

Mini-guía

# Estudio de caso : Capiobianco Soluciones

Documentación de una iniciativa de reciclado de plásticos en la República Dominicana



## **Puntos clave del aprendizaje :**

- *Comprender la génesis y el desarrollo de un proyecto de reciclaje*
- *Comprender y visualizar el funcionamiento de un centro de reciclaje de plásticos*
- *Obtener información sobre el modelo de negocio*



# Contenido

<b>1. Capobianco Solutions en breve</b>	<b>3</b>
<b>2. Presentación de Capobianco Soluciones</b>	<b>4</b>
Introducción	4
Historia	5
<b>3. Taller de producción y tecnologías</b>	<b>6</b>
Presentación del taller	6
Línea de producción de placas	7
Línea de producción de perfiles	9
Organización del trabajo en el taller	13
<b>4. Suministro de materias primas y productos acabados</b>	<b>14</b>
Búsqueda de proveedores	14
Productos acabados	15
<b>5. Modelo de negocio</b>	<b>17</b>
Presentación de la metodología de análisis de costes e ingresos	17
Coste de producción del subproducto perfilado	18
Coste de producción de la carpintería	19
<b>6. Conclusión</b>	<b>22</b>



El contenido de esta guía es de **código abierto**

Las contribuciones a esta miniguía son bienvenidas → envíe un correo electrónico a [jean-baptiste@plasticodyssey.org](mailto:jean-baptiste@plasticodyssey.org)

# 1. Capobianco Soluciones en breve

- **Nombre de la empresa** : Capobianco Soluciones
- **Propietario** : M. Fermin Capobianco
- **Ubicación** : Santo Domingo, República Dominicana
- **Materias primas para residuos plásticos** : Plástico duro (HDPE, PP)
- **Producto** : Placas, perfiles, productos ensamblados (papeleras, bancos, barreras, etc.)
- **Año de creación** : 2013
- **Historia** :
  - **2013** : Compra de terreno 70 k\$ (1000m<sup>2</sup>) y construcción de taller 50k\$.
  - **2014** : Compra de una trituradora \$10k  
Adquisición de una línea de extrusión y un barril 130k\$
  - **2015** : Adquisición de una línea de fabricación de placas por 150k\$
  - **2017** : Adquisición de dos extrusoras para 150 k\$
  - **2018** : Ampliación del terreno (+1000m<sup>2</sup>) 70k\$
  - **2020** : Asociación con Proplanet
- **Financiación** : Personal
- **Maquinaria actual** :
  - Línea de producción de hojas: 26 hojas (1,3m\*2,4 m \*12mm (40kg)) / día
  - Extrusoras : 2 x 150 kg/h
- **Cantidad de plástico reciclado al año** :
  - ~ 3.5 T / día
  - ~ 1000 T / año
- **Trabajadores manuales** : 8 empleados + 4 contratistas
- **Ventas anuales 2023** : 400 k\$



[@capobiancosoluciones](https://www.instagram.com/capobiancosoluciones)



## 2. Presentación de Capobianco Soluciones

### Introducción

Durante nuestra escala en la República Dominicana (septiembre de 2023), recibimos una respuesta récord de los interesados en el reciclaje dominicanos. En Santo Domingo, nos reunimos con más de 300 empresarios, estudiantes, profesores y empleados con proyectos para recuperar y reducir los residuos plásticos. Sin embargo, las empresas que ofrecen soluciones para transformar el material en productos acabados se pueden contar con los dedos de una mano.

Capobianco abrió las puertas de su taller de reciclaje, que vimos en YouTube hace varios años por su método de fabricación de láminas. Actor comprometido en el desarrollo de soluciones sostenibles al problema de la contaminación por plásticos, Fermín compartió con nosotros su experiencia en el mundo del reciclaje a escala semiindustrial.



### |Fermin Capobianco




Fermin, ingeniero agrónomo y gestor forestal en la República Dominicana, ha dedicado más de 20 años de su vida a transformar la madera en diversos objetos utilizados en la agricultura, como vallas, cercados y refugios. Sin embargo, con una normativa cada vez más estricta para evitar la deforestación, ha tenido que replantearse su negocio. La situación medioambiental del país y su conciencia ecológica le llevaron a explorar las oportunidades que ofrece el reciclado de plásticos.

En 2008, decidió formarse en reciclaje de plásticos, y viajó a Colombia en varias ocasiones para aprender sobre máquinas de reciclaje y productos finales reutilizables.

En total, pasó no menos de 6 meses trabajando para varias empresas colombianas, aprendiendo mucho en Ecomodulares, la empresa de Javier Chia.

En 2013, compró un terreno de 1.000 m<sup>2</sup> y construyó su primer almacén. Empezó comprando una trituradora para acumular recursos en plásticos triturados, y luego pasó a comprar una línea de perfiles con barriles. En 2014, compró un sistema automatizado para fabricar láminas. La venta de láminas en bruto no funcionó muy bien al principio. Cambió de estrategia y formó a sus empleados en la construcción de productos acabados, ya que se adapta mejor al mercado dominicano. En 2016, compró 2 extrusoras en Colombia, y comenzó a producir perfiles y tableros para variar su gama de productos. En 2017, amplió su almacén en otros 1.000 m<sup>2</sup>. En 2019, estableció una asociación con Proplanet SAS Colombia, a la que envía residuos en tetrapacks para recibir a cambio planchas de polialuminio. La adquisición de varias máquinas le permite crear mobiliario urbano como bancos de parque, pupitres escolares y cualquier otro objeto que pueda ser útil en la vida cotidiana. Fermín también construye casas con plástico reciclado, lo que supone una valiosa ayuda para varias familias de la región.

 **Enlaces a los videos de YouTube** que nos presentaron esta tecnología de fabricación de platos, que no podíamos esperar a descubrir:

<https://www.youtube.com/watch?v=DRd53yhS95I>



Capobianco Soluciones Ecológicas

8,7 k vues · il y a 10 ans

 sweetlemonpro

Capobianco Soluciones Ecológicas es una empresa comprometida con el medio ambiente, dedicada a la recolección, ...

<https://www.youtube.com/watch?v=v9fmVkgeGQA>



Madera Plastica Fabricacion de Tableros de Madera Plastica

1 M de vues · il y a 11 ans

 mexhealthcare

Madera Plastica es un material que se fabrica utilizando residuos plasticos de todo tipo. Es la solucion a los desechos plasticos ...

<https://www.youtube.com/watch?v=m9nYgMtxWFY>



Madera Plastica

448 k vues · il y a 8 ans

 maquiventa maq

Maquinas para fabricar madera plastica a partir de desechos plasticos de casi cualquier tipo.

## Historia

---

Aunque Capobianco Soluciones es ahora rentable, la empresa tardó hasta el noveno año en lograr un balance positivo. Las inversiones han sido todas privadas y personales. Fermín insiste en que su empresa no habría podido despegar aquí, en la República Dominicana, con un sistema de préstamos bancarios o ayudas externas. Combinar la fabricación de sus productos acabados en el mismo almacén y con los mismos empleados le permite cosechar importantes beneficios. Destaca el valor añadido del saber hacer de sus empleados en los productos acabados, que son mucho más valiosos que la simple reventa de perfiles o chapas. A continuación se presentan algunas cifras que resumen las inversiones y los hitos en el desarrollo de la empresa de reciclaje:

### Ingresos :

**2014** : 5,5k\$

**2015** : 15k\$

**2016** : 38k\$

...

**2023** : 400k\$

Después de tres años, haciendo funcionar la línea de extrusión de barriles (comprada al estadounidense Cierrade Paul Vanderpool 130k\$ en 2014, 300kg/h 85-100cv a 100kW), Fermín decidió pararla porque consumía demasiada energía y prefirió comprar dos extrusoras con válvulas de tres vías. La línea de producción de perfiles de barril sigue en el taller abandonado.

## 3. Taller de producción y tecnologías

### Presentación del taller

---

El taller de producción ocupa ahora 2.000 m<sup>2</sup>, divididos en distintas zonas. En la entrada se almacenan los productos acabados, y en el piso superior están las oficinas de gestión, con vistas al taller. Esta última se muestra en la foto de arriba. Se puede ver una zona dedicada a las actividades de carpintería (centro), la línea de producción de chapas a la derecha y las dos extrusoras (abajo a la derecha).



Detrás de la zona dedicada a la producción hay dos áreas de almacenamiento, una para materias primas (escamas y residuos) y otra para productos de polialuminio y perfiles y chapas acabados.



## Línea de producción de placas

---

Esta es la segunda línea de procesamiento del material adquirido por Fermin a Heatmx en México. Esta línea de producción automatizada produce láminas de HDPE que miden 1,3 mx 2,4 m y 1,2 cm de espesor. En ocasiones se pueden fabricar placas añadiendo una fracción de PP al HDPE para hacer las placas más resistentes. Sin embargo, como el PP suele ser más caro que el HDPE, produce principalmente láminas de HDPE. Cada molde de placa está en un carro que se puede mover empujándolo con la mano para que siga los rieles.

- Tiempo de producción diario: 4 horas/día
- Capacidad: 6 tablas de 40 kg/día
- Consumo de energía por hora de producción: 45 kWh
- Generador dedicado: 100 kW (sobredimensionado)
- Consumo del generador: 30 L/h (o aproximadamente \$32/h)



El proceso se desglosa de la siguiente manera:

- Película de silicona aplicada con un paño al fondo del molde.
- Añadiendo el material triturado
- Homogeneización del material molido en la placa.
- Calentamiento: 10 min 180 grados / 40 min 225 grados
- Prensa: Presión durante 40 minutos entre 1200 y 1500 PSI con sistema de refrigeración de 8 grados.
- Desmoldar
- Conformador 24h



Los moldes son de acero y la silicona aplicada en el fondo sirve como lubricante. Los hornos funcionan con un sistema de 4 resistencias debajo del molde y por tanto calientan por convección el material contenido en el molde.

Una regla le permite recorrer todo el molde e igualar el material en toda la placa. Al comprimirse deja un pequeño margen en el lateral para que se desborde.





Tenga en cuenta que los tiempos de enfriamiento bajo la prensa enfriada a 8°C son esenciales para poder desmoldar la placa. Luego se apilan bajo un conformador (placa pesada levantada por una cabra) para que mantengan su planitud. Finalmente, se apilan para su almacenamiento.



## Línea de producción de perfiles

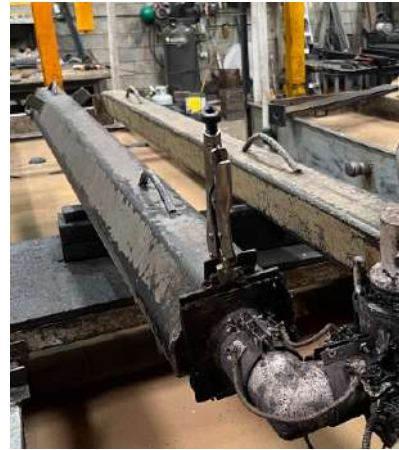
En 2017, dos años después de comprar la línea de producción de placas, Fermin invirtió en una primera extrusora en 2017 (27 mil dólares) y luego en una segunda idéntica en 2020 (33 mil dólares) para reemplazar su línea de extrusión acoplada a un barril. Con el transporte e instalación de las máquinas desde Colombia, le costó alrededor de 150 mil dólares. Dos operadores pueden realizar cambios de molde, accionar la válvula de tres vías y desmoldar los perfiles.

- Tiempo de producción diario: 4 horas/día
- Capacidad: 150 kg/h (por extrusor)
- Consumo de energía por hora de producción: 25 kWh (por extrusor)
- Generador dedicado: 50kW
- Consumo del generador: 19 L/h (o aproximadamente \$20/h)



Después de 6 años de funcionamiento y de haber heredado el know-how de los recicladores colombianos, podemos notar varias sutilezas técnicas que permiten maximizar el tiempo efectivo de producción de la máquina y reducir el tiempo humano invertido en producción y mantenimiento.

El extrusor Ecomodulares calienta el material molido a 225°C mediante 5 collarines calefactores clásicos de 1500W. La válvula de tres vías fabricada por Ecomodulares en Colombia está equipada con 6 collares calefactores de 1500W - 220V para mantener la válvula a una temperatura ciertamente un poco más baja que en el tornillo pero aún así evita que el material se congele y bloquee la válvula. La válvula, que no está sometida a esfuerzos mecánicos y no puede pintarse, está fabricada en acero inoxidable.



Los moldes utilizados por Capo Bianco son fabricados por la empresa Ecomodulares en Colombia. Estos moldes nos llamaron la atención porque son muy fáciles de desmoldar y bastante livianos. Los moldes están soldados mecánicamente con acero de buena calidad. Por ejemplo, el molde más común es un molde de tablero de 120cm x 10cm x 2,5cm con un espesor de 3mm por un precio indicativo de 130\$. Estos moldes son bastante livianos y pueden ser manipulados fácilmente por operadores que agarran los moldes por las manijas con las manos desnudas para moverlos. Los moldes de 120 cm con geometría especial se venden por unos 280\$.



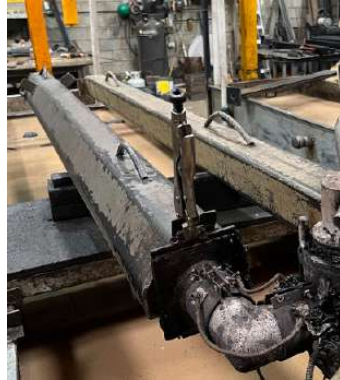
Por ejemplo, Capobianco utiliza moldes con forma de pez para fabricar las tablas que se utilizarán para construir las paredes de las casas. Para evitar que los rayos de luz entraran en las viviendas, Fermín tenía hasta entonces achaflanar todas sus tablas. Gracias a estos moldes no son necesarias operaciones de carpintería.



En cuanto a la interfaz válvula de tres vías/molde, el perfil va provisto de una placa con agujeros en su extremo. El agujero actúa como entrada de material. Su tamaño es idéntico cualquiera que sea la geometría del perfil a rellenar, lo que permite estandarizar la interfaz válvula/molde. La ventaja sobre los moldes de sección abierta es también que cuando se desconecta el molde, el plástico fundido no puede salir del molde. Incluso puedes mantener el dedo en el orificio justo después de soltar el molde para evitar que se escape un poco de material, en unos segundos el material está lo suficientemente firme como para no escapar más.



Los moldes se presionan sobre la salida del extrusor mediante una mordaza, lo que permite a los operadores realizar cambios de molde de manera simple y eficiente. Los moldes simplemente se colocan sobre perfiles cortados a la altura adecuada para mantener los moldes en posición horizontal.

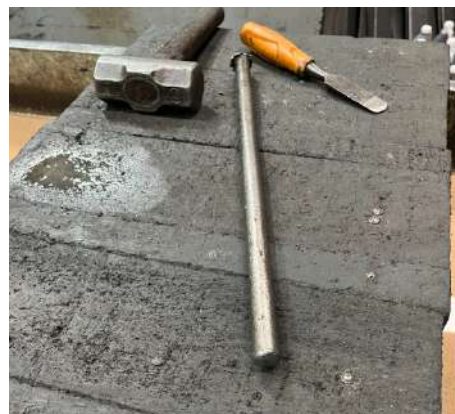


En el otro extremo, los moldes tienen muescas que permiten deslizar una cuña para cerrarlos. Los operadores esperan antes de cerrar para comprobar el llenado. Una solución que se observa en otros talleres es disponer una cuña de madera en el interior del molde que se empuja a medida que avanza el material y permite indicar cuando el molde está casi lleno. En los talleres de Capobianco la gestión del tiempo de ciclo se realiza a través de la experiencia. En moldes de mayor volumen, para evitar presionar el extrusor y el molde y, por tanto, hinchar el molde, un pequeño orificio permite que el plástico fundido se desborde.



Una vez llenos los moldes, se activa la válvula de tres vías para llenar un segundo molde ya existente y vaciarlo. El molde recién llenado se sumerge en el baño situado justo debajo, lleno de agua y aceite de corte miscible en agua. El aceite de corte ayuda a prevenir la corrosión y facilita el desmolde lubricando el molde. Al sumergir el molde en caliente reducimos el tiempo de fraguado del plástico lo que también ayudará en el desmoldado.

Para desmoldar utilizan una varilla metálica de aluminio que martillan con un mazo. El aluminio es un metal muy dúctil (capacidad del metal para moldearse sin aumentar de volumen y sin romperse).



Como el aluminio es "más blando", esto evita rayones excesivos cuando la barra roza el interior del molde. Una vez imprimidos, los perfiles se desmoldan con mucha facilidad.

Los empleados están capacitados en mantenimiento básico, el mantenimiento externo y especializado sólo representa del 5 al 10% de las operaciones. Los principales costes de mantenimiento están relacionados con el cambio de los collares calefactores. Damos como indicación el precio de un collarín estándar de 5kW, 250\$. De media, a lo largo de un año de actividad, se sustituye todo el conjunto de collarines debido a sucesivas averías. Los moldes, aunque de buena calidad, también son piezas a renovar. Suelen hincharse y oxidarse con el tiempo. Muchos moldes se almacenan en el taller porque, para responder a grandes pedidos, es necesario asegurar la producción del mismo tipo de perfil con las 2 extrusoras en paralelo, contando al menos 3 juegos de 2 perfiles por extrusora. El mantenimiento del tornillo extrusor es necesario cada 5 a 10 años. Consiste en quitar el tornillo, limpiarlo con un cepillo de alambre y, si es necesario, añadir material mediante soldadura y luego volver a trabajarlo girando. Una entrevista completa cuesta \$300 en Colombia.



Una vez desmoldados y secos los perfiles, el uso de un soplete puede proporcionar un mejor acabado superficial.



## La organización del trabajo en el taller

El taller y el ritmo de producción son muy flexibles dependiendo de la demanda. Por eso todos los trabajadores son bastante versátiles. Por ejemplo, durante nuestras 3 semanas de escalas en Santo Domingo, no habremos visto operativa la línea de producción de chapa. Por la mañana, los equipos generalmente se centran en la producción de perfiles. Luego, por la tarde se concentran en la carpintería para dar forma a los productos terminados. Los perfiles de plástico reciclado se pueden trabajar como la madera. Así encontramos herramientas y elementos de atornillado clásicos: sierra circular, tornillos para madera, bisagras, etc.

Por la mañana, dos operadores son suficientes para hacer funcionar una extrusora y también pueden apoyar la producción de planchas en paralelo. Un tercer operador se concentra en cortar los perfiles con una sierra circular. Un cuarto operario se ocupa de la

carpintería todo el día. Durante los periodos de mayor actividad, se añaden otros dos operadores al taller.

## 4. Suministro de materias primas y productos terminados.

### Suministro de plásticos

Capobianco procesa HDPE (polietileno de alta densidad) y PP (polipropileno), que son plásticos duros. Compra entre el 85 y el 90 % de sus residuos ya triturados, principalmente HDPE, a unos 480\$/T. Se compra menos PP porque su precio suele ser más alto que el del HDPE. Fermín nos dice que para mantener la viabilidad de sus actividades nunca comprará material por encima de 500\$ por tonelada. Monitorea continuamente el precio del mercado de residuos de manera informal siguiendo los precios de varias fuentes, siendo su principal problema tener un depósito seguro y de buena calidad.

De hecho, Fermín subraya la importancia que concede a la calidad de los depósitos de residuos: el material triturado adquirido procede únicamente de residuos postindustriales y nunca de residuos postconsumo. Los residuos sucios y contaminados son la principal fuente de desgaste de sus máquinas. Por ejemplo, durante nuestra escala de 4 semanas en Santo Domingo, Capobianco Soluciones no produjo planchas porque la materia prima de calidad suficiente para este proceso tenía un precio demasiado alto.

Además, recupera gratuitamente entre el 10 y el 15 % de sus residuos gracias a una asociación con una empresa productora de aceite de motor. Se trata de latas/botellas de HDPE usadas y contaminadas. Esto representa alrededor de 100 toneladas por año.

El taller de Capobianco Soluciones también está equipado con una trituradora (60 CV - 200 kg/h comprada por 30k\$) que le permite triturar tanto sus purgas como sus restos de carpintería para transformar nuevamente el material.



Como parte de la alianza firmada en 2019 con Proplanet, Fermín recolecta 300 toneladas de tetrapack por año, que envía al centro de procesamiento de Proplanet en Colombia. A cambio, se le devuelven 200 toneladas de placas y láminas de polialuminio.

## Productos terminados

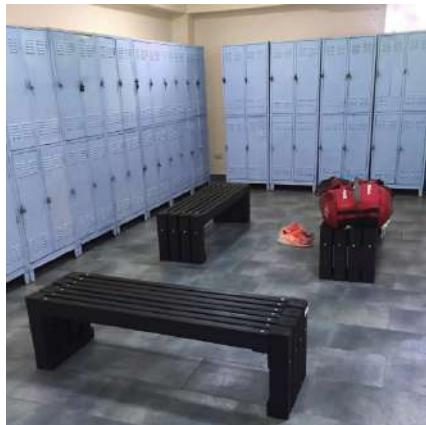
---

Volveremos a esto más adelante pero Fermín empezó fabricando productos semiacabados como placas o perfiles pero con el tiempo comprobó que era mucho más interesante desde el punto de vista económico ofrecer productos terminados. Por ello ofrece una amplia gama de productos que son conjuntos de placas y perfiles:

### |Los botes de basura



### |Bancos y mesas



### |Barreras



## |Paradas de plazas de aparcamiento



## |Fachadas de casas



## |Palets

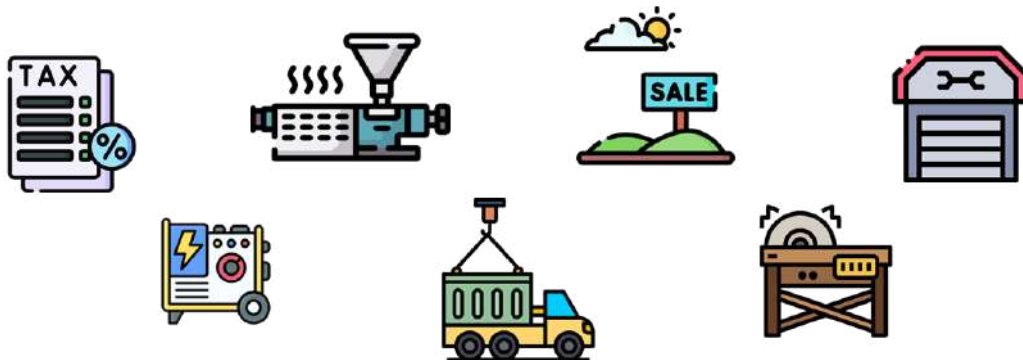




## 5. Modelo de negocio

### Presentación de la metodología de análisis de costos-ingresos.

A continuación realizaremos un análisis de costos-ingresos utilizando el modelo Capó Bianco. Este análisis permite dar una idea del modelo de negocio de la empresa, sin embargo es difícil extrapolar estas cifras porque la empresa se adapta mucho a las fluctuaciones de la demanda y las reflexiones que se presentan a continuación se alejan un poco de la realidad sobre el terreno y las consideraciones económicas sostenidas por Fermín. Sigue siendo interesante comparar los márgenes por producto, así como el enfoque para llegar a estas evaluaciones...

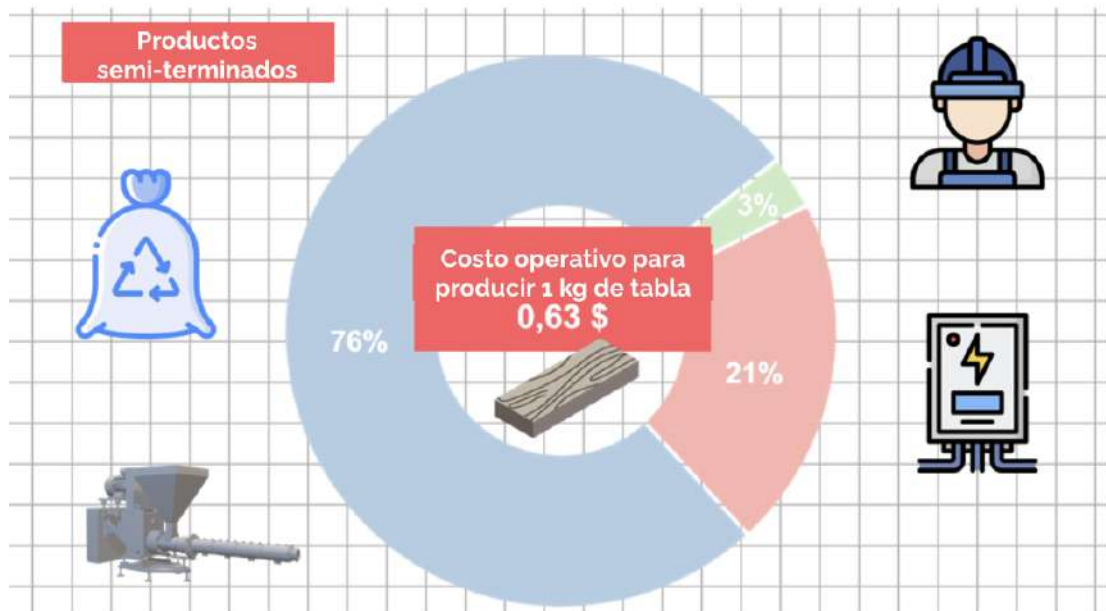
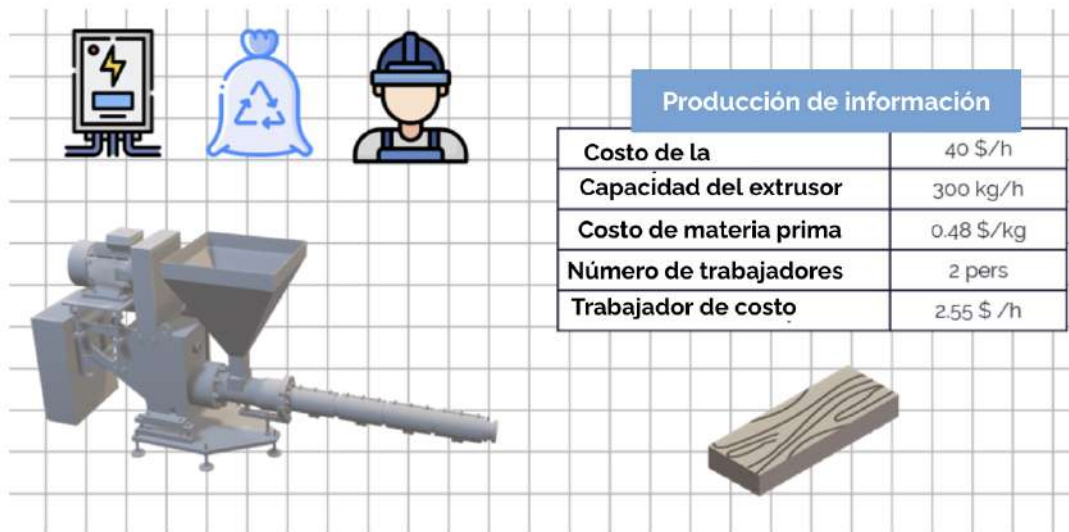


NB.: Primero, calculamos el costo operativo de producir un kilogramo de plástico, sin tener en cuenta la depreciación de las máquinas de moldeo, así como los demás costos fijos ilustrados anteriormente y los moldes.

Para hacer esto, primero reducimos todos los costos a un costo por unidad de hora de producción. Con la capacidad de producción de las extrusoras podemos entonces relacionar el coste del kilogramo de perfil extruido. Aquí planteamos la hipótesis simplificadora de que no se produce pérdida de material desde el material triturado hasta el producto acabado, aunque dependiendo de los productos y de las dimensiones de los perfiles previstos, la carpintería puede suponer una proporción importante de chatarra.

En segundo lugar, evaluaremos por separado los costes vinculados a las operaciones de carpintería para tres productos: un cubo de basura, un banco y una parada de aparcamiento.

## Costo de producción del producto semiacabado perfilado.

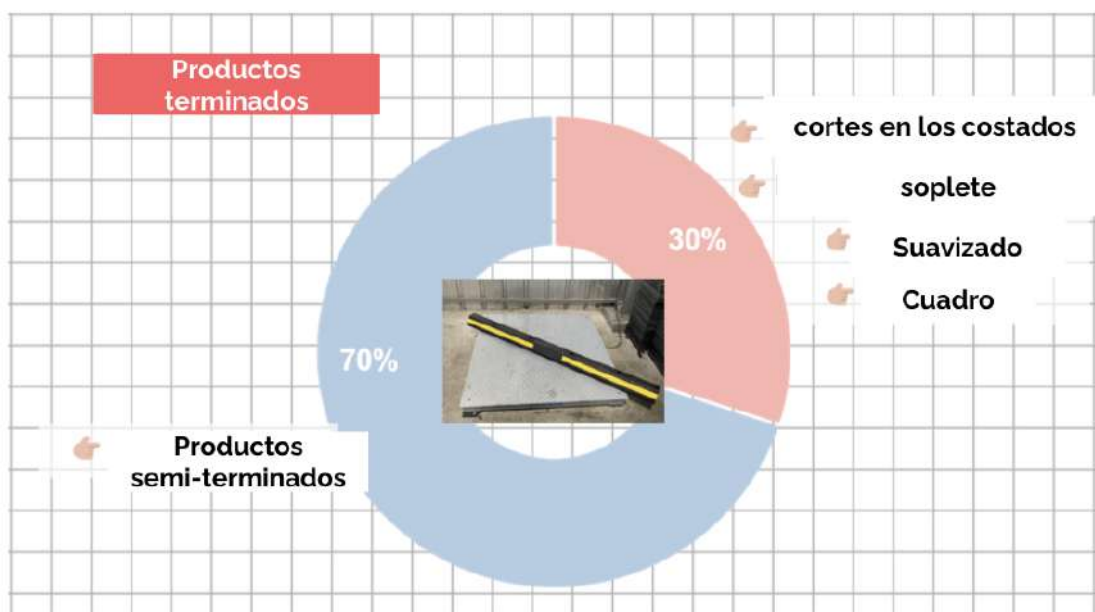


En términos de distribución de costes, el 3% de los costes corresponden así a la mano de obra, el 21% a la energía y el 76% al depósito de plástico. **Cabe recordar que esto no tiene en cuenta los costes estructurales sino sólo el coste operativo inmediato.**

## Costos de producción relacionados con la carpintería

Para completar nuestro análisis, dada la tipología de productos terminados, no podemos omitir los costes vinculados a la carpintería. Nos resulta complicado saber con exactitud el tiempo de carpintería necesario para cada producto pero intentaremos aproximarnos. El objetivo aquí es identificar órdenes de magnitud y desarrollar una metodología.

También debemos abordar los costes de las piezas metálicas como la estructura metálica, herrajes, bisagras, etc. Para simplificar, consideraremos el peso del plástico reciclado sin cambios.

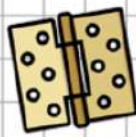


La parada de estacionamiento, muy común en América Latina, es el producto terminado que requiere menor trabajo de carpintería. Por tanto, los costes relacionados con el reciclaje de plástico siguen siendo importantes.

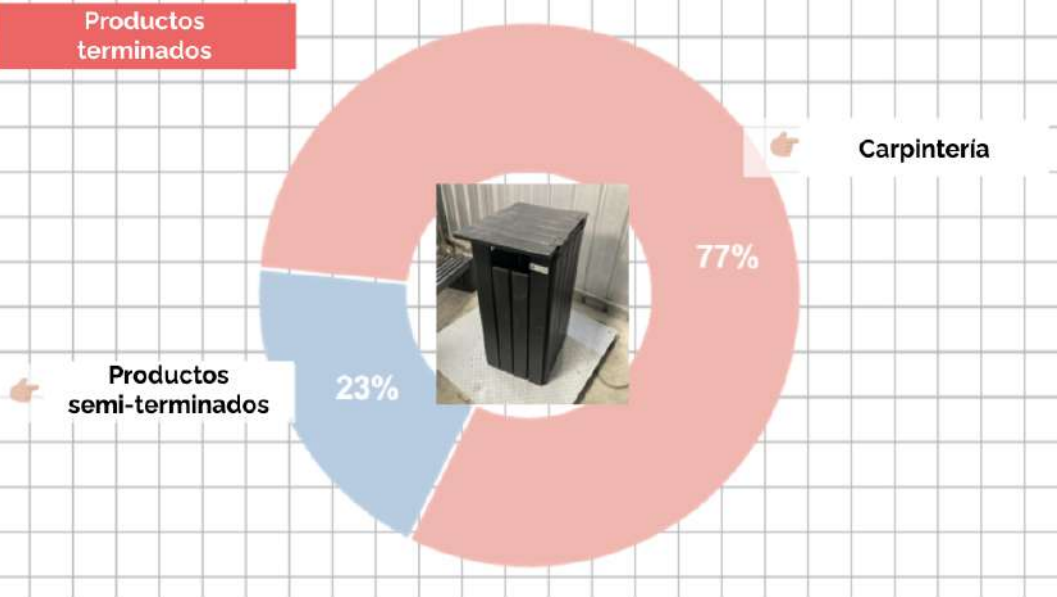
### Productos terminados



Basura	Nb	Precio unitario(\$)	Total (\$)
Marco de metal	2	15	30
Tornillos	110	0,0478	5,258
Bisagras	2	2,95	5,9
Tiempo de trabajo	1	2,55	2,55
			<b>43,708</b>



### Productos terminados

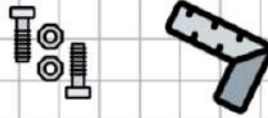


Aquí las operaciones de carpintería son mucho más importantes y las piezas metálicas utilizadas representan gran parte de los costes de fabricación.

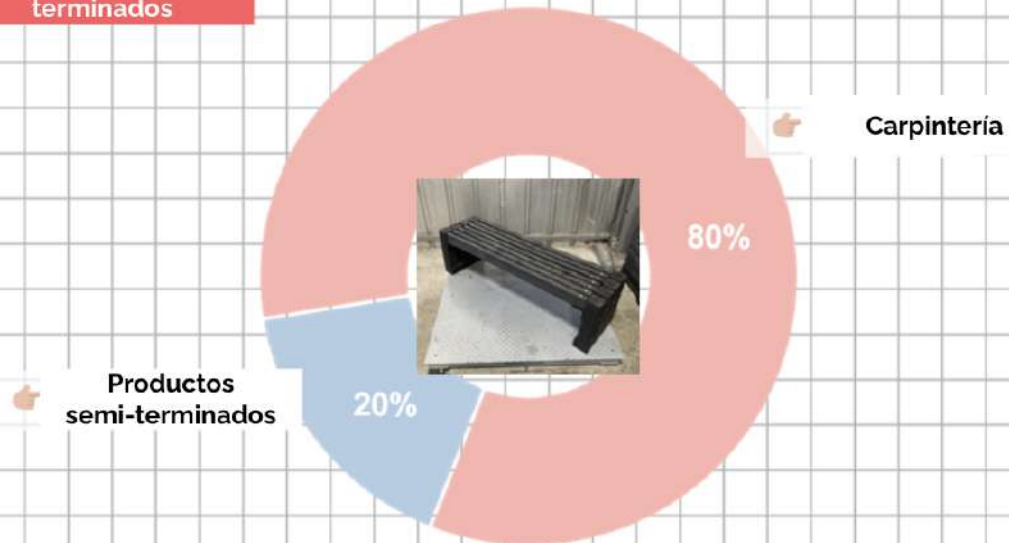
**Productos terminados**



Banco	Nb	Precio unitario (\$)	Total (\$)
cortar extruir vigas	17		
Tornillo para madera	16	0,09	1,44
Tornillo	22	0,87	19,11
Hierro angular	2	10	20
Tiempo de trabajo	1	2,55	2,55
			<b>43,10</b>



**Productos terminados**



El banco tiene una tipología algo similar a la del cubo de basura.

## 6. Conclusión

El suministro de materias primas ocupa un lugar central en el proceso de fabricación de subproductos dentro de la empresa Capobianco Soluciones. Esta importante partida de gasto pone de relieve la importancia estratégica de una gestión eficiente de las materias primas para optimizar los costes de producción. De hecho, la naturaleza de las materias primas utilizadas puede influir directamente en la rentabilidad global de la empresa.

Al mismo tiempo, la empresa estableció una correlación significativa entre el tiempo de carpintería y el tiempo necesario para reciclar los residuos en productos semiacabados. Esta relación resalta la coherencia entre las operaciones de fabricación y los procesos de reciclaje, lo que indica una integración inteligente de los flujos de producción. De este modo se optimiza el tiempo de reciclaje de residuos para que coincida con el tiempo necesario para la carpintería, reforzando la eficiencia global de la cadena de producción.



Dados los costos asociados a estos dos aspectos cruciales del proceso de fabricación, Capobianco Soluciones se ha posicionado tanto como una empresa de reciclaje como de carpintería. La distribución de los costes de producción y del tiempo de trabajo subraya esta doble competencia de Capobianco Soluciones y le confiere una posición más ventajosa en el mercado que si se limitara a productos semiacabados.



Ahora depende de ti. Haz tuyos estos conocimientos y aplícalos a tu proyecto.