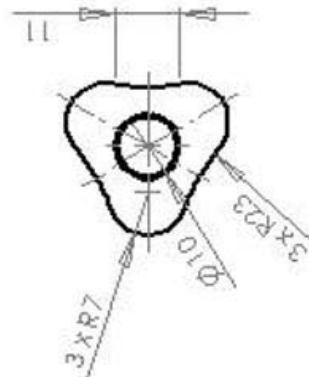
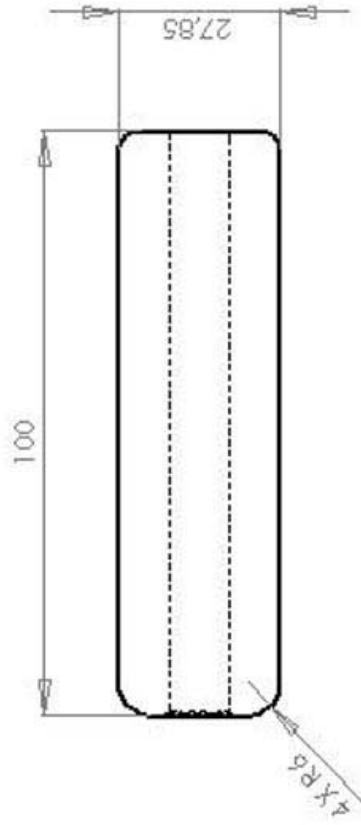
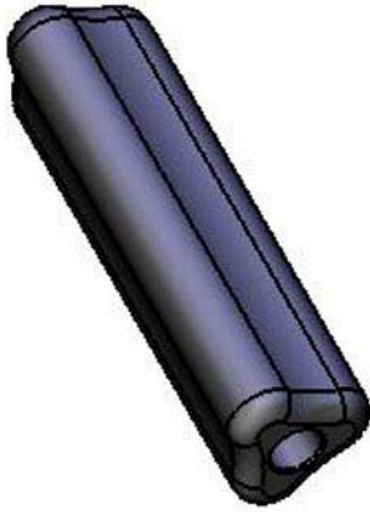
UNIVERSIDAD EAFIT		REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04	REP. 05	REP. 06	REP. 07	REP. 08	REP. 09	REP. 10	REP. 11	REP. 12	REP. 13	REP. 14	REP. 15	REP. 16	REP. 17	REP. 18	REP. 19	REP. 20
LICUADORA MANUAL																					
PALANCA																					
CANTIDAD: 1																					
BY: J.C. R.																					
DATE: 11/03/2011																					
SCALE: 1:3																					
PROJECT: 110000																					
DRAWING NO: 110000-01																					
REV. 01																					
REV. 02																					
REV. 03																					
REV. 04																					
REV. 05																					
REV. 06																					
REV. 07																					
REV. 08																					
REV. 09																					
REV. 10																					
REV. 11																					
REV. 12																					
REV. 13																					
REV. 14																					
REV. 15																					
REV. 16																					
REV. 17																					
REV. 18																					
REV. 19																					
REV. 20																					



REV	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1					

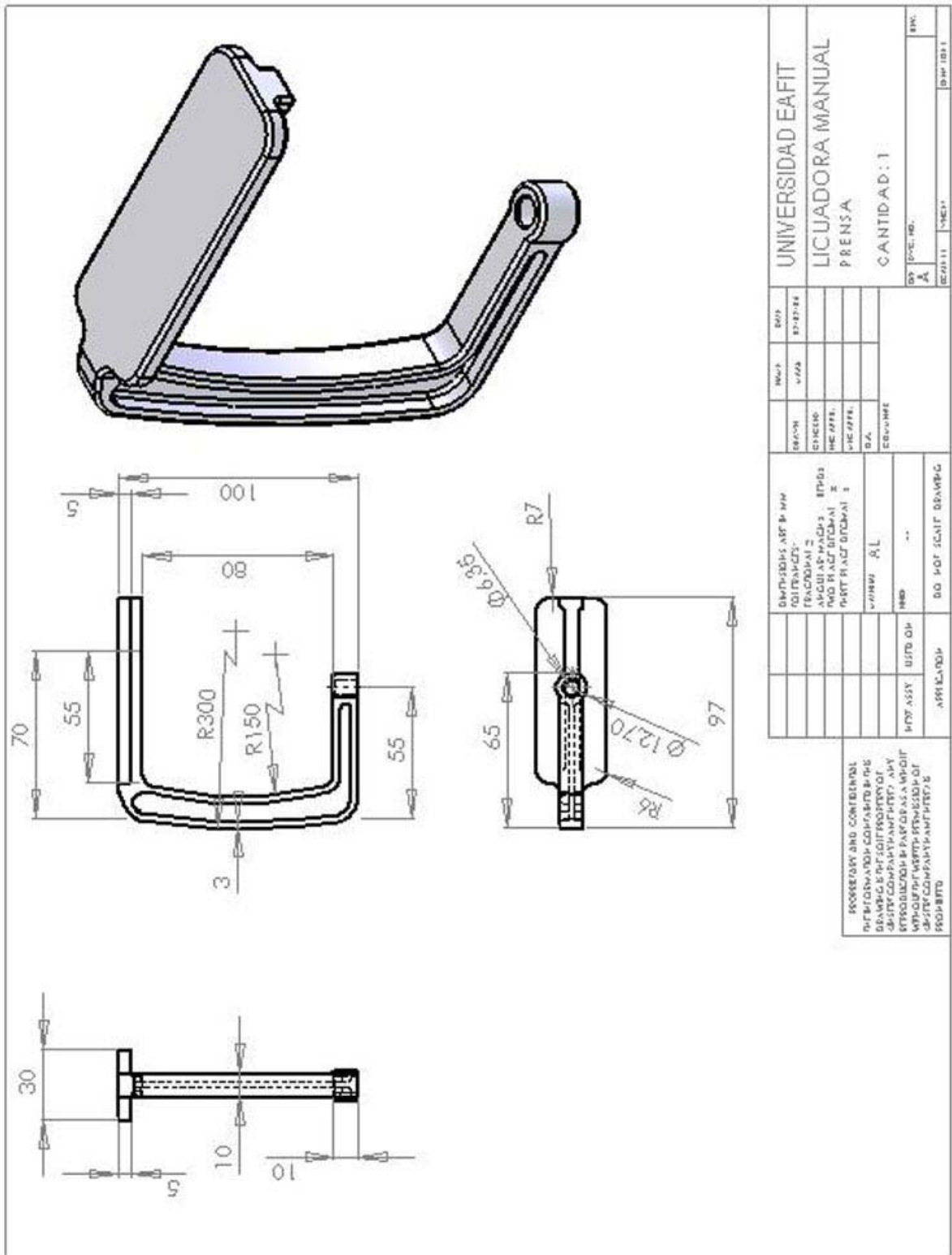
UNIVERSIDAD EAFIT	UNIVERSITY	DATE	BY	CHKD	APP'D
LICUADORA MANUAL	MANUAL BLENDER				
TOPES	STOPPERS				
CANTIDAD: 3	QUANTITY: 3				

PROPIEDAD Y DISEÑO DE LA EMPRESA	PROPERTY AND DESIGN OF THE COMPANY
NO SE PUEDE REPRODUCIR NI DISTRIBUIR SIN EL CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA EMPRESA	NO REPRODUCTION OR DISTRIBUTION WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF THE COMPANY
PROHIBIDA LA REPRODUCCION O DISTRIBUCION SIN EL CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA EMPRESA	REPRODUCTION OR DISTRIBUTION WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF THE COMPANY IS PROHIBITED



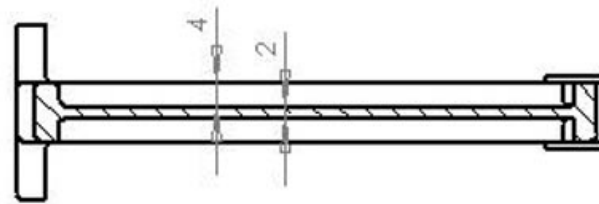
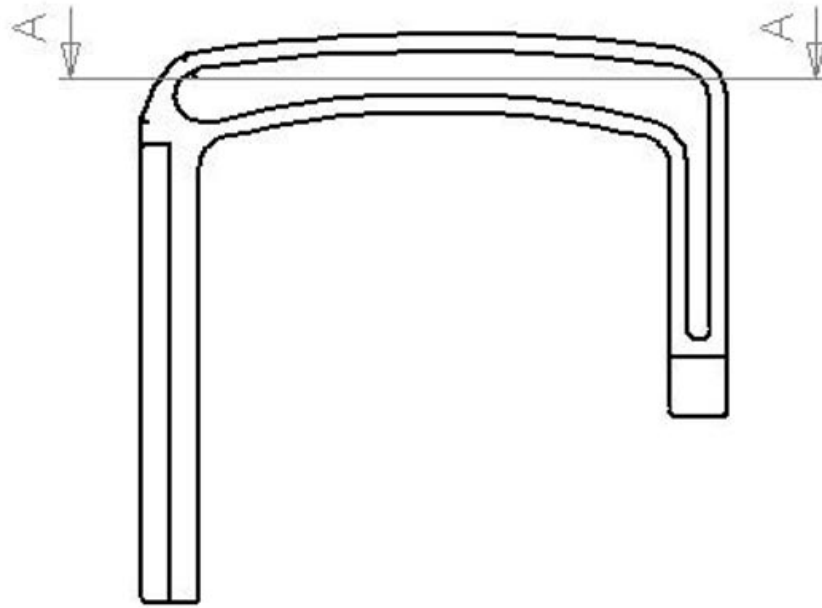
PROSESSO AND CONFIDENTIAL
 THE INFORMATION CONTAINED IN THIS
 DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF
 3M. ANY REPRODUCTION OR
 TRANSMISSION OF THIS INFORMATION
 WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF
 3M IS PROHIBITED.

UNIVERSIDAD EAFIT		REV.	BY	DATE
LICUADORA MANUAL		01	A	02/21/11
MANGO		02		
CANTIDAD: 1		03		
DISEÑADOR:		04		
DIBUJANTE:		05		
APROBADO:		06		
DESCRIPCIÓN:		07		
MATERIAL:		08		
CAUCHO		09		
DIBUJO:		10		
DISTRIBUCIÓN:		11		
DISTRIBUCIÓN:		12		
DISTRIBUCIÓN:		13		
DISTRIBUCIÓN:		14		
DISTRIBUCIÓN:		15		
DISTRIBUCIÓN:		16		
DISTRIBUCIÓN:		17		
DISTRIBUCIÓN:		18		
DISTRIBUCIÓN:		19		
DISTRIBUCIÓN:		20		
DISTRIBUCIÓN:		21		
DISTRIBUCIÓN:		22		
DISTRIBUCIÓN:		23		
DISTRIBUCIÓN:		24		
DISTRIBUCIÓN:		25		
DISTRIBUCIÓN:		26		
DISTRIBUCIÓN:		27		
DISTRIBUCIÓN:		28		
DISTRIBUCIÓN:		29		
DISTRIBUCIÓN:		30		
DISTRIBUCIÓN:		31		
DISTRIBUCIÓN:		32		
DISTRIBUCIÓN:		33		
DISTRIBUCIÓN:		34		
DISTRIBUCIÓN:		35		
DISTRIBUCIÓN:		36		
DISTRIBUCIÓN:		37		
DISTRIBUCIÓN:		38		
DISTRIBUCIÓN:		39		
DISTRIBUCIÓN:		40		
DISTRIBUCIÓN:		41		
DISTRIBUCIÓN:		42		
DISTRIBUCIÓN:		43		
DISTRIBUCIÓN:		44		
DISTRIBUCIÓN:		45		
DISTRIBUCIÓN:		46		
DISTRIBUCIÓN:		47		
DISTRIBUCIÓN:		48		
DISTRIBUCIÓN:		49		
DISTRIBUCIÓN:		50		
DISTRIBUCIÓN:		51		
DISTRIBUCIÓN:		52		
DISTRIBUCIÓN:		53		
DISTRIBUCIÓN:		54		
DISTRIBUCIÓN:		55		
DISTRIBUCIÓN:		56		
DISTRIBUCIÓN:		57		
DISTRIBUCIÓN:		58		
DISTRIBUCIÓN:		59		
DISTRIBUCIÓN:		60		
DISTRIBUCIÓN:		61		
DISTRIBUCIÓN:		62		
DISTRIBUCIÓN:		63		
DISTRIBUCIÓN:		64		
DISTRIBUCIÓN:		65		
DISTRIBUCIÓN:		66		
DISTRIBUCIÓN:		67		
DISTRIBUCIÓN:		68		
DISTRIBUCIÓN:		69		
DISTRIBUCIÓN:		70		
DISTRIBUCIÓN:		71		
DISTRIBUCIÓN:		72		
DISTRIBUCIÓN:		73		
DISTRIBUCIÓN:		74		
DISTRIBUCIÓN:		75		
DISTRIBUCIÓN:		76		
DISTRIBUCIÓN:		77		
DISTRIBUCIÓN:		78		
DISTRIBUCIÓN:		79		
DISTRIBUCIÓN:		80		
DISTRIBUCIÓN:		81		
DISTRIBUCIÓN:		82		
DISTRIBUCIÓN:		83		
DISTRIBUCIÓN:		84		
DISTRIBUCIÓN:		85		
DISTRIBUCIÓN:		86		
DISTRIBUCIÓN:		87		
DISTRIBUCIÓN:		88		
DISTRIBUCIÓN:		89		
DISTRIBUCIÓN:		90		
DISTRIBUCIÓN:		91		
DISTRIBUCIÓN:		92		
DISTRIBUCIÓN:		93		
DISTRIBUCIÓN:		94		
DISTRIBUCIÓN:		95		
DISTRIBUCIÓN:		96		
DISTRIBUCIÓN:		97		
DISTRIBUCIÓN:		98		
DISTRIBUCIÓN:		99		
DISTRIBUCIÓN:		100		



PROHIBIDA LA REPRODUCCION O DISTRIBUCION DE ESTE DISEÑO SIN EL CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA UNIVERSIDAD EAFIT. ESTE DISEÑO ES PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD EAFIT. ANY REPRODUCTION OR DISTRIBUTION OF THIS DESIGN WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF EAFIT COMPANY IS PROHIBITED.

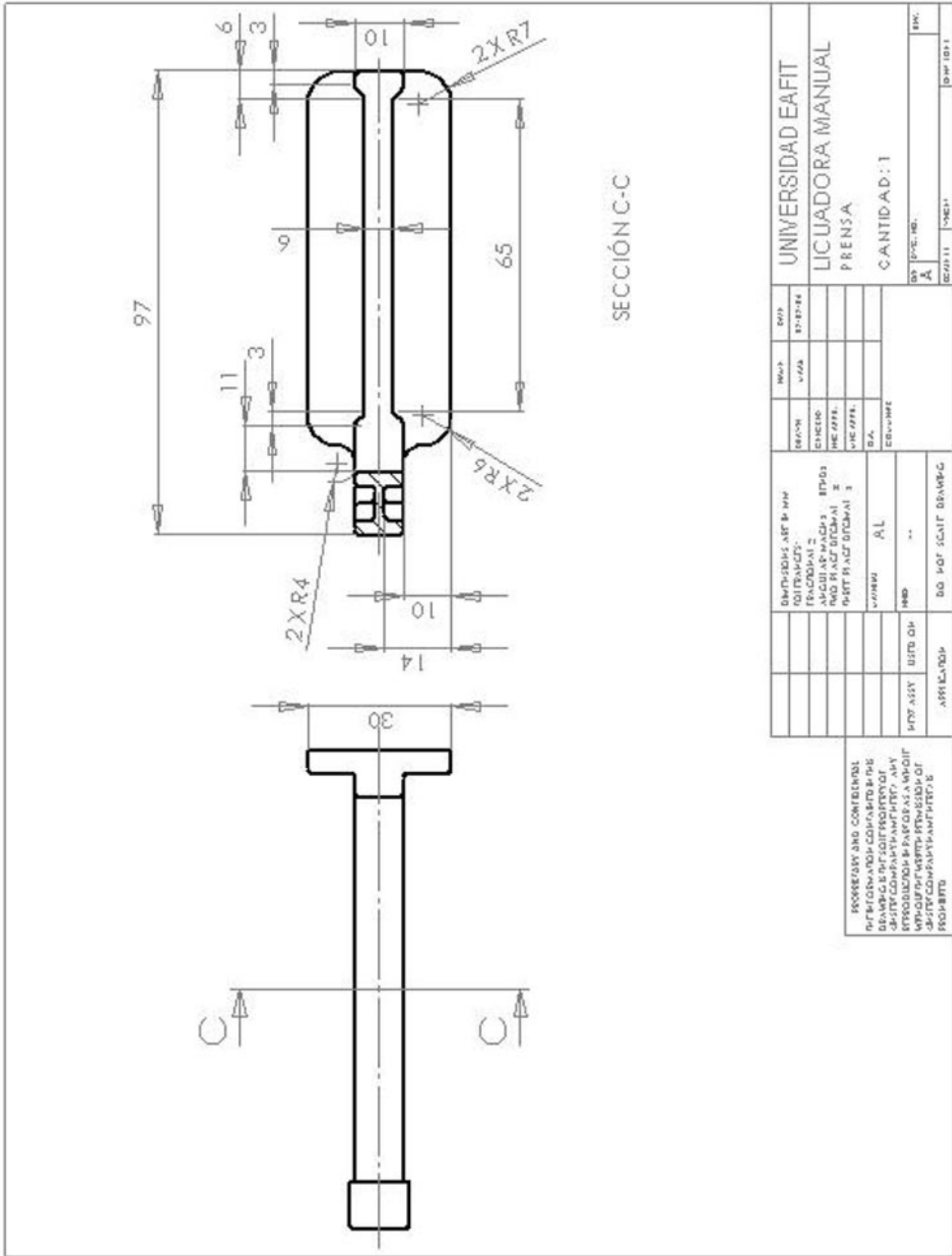
UNIVERSIDAD EAFIT		NO. DE DISEÑO	REV. 01	FECHA	15/03/2018
LICUADORA MANUAL		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
Prensa		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
CANTIDAD: 1		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
UNIVERSIDAD EAFIT		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
LICUADORA MANUAL		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
Prensa		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
CANTIDAD: 1		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
UNIVERSIDAD EAFIT		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
LICUADORA MANUAL		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
Prensa		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018
CANTIDAD: 1		PROYECTO	DESIGN	FECHA	15/03/2018



SECCIÓN A-A

PROPIEDAD Y DISEÑO UNIVERSIDAD EAFIT		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
TÍTULO LICUADORA MANUAL		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
AUTORES PARRA, J. A.		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
CLIENTE UNIVERSIDAD EAFIT		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
DESCRIPCIÓN BARRA DE ALUMINIO PARA MANEJO DE LA LICUADORA		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
MATERIAL AL		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
ESTADO ...		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
APLICACIÓN BARRA DE ALUMINIO PARA MANEJO DE LA LICUADORA		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014
CANTIDAD: 1		DISEÑO 07-07-2014	DISEÑO 07-07-2014

PROPIEDAD Y DISEÑO
 UNIVERSIDAD EAFIT
 AUTORES
 PARRA, J. A.
 CLIENTE
 UNIVERSIDAD EAFIT
 DESCRIPCIÓN
 BARRA DE ALUMINIO PARA
 MANEJO DE LA LICUADORA
 MATERIAL
 AL
 ESTADO
 ...
 APLICACIÓN
 BARRA DE ALUMINIO PARA
 MANEJO DE LA LICUADORA
 CANTIDAD: 1



SECCIÓN C-C

UNIVERSIDAD EAFIT		UNIVERSITY OF THE PHOENIX	
LICUADORA MANUAL		MANUAL GRINDER	
PRENSA		PRESS	
CANTIDAD: 1		QUANTITY: 1	
REV: 01		REV: 01	
A		A	
10/01/11		10/01/11	
10/01/11		10/01/11	

PROPRIETY AND CONTENTS
 OF THIS DRAWING ARE THE
 PROPERTY OF THE UNIVERSITY OF
 THE PHOENIX. NO PART OF THIS
 DRAWING IS TO BE REPRODUCED OR
 TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY
 ANY MEANS, ELECTRONIC OR
 MECHANICAL, INCLUDING
 PHOTOCOPYING, RECORDING,
 OR BY ANY INFORMATION
 STORAGE AND RETRIEVAL
 SYSTEMS, WITHOUT THE
 WRITTEN PERMISSION OF THE
 UNIVERSITY OF THE PHOENIX.

ANEXO I

TABLA DE AJUSTES

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS ISO	
	Agujero base	Eje base
<p>MOVIMIENTO GRANDE, AMPLIO Ajuste para tolerancias comerciales amplias o para elementos exteriores.</p>	H11/c11	C11/h11
<p>MOVIMIENTO LIBRE Ajuste que no debe emplearse en el caso de que la precisión sea algo esencial, pero bueno para grandes variaciones de temperatura, velocidades de giro elevadas, o presiones elevadas en la pieza macho</p>	H9/d9	D9/h9
<p>MOVIMIENTO LIMITADO Ajuste para el funcionamiento de máquinas precisas y para posicionamiento preciso en caso de velocidades moderadas y presión en la pieza macho.</p>	H8/f7	F8/h7
<p>AJUSTE DESLIZANTE No se pretende que las piezas se muevan libremente, una respecto a la otra, pero pueden girar entre sí y colocarse con precisión.</p>	H7/g6	G7/h6
<p>POSICIONAMIENTO CON JUEGO Este ajuste proporciona cierto apriete, es adecuado para posicionar piezas estacionarias, pero pueden montarse y desmontarse fácilmente.</p>	H7/h6	H7/h6
<p>POSICIONAMIENTO DE TRANSICION O AJUSTE INTERMEDIO Para posicionamiento de precisión, es un compromiso entre el juego y la interferencia.</p>	H7/k6	K7/h6

<p>POSICIONAMIENTO DE TRANSICION O AJUSTE INTERMEDIO Para posicionamiento más preciso en el que se requiere y admite una interferencia mayor.</p>	<p>H7/n6</p>	<p>N7/h6</p>
<p>POSICIONAMIENTO CON INTERFERENCIA Para piezas que requieren rigidez y alineación muy precisas pero sin requisitos especiales en el agujero.</p>	<p>H7/p6</p>	<p>P7/h6</p>
<p>SIN MOVIMIENTO O FIJO Para piezas de acero normales o ajustes forzados en secciones pequeñas. Es el ajuste más apretado admisible en piezas de fundición.</p>	<p>H7/s6</p>	<p>S7/h6</p>
<p>FORZADO Para piezas que van a funcionar muy cargadas para ajustes forzados en los que las fuerzas de apriete requeridas no son factibles en la práctica.</p>	<p>H7/u6</p>	<p>U7/h6</p>

ANEXO J

ELABORACIÓN DE PLATA COLOIDAL Y PRUEBA DE EFECTIVIDAD BACTERICIDA

Con el fin comprobar la efectividad de la plata coloidal para eliminar los microorganismos, se realizó una prueba bactericida en el laboratorio de biotecnología de la universidad Eafit*.

La plata coloidal se obtuvo por medio de electrólisis. Este método consiste en la separación de los elementos que conforman un compuesto aplicando electricidad, produciendo la descomposición en iones**

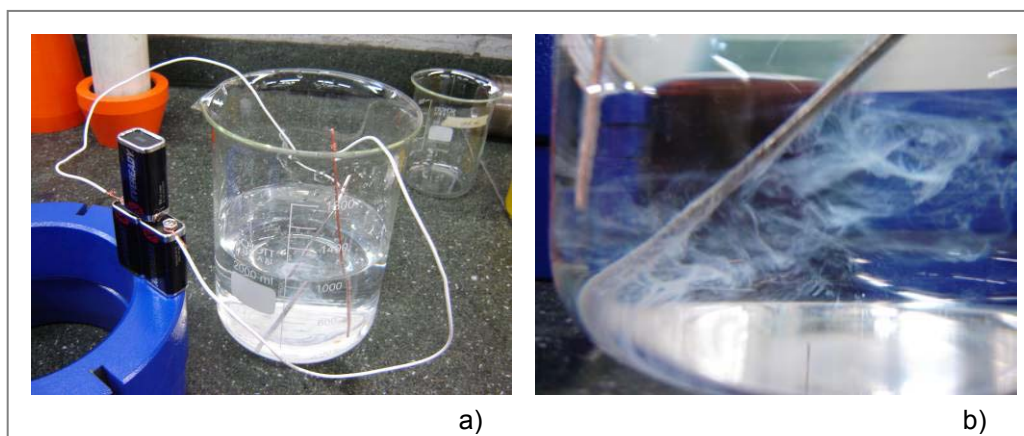
El experimento consistió en introducir en 1000 ml. de agua destilada, una barra de cobre, como ánodo, y una barra de plata, como cátodo; con dimensiones de 15 cm. de longitud y 3 cm. de espesor cada uno. A estas barras, se les aplicó una corriente eléctrica de 27 voltios, como se puede observar en la figura J.1a.

Se realizaron tres concentraciones diferentes con un tiempo de exposición a la electricidad, de 5, 30 y 60 minutos, en los cuales los iones de plata se desprendieron formando un líquido de color turbio, como se muestra en la figura J.1b.

* La prueba bactericida estuvo asesorada por el profesor del Laboratorio de biotecnología Sigifredo Cárdenas

** El método de obtención de plata coloidal estuvo asesorado por el profesor de la Universidad Eafit Jesús Alberto Pérez, sustentada en información obtenida de Internet.

Figura J.1. Electrogeneración de plata coloidal

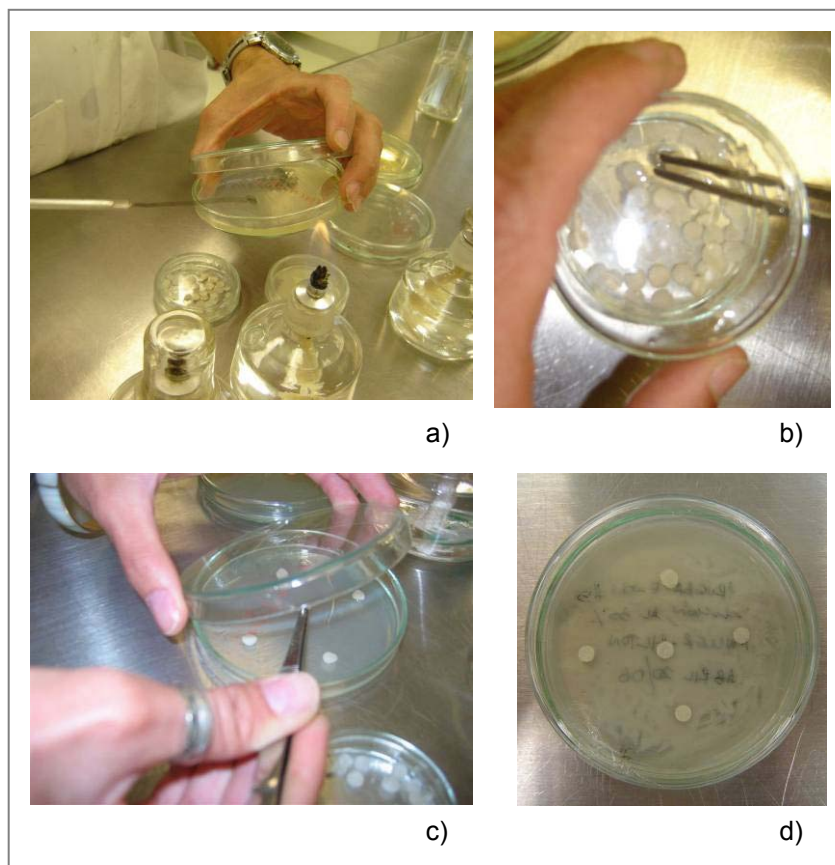


Fuente: Elaboración propia

Luego de haber obtenido la solución de plata coloidal se realizó el análisis bactericida. Para esto se utilizaron los siguientes materiales:

- Sepa de E-Coli.
- Discos de papel filtro estéril.
- Solución de plata coloidal obtenida con tres tiempos de exposición diferentes.
- Asa de aro para sembrar.
- Tres cajas de Petri estériles.
- Pinzas estériles.
- Tres mecheros.
- Etanol.
- Agar Mueller-Hinton, como medio de cultivo.

Figura J.2. Prueba bactericida de la plata coloidal



Fuente: Elaboración propia

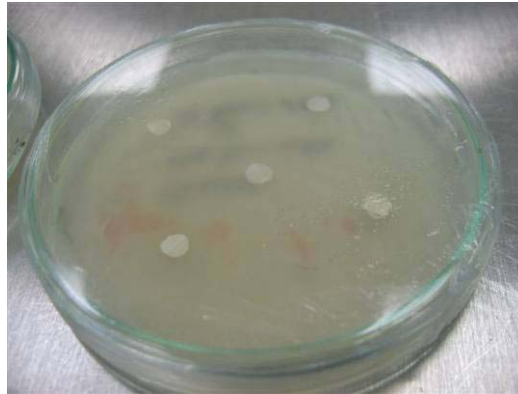
La prueba se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Eafit, realizando un cultivo de bacteria E-Coli en agar Mueller-Hinton, como se muestra en la figura J.2a.

Se sumergieron los discos de papel filtro estéril en la solución de plata coloidal, para luego ser introducidos en el cultivo de E-Coli, figura J.2b, J.2c y J.2d. La caja de Petri se llevó a una incubadora por 24 horas a una temperatura de 30° C. Para cada una de las concentraciones de plata se repitió el mismo procedimiento.

En este tipo de pruebas se espera que las bacterias cultivadas formen un halo alrededor de los papeles de filtro, que hayan sido impregnados con la solución bactericida, comprobando que la solución realmente elimina las bacterias.

En este caso, las pruebas arrojaron resultados negativos sobre la efectividad bactericida de la solución de plata coloidal, debido a que se observó un crecimiento de las bacterias, alrededor y sobre los papeles impregnados de plata, ver figura J.3.

Figura J.3. Resultados de la prueba bactericida



Fuente: Elaboración propia

Aunque la plata coloidal es un bactericida de amplio espectro, comprobado por varias organizaciones* y utilizado en velas y filtros cerámicos comerciales; las posibles causas de estos resultados pueden ser:

- La escasez de documentación de carácter científico y la ausencia de expertos locales en el método de obtención de plata coloidal.
- Posibles contaminaciones en las barras de plata y cobre.
- Inexperiencia de las investigadoras en procesos fisicoquímicos.
- Limitaciones del alcance para estudios más profundos.

* Instituto Tecnológico de Massachussets MIT, Ceramistas Por la Paz – Nicaragua, Universidad de Colorado, Ministerios de Salud de Guatemala, México, Honduras, Nicaragua y Ghana, entre otros.

ANEXO K

MEMORIAS DE LOS CÁLCULOS PARA LA CAJA DE ENGRANAJES DE LA LICUADORA MANUAL

Para iniciar el diseño de la caja de engranajes, fue necesario determinar primero la relación de transmisión deseada en función de la velocidad y no del torque debido a que los alimentos a procesar son relativamente blandos.

Si se toma en cuenta que una licuadora eléctrica tiene un rango de velocidades de 2300 a 3500 rpm, y las licuadoras manuales estudiadas en el estado del arte, un rango de 2100 a 7000 rpm; se estableció para el producto a desarrollar una relación de 50:1, para obtener una sola velocidad de 5000 rpm, suponiendo 100 rpm de entrada, o de 4000 rpm de salida, para 80 rpm entrada.

Esta relación se descompuso en tres pares de engranajes que se organizaron en un tren compuesto para ahorrar espacio y materiales, según la ecuación 1.

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_5}{Z_6} \times \dots$$

Ecuación (1)

$$i = \frac{4}{1} \times \frac{4}{1} \times \frac{3}{1} = \frac{48}{1}$$

Donde cada razón representa un juego de engranajes y Z_n el número de dientes del engrane o piñón.

Siendo las dos primeras relaciones iguales, se determinó que fueran dos pares de engranajes cilíndricos rectos idénticos, para reducir costos y facilitar la producción;

y la última relación se definió como tornillo sinfín y corona para transmitir el movimiento rotatorio entre ejes perpendiculares.

Los engranajes rectos se eligieron por su bajo costo y facilidad de fabricación respecto a los helicoidales. El engranaje sinfín y corona, por su parte, son adecuados porque existe una relación de transmisión elevada en un espacio limitado.

Por un espacio máximo de la caja definido en 100x100x150 mm, se dedujo la utilización de módulos pequeños: de 1 a 3. Así, para los engranajes rectos se definió módulo 1, y para el tornillo sinfín y la corona, módulo 1.25.

Luego se determinaron los números de dientes adecuados para estas proporciones, como se muestra en la ecuación 2.

$$i = \frac{64}{16} \times \frac{64}{16} \times \frac{18}{6} = \frac{48}{1} \quad \text{Ecuación (2)}$$

La razón del tornillo sinfín y la corona no debe ser exacta. “Las razones fraccionarias se dan en las relaciones de transmisión donde el número de dientes del engranaje no es un múltiplo exacto del número de filetes del tornillos, de manera que éstos engranarán con todos los dientes del engrane sucesivamente, obteniendo una “acción de automarcado”. Este cambio progresivo ocurre también en la manufactura y su fin es producir engranajes más precisos y perfeccionar la acción de rodamiento”¹.

Por tal motivo se aumentaron dos dientes en la corona obteniendo una relación de 53:1 aproximadamente, expresada en la ecuación 3.

$$i = \frac{64}{16} \times \frac{64}{16} \times \frac{20}{6} = \frac{4}{1} \times \frac{4}{1} \times \frac{3\frac{2}{6}}{1} = \frac{53.33}{1} \quad \text{Ecuación (3)}$$

¹ Dudley, D. Op. Cit. p. 214.

A partir del número de dientes y el módulo, se determinaron entonces las variables de diseño relevantes para cada engranaje según las fórmulas como se muestra en la tabla 1.

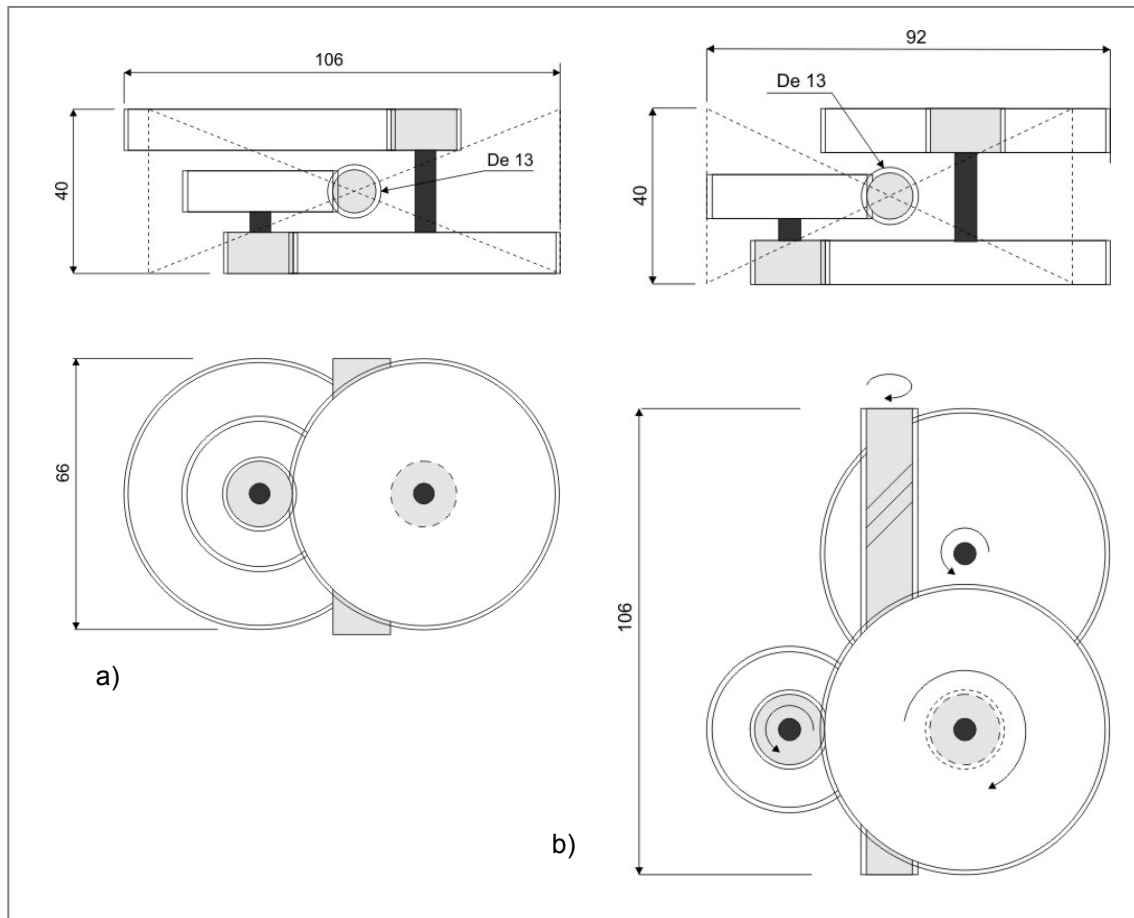
Tabla 1. Variables calculadas para la caja de engranajes

CILINDRIOS RECTOS	SINFIN Y CORONA CILINDRICOS
Engrane $Z = 64, M = 1$ $Dp_e = M \times Z_e = 1 \times 64 = 64$ $De_e = Dp_e + 2M = 64 + 2 = 66$	Corona $Z = 20, Mn = 1.25$ Ángulo de hélice = 45° $Ma = \frac{M}{\cos \alpha} = \frac{1.25}{\cos 45^\circ} = 1.77$
Piñón $Z = 16, M = 1$ $dp_p = M \times z_p = 1 \times 16 = 16$ $de_p = dp_p + 2M = 16 + 2 = 18$	$Dp_c = Ma \times Z_c = 1.77 \times 20 = 35.35$ $De_c = Dp_c + 2M = 35.35 + 2.5 = 37.85$
Distancia entre centros $C = \frac{Dp_e + dp_p}{2} = \frac{64 + 16}{2} = 40$	Tornillo sinfín, $Z = 6, M = 1.25$ Ángulo de hélice = 45° $P = \pi \times M = 3.1416 \times 1.25 = 3,93$ $L = P \times n = 3.93 \times 6 = 23.56$

Fuente: Elaboración propia.

El diámetro primitivo del tornillo sinfín no está sujeto a reglas ni fórmulas, por lo que fue definido según las dimensiones de la caja de engranajes en algunas configuraciones elaboradas. La figura 1 muestra algunas configuraciones iniciales de la caja de engranajes, concluyendo que la figura 1b es más apta para el diseño ya que sus dimensiones se ajustan a las deseadas.

Figura 1. Configuraciones iniciales de la caja de engranajes



Fuente: Elaboración propia

De estas configuraciones, se determinó asimismo la inclinación de la hélice hacia la derecha para que el tornillo girara contra las manecillas del reloj y accionara las cuchillas correctamente; su diámetro exterior máximo debía ser de 13 mm para evitar choques entre engranajes y seguir conservando un espacio considerable. Con este dato se calcularon entonces el diámetro primitivo y la distancia entre centros de ejes. Concluyendo las variables de diseño y construcción del tornillo, así:

$$Dp_i = De_i - 2M = 13 - 2.5 = 10.5$$

Ecuación (4)

$$C = \frac{Dp_c + Dp_t}{2} = \frac{35,35 + 10,5}{2} = 22,925 \quad \text{Ecuación (5)}$$

Para determinar los ajustes se tuvo en cuenta que como el material de la caja es un nylon autolubricado, los ejes no requieren rodamientos, y estos deben girar libremente sobre la caja. Solo el tornillo sinfín va apoyado sobre rodamientos para asegurar su estabilidad y buen funcionamiento. Los ajustes, según la tabla del anexo I y referencias de Casillas¹, se establecieron de la siguiente manera:

- Ajuste deslizante H7/g6 entre ejes y caja.
- Ajuste de posicionamiento con interferencia H7/p6 entre ejes y engranajes.
- Tolerancia E8 para la distancia entre centros, módulo de 1 a 3.
- Tolerancia j5 para el eje del tornillo con rodamientos de menos de 18 bolas.

Para verificar el diseño de la caja, se comparó el torque de las licuadoras comerciales con la relación de transmisión propuesta. Suponiendo una potencia de 78W^{*}, el torque para los productos comerciales se calculó teniendo como datos iniciales la velocidad angular y la potencia generada por una persona al accionar una palanca con movimiento rotativo vertical. La velocidad angular se obtuvo con las revoluciones por minuto promedio de salida de las licuadoras comerciales así:

¹ Casillas, A L. Cálculos de taller. 31ª Edición. Madrid: Editorial Máquinas, 1980.

^{*} Los cálculos se hicieron suponiendo una potencia de 78W, que según experimentos realizados por la universidad de Delft, equivale a la potencia producida por una persona accionando una palanca con movimiento rotativo vertical. Ver capítulo 1.

$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi \times 4500rpm}{60} \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$\omega = 471,23 \frac{rad}{seg}$$

Luego se calculó el torque con la siguiente ecuación:

$$T_{Salida} = \frac{P}{\omega}$$

$$T_{Salida} = \frac{78W}{471,23rad / seg} \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$T_{Salida} = 0,166Nm$$

Los cálculos de velocidades angulares para la caja de engranajes propuesta se pueden apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Cálculo de velocidades angulares

ENGRANAJE	VELOCIDAD ANGULAR (rad/s)
Engrane 1 Z = 64, n = 100 rpm	$\omega_{e1} = \frac{2\pi \times n_{e1}}{60}$ $\omega_{e1} = 10,47$
Piñón 1 Z = 16, n = 400 rpm	$\omega_{p1} = \frac{2\pi \times n_{p1}}{60}$ $\omega_{p1} = 41,89$
Engrane 2 Z = 64, n = 400 rpm	$\omega_{e2} = \omega_{p1} = 41,89$
Piñón 2 Z = 16, n = 1600 rpm	$\omega_{p2} = \frac{2\pi \times n_{p2}}{60}$ $\omega_{p2} = 167,55$

Corona Z = 20, n = 1600 rpm	$\omega_c = \omega_{p2} = 167,55$
Tornillo sinfín Z = 6, n = 5333,33 rpm	$\omega_t = \frac{2\pi \times n_t}{60}$ $\omega_t = 558,50$

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al torque de salida, se calculó como expresa la ecuación 8., con las velocidades angulares y el torque de entrada, que se estimó en 7Nm en el laboratorio de física de la universidad Eafit simulando las condiciones propuestas.

$$T_{entrada} \times \omega_{entrada} = T_{salida} \times \omega_{salida}$$

$$T_s = \frac{7Nm \times 10,47rad / s}{558,5rad / s} = 0,13Nm \quad \text{Ecuación (8)}$$

De donde se pudo calcular que la potencia de salida era 72,6 W, valor que no se aleja de los experimentos realizados en la Universidad de Delft mencionados anteriormente. Ver ecuación 9.

$$P = T \times \omega$$

$$P = 0,13Nm \times 558,5rad / s = 72,6Watts \quad \text{Ecuación (9)}$$