

# Prototipo para el Diseño y Modelado de Procesos de Manufactura

Isidro Moctezuma Cantorán,

moctezuma@cenidet.edu.mx  
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Interior Internado Palmira s/n  
Cuernavaca, Morelos, México  
52+(777)318-77-41

**Abstract.** Este trabajo consiste en desarrollar un prototipo con ambiente visual que permita diseñar y modelar procesos de manufactura, utilizando el modelado LAB (Laboratorio de automática de Besancon), los modelos LAB, permiten realizar diseños y modelados en cuatro niveles de detalle, de lo abstracto a la concretización. Para la graficación del prototipo se utiliza OpenGL por ser una de las herramientas multiplataforma más usadas para graficar y para la validación de relaciones de los modelos, la formalización se sustenta utilizando gramáticas visuales de relación, finalmente se expone un ejemplo de un proceso de manufactura.

## 1. Introducción

En los procesos de manufactura una de las etapas que se han descuidado y sin duda alguna es muy importante es la parte de la planeación y diseño tanto en los procesos del producto a fabricarse como del equipo a utilizarse. Por otro lado, en el mercado nacional existen pocas herramientas que permitan a la vez la modelación de los procesos del producto y equipo. Por lo anterior se ha desarrollado un prototipo que auxilie en las actividades diseño de fabricación de un producto.

En las partes siguientes de este documento, se realiza la descripción de los modelos LAB, es decir, la definición de cada modelo y la descripción de cada nivel, el siguiente punto es referente a la graficación, se sustenta el porqué se utilizó la herramienta de OpenGL, una vez definido todos los modelos, se utilizan las gramáticas visuales de relación para formalizar las relaciones de modelo a modelo, enseguida se presenta un diseño y modelado de un producto y por último tenemos los trabajos futuros y conclusiones.

## 2. Modelado LAB

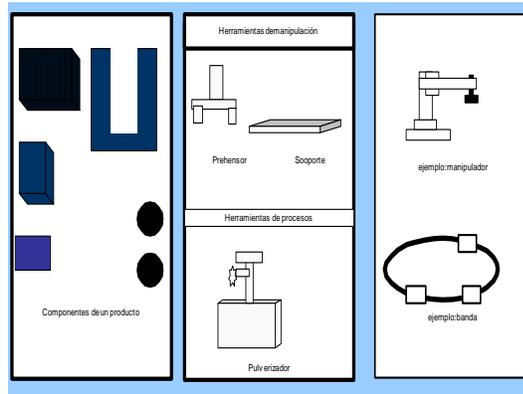
Este trabajo adaptará modelos y lenguajes visuales desarrollados en el Laboratorio de Automática de Besancon (LAB) Francia, el cual consiste detallar las funciones, procesos y acciones de una tarea en cuatro niveles de abstracción que permiten hacer una formalización del equipo de una instalación y el producto manufacturado. Cada nivel de abstracción permite integrar de manera progresiva el equipamiento considerado para la ejecución de las diversas tareas requeridas por el producto.

En este trabajo se llama universo de la fabricación a todos los componentes que influyen en un proceso de manufactura, se considera formado por tres conjuntos base.

1. Conjunto denominado P cuyos elementos son los componentes elementales de un producto.
2. Conjunto H que son las herramientas necesarias para la transformación de los componentes, tales como un contenedor, un aprehensor, un perforador, etc.
3. Conjunto M formado con los medios para realizar la producción, tales como un robot, máquinas, bandas y demás equipo en una instalación.

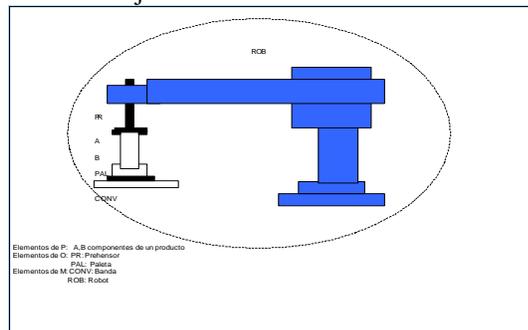
Nota: la diferencia entre los elementos de los conjuntos H y M, es que los H son aquellos que actúan directamente sobre los componentes y los M actúan a través de un elemento H.

En la figura 1 se muestran los tres conjuntos básicos del universo de la manufactura.



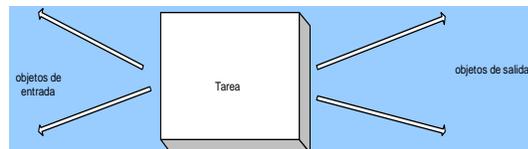
**Fig. 1.** Universo de la manufactura

En la figura 2 se muestran los tres conjuntos en la tarea de ensamblar dos componentes.



**Fig. 2.** Ejemplo de un ensamble de dos componentes

Todo proceso de manufactura se puede representar como una tarea, desde un punto de vista muy abstracto, tal como se puede apreciar en la figura 3, una tarea es la transformación o cambios que se aplican a los componentes u objetos de entrada para así obtener objetos de salida.



**Fig. 3.** Representación de una tarea

Para describir a detalle las acciones que se realizan en una tarea, se plantea su descripción en cuatro niveles de abstracción, utilizando modelos que representen tareas canónicas o básicas de manufactura(figura4).

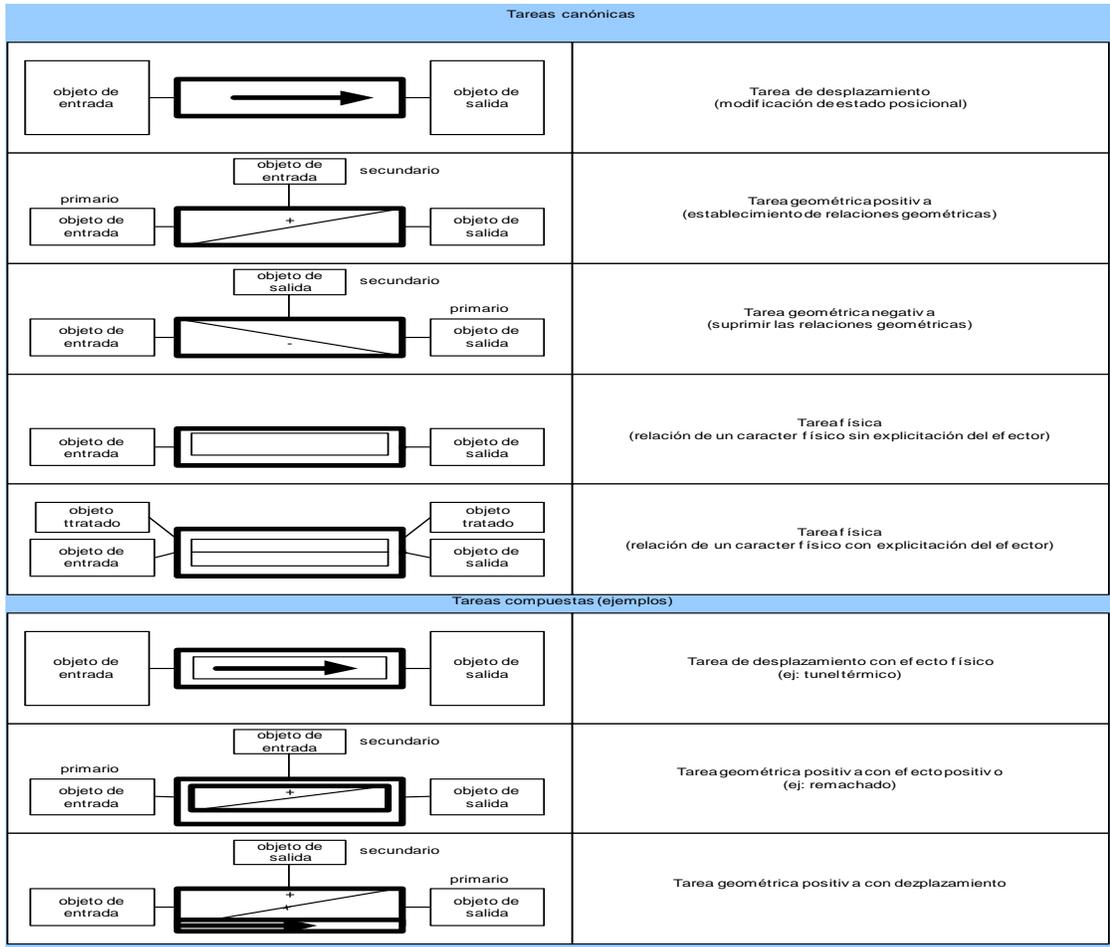
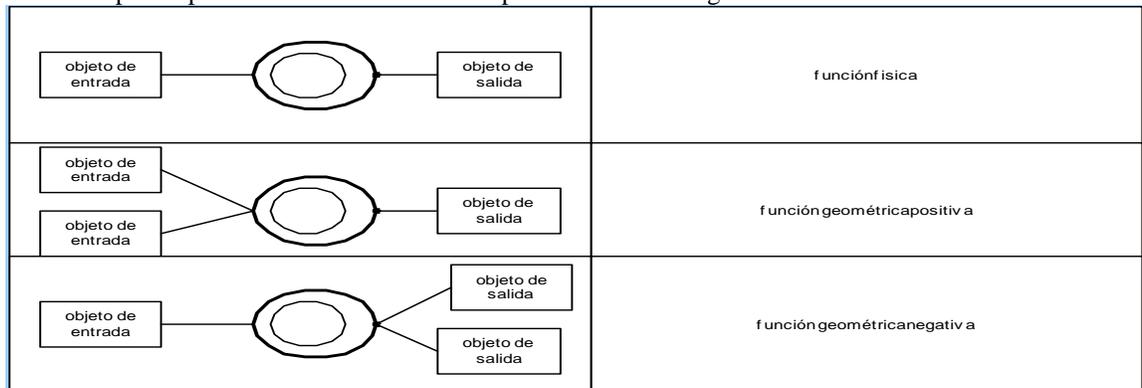


Fig. 4. Símbolos de tareas básicas de manufactura

Nivel 1. Constitución de componentes (funcional).

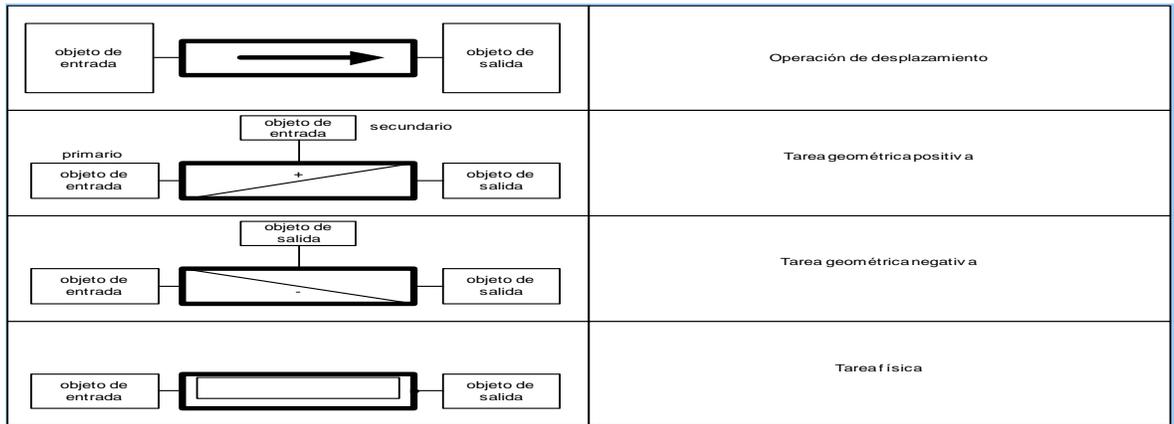
En este nivel consiste en la localización de los componentes u objetos P, sin los elementos de equipo, los símbolos para representar este nivel son los representados en la figura 5.



**Fig. 5.** Diagrama de nivel 1: Funciones básicas

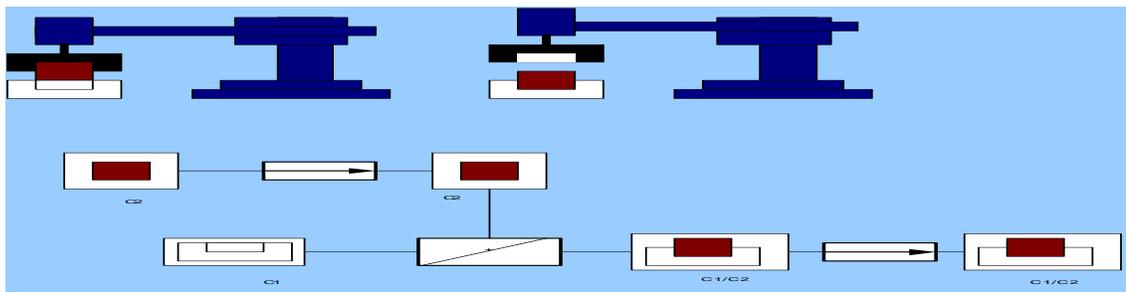
Nivel 2. Localización de constituyentes y operación (operacional.)

La descripción abstracta de una fabricación consiste en la transformación que incluye al producto, sin considerar las Herramientas (H) ni los Medios (M). Los símbolos para representar este nivel se muestran en la figura 6.



**Fig. 6.** Diagrama de nivel 2: Operaciones básicas

Un ejemplo del nivel uno se muestra en la figura 7, en la parte superior es un proceso de ensamble representando una tarea y en la parte inferior de la figura su representación utilizando los símbolos de este nivel (sin la introducción de herramientas y medios).



**Fig. 7.** Proceso de ensamble

Nivel 3 Hechos (Ejecuciones)

La descripción en este nivel consiste, en representar los procesos de fabricación utilizando las herramientas (H), pero sin la introducción de robots, máquinas, es decir, sin los Medios (M).

Un ejemplo es la figura 8, con los símbolos de las funciones básicas se representa un proceso de sujetar un componente utilizando únicamente las herramientas (H), como un aprehensor.

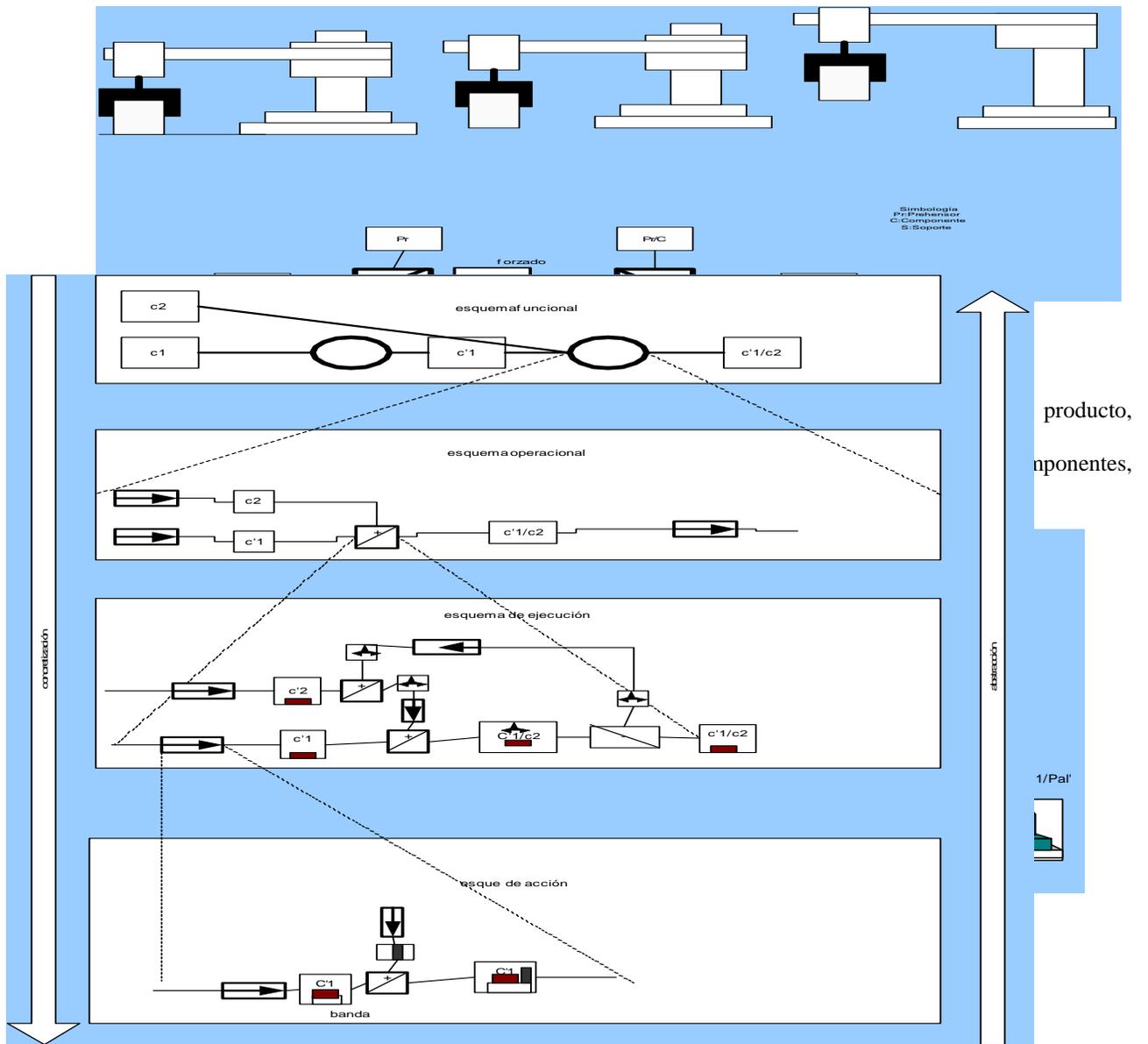


Figura Fig. 10. Descripción a detalle de una tarea por niveles

## Análisis para la graficación

Para seleccionar cual herramienta de graficación usar se analizaron tres herramientas:

1. Active X
2. OpenGL
3. Funciones Estándar de C++ builder 5

Active X.- Es una librería para los sistemas operativos para gráficos, pero solo sistemas desarrollados por Microsoft.

OpenGL.- Es una librería para gráficos multiplataforma, es decir que se puede usar en muchos sistemas operativos como Linux, Windows entre otros

Funciones Estándar de C++ Builder 5.- Son funciones que permiten graficar solo bajo una plataforma de sistema operativo

Por lo anterior se eligió OpenGL, debido a su accesibilidad que ofrece para trabajar en diferentes plataformas, esto ayuda, por sí se quiere emigrar a otro lenguaje de programación o plataforma o se requiere trabajar en varias simultáneamente.

## Gramática relacional de símbolos

El formalismo de la Gramática de Relación de Símbolos (GRS) proporciona una descripción a un nivel muy alto de los lenguajes visuales, según se especifica en [8], en una gramática de RS una sentencia es vista como un conjunto de símbolos sucesivos.

Definición: una gramática relacional de símbolos pertenece a las gramáticas libres de contexto, es una séxtupla  $G = (N, T, I, R, Atr., P)$  donde:

N: Es un conjunto finito de símbolos no terminales

T: Es un conjunto finito de símbolos terminales

I: Símbolo de inicio

R: Es un conjunto finito de símbolos de relación

Atr.: Es un conjunto finito de símbolos de atributos

P: Es un conjunto finito de producciones

Siguiente: representa el flujo de información

Definiendo nuestra gramática para los símbolos visuales del nivel 0 denominado "Funcional", tenemos  $G = (N, T, I, R, Atr., P)$ .

$N = \{\text{Diagrama}\}$

$T = \{\text{○}, \text{⊕}, \text{⊖}, \text{■}\}$

$I = \{\text{Diagrama}\}$

$R = \{\text{Siguiete}\}$

Atr. = {entrada, salida}

$P = \{$

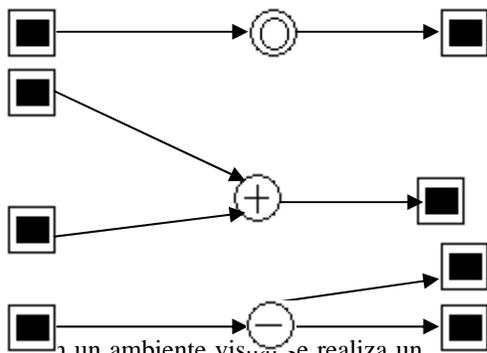
Diagrama  $\implies$  ■<sub>1</sub>, ■<sub>2</sub>, ○<sub>3</sub>, Siguiete (1 (entrada 3)) & Siguiete ((salida 3) 2).

Diagrama  $\implies$  ■<sub>1</sub>, ■<sub>2</sub>, ■<sub>3</sub>, ⊕<sub>4</sub>, Siguiete (1 (entrada 4)) & Siguiete (2 (entrada 4)) & Siguiete ((salida 4) 3)

Diagrama  $\implies$  ■<sub>1</sub>, ■<sub>2</sub>, ■<sub>3</sub>, ⊖<sub>4</sub>, Siguiete (1 (entrada 4)) & Siguiete ((salida 4) 2) & Siguiete ((salida 4) 3)

$\}$

Es decir, las producciones que se pueden generar son del tipo:



En un ambiente visual se realiza un modelado de procesos de manufactura respetando las gramáticas se muestra en la figura 4.

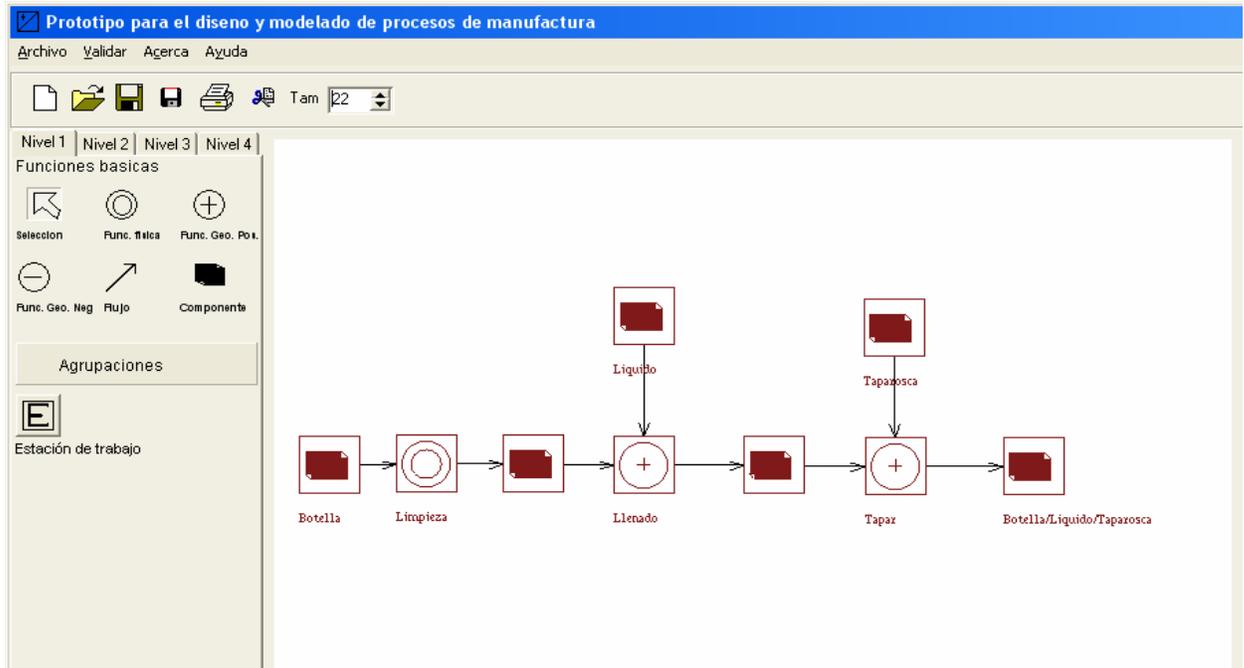


Figura 4 ambiente visual para el modelado de procesos de manufactura nivel 0  
De manera similar se realiza la gramática visual para los niveles 1,2, y 3.

## Caso de prueba

Diseñar y modelar las operaciones, tareas y procesos de envasado de mezcal de la envasadora y homogenizadora de mezcal “Xochicalehualatl S.P.R. de R.L”, ubicada en Chilpancingo, Gro. El proceso de envasado consiste en una línea de producción en serie ejecutándose las siguientes tareas:

1. Lavado de envase (con agua a presión)
2. Llenado de botella (máquina)
3. Colocación de tapaderas (máquina)
4. Control de calidad (humano)
5. Colocación de etiquetas (humano)
6. Colocación de sellos de garantía (humano)
7. Introducción del envase dentro del túnel de calor

Nota: el desplazamiento de envase en la línea de producción se realiza a través de una banda

Diseño y modelado con el prototipo de diseño y modelado de procesos de manufactura.

Diagrama de Primer Nivel

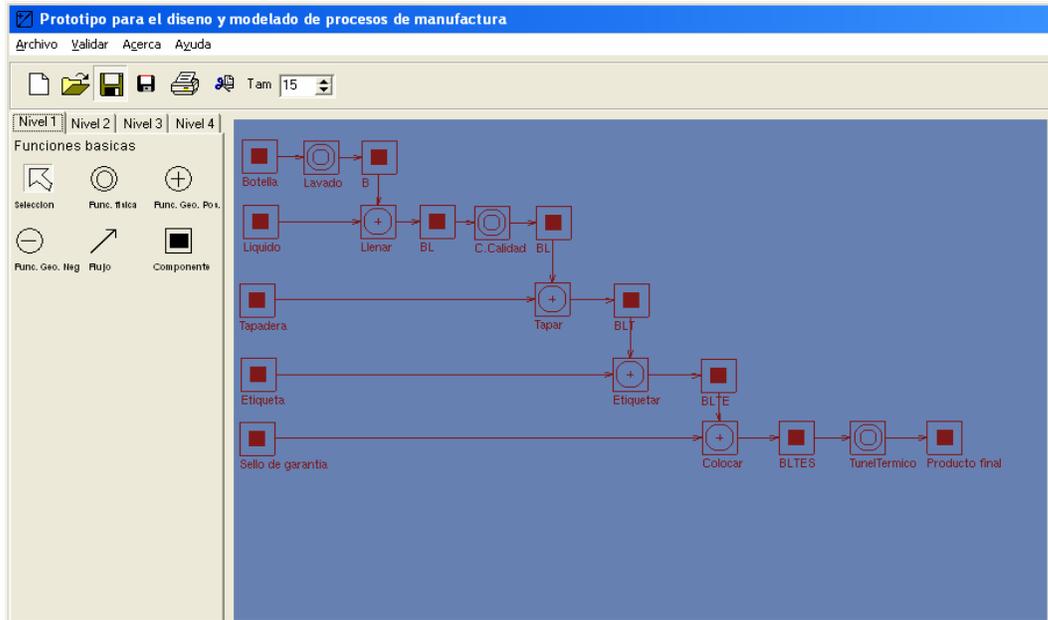


Diagrama de Segundo nivel

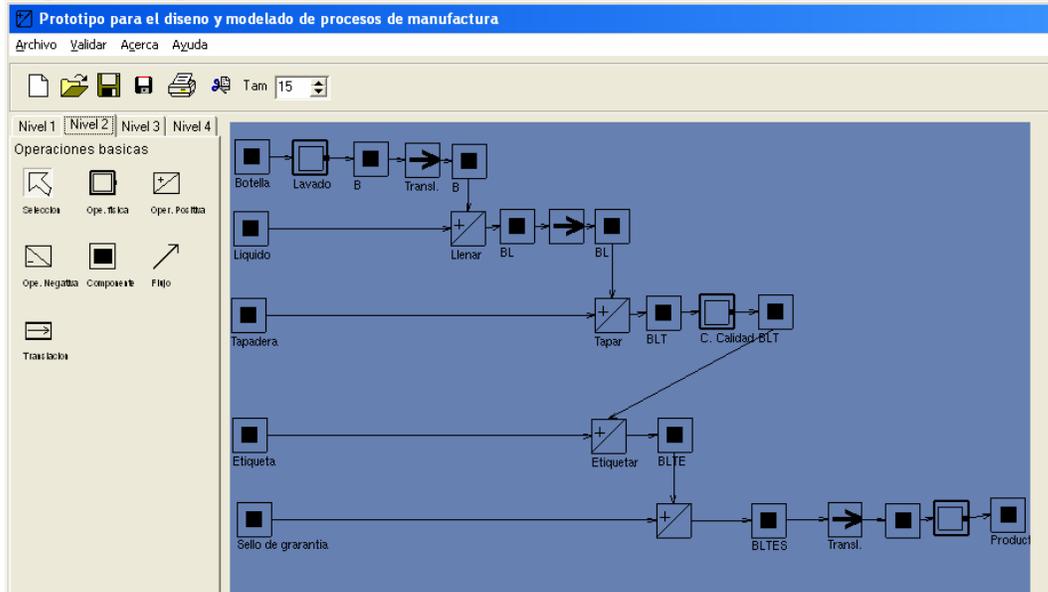


Diagrama de Tercer nivel





Isidro Moctezuma Cantorán recibió el grado de Ingeniero en Computación en el 2002 en la Universidad Autónoma de Guerrero, y actualmente está estudiando la Maestría en Ciencias en Ciencias Computacionales en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (cenidet). Sus áreas de investigación son referentes a Procesos de Manufactura, Visión Artificial, y Gramáticas Visuales.