

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**ESTUDIO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN CONCEPTUAL DE UNA  
MÁQUINA VENDING ECOLÓGICA DE ENSALADAS Y JUGOS DE  
FRUTAS PERSONALIZADOS**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE BACHILLERA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN  
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**AUTORA:**

María Laura Guevara Campos

**ASESOR:**

Kurt Fernando Paulsen Moscoso

Lima, Setiembre, 2019

## RESUMEN

Debido a la gran cantidad de máquinas vending que ofrecen productos altos en azúcares y grasas saturadas, cada vez más personas tienen a su alcance estos productos de manera rápida y sencilla, lo que puede traer como consecuencia un estilo de vida poco saludable. Por ello, en el presente trabajo de investigación, luego de estudiar el estado del arte, los requerimientos, las funciones del sistema y los distintos tipos de frutas y jugos a ofrecer, se propone una solución conceptual de una máquina vending ecológica de ensaladas y jugos de frutas personalizados.

Para el desarrollo del trabajo se utilizó la recomendación VDI 2206, la cual es una metodología para sistemas que involucran aspectos mecánicos, electrónicos y flujos de información. Basado en ello, primero se realizó la búsqueda de tecnologías, patentes y productos relacionados a las máquinas vending en la actualidad. Luego, se determinaron datos acerca de ensaladas y jugos de frutas a través de encuestas y experimentos. Con la información obtenida, se establecieron los requerimientos que debe cumplir la máquina vending.

Para el estudio del sistema en sí, se descompone la máquina vending en 3 subsistemas: mecánico y de actuadores, electrónica de potencia, y control de procesos y de la interfaz, y se presentan las funciones parciales de cada uno de ellos, que en conjunto nos dan la función principal de la máquina. Una vez definidas las funciones parciales, se presenta la matriz de soluciones de estas y con ello se elaboran los conceptos de solución para cada subsistema. Finalmente, se llega al concepto de solución integrado de la máquina y se presenta la secuencia de operaciones del operario de mantenimiento y del usuario.

La solución conceptual propuesta cumple con los requerimientos del sistema establecidos al inicio de la investigación. Por ello, esta solución puede servir como base para el diseño de una máquina vending de ensaladas y jugos de frutas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	2
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE .....	7
2.1. Aspectos mecánicos .....	8
2.2. Componentes eléctricos y electrónicos usados en máquinas vending .....	15
2.3. Sistemas de ahorro de energía .....	19
2.4. Aspectos ergonómicos .....	20
2.5. Productos ecológicos descartables .....	21
2.6. Máquinas vending de jugos y frutas existentes en el mercado .....	21
CAPÍTULO 3. DATOS ACERCA DE ENSALADAS Y JUGOS .....	24
3.1. Venta de ensaladas y jugos en fruterías .....	24
3.2. Frutas preferidas en una ensalada o jugo .....	25
3.3. Características de las frutas que ofrece la máquina .....	30
3.4. Preparación de ensaladas y jugos de frutas .....	33
CAPÍTULO 4. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA .....	38
CAPÍTULO 5. FUNCIONES DEL SISTEMA .....	42
5.1. Subsistemas de la máquina vending .....	42
5.2. Abstracción y proceso técnico de la máquina .....	43
5.3. Funciones de cada subsistema .....	47
CAPÍTULO 6. SOLUCIÓN CONCEPTUAL .....	52
6.1. Soluciones del subsistema mecánico y de actuadores .....	53
6.2. Soluciones del subsistema de electrónica de potencia .....	65
6.3. Soluciones del subsistema de control de procesos y de la interfaz .....	67
6.4. Evaluación técnica .....	72
6.5. Concepto de solución integrado .....	74
CAPÍTULO 7. SECUENCIA DE OPERACIONES .....	78
7.1. Secuencia de operaciones del operario .....	78
7.2. Secuencia de operaciones del usuario .....	79
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES .....	80
BIBLIOGRAFÍA .....	82

## INTRODUCCIÓN

Las máquinas vending modernas fueron inventadas en 1883 y eran usadas para la venta de estampillas, sobres y papel; las cuales se podían encontrar en estaciones de tren y en oficinas postales (Segrave, 2002). Con el tiempo, los tipos de productos que estas máquinas ofrecían fueron incrementando paulatinamente. Los primeros productos comestibles que fueron puestos a disposición del público en máquinas vending fueron chicles, por la Compañía de Chicles Adams en 1888; y ya en 1890 era común encontrar máquinas dispensadoras de golosinas (Segrave, 2002).

Actualmente, se pueden encontrar máquinas que expenden comestibles sólidos, bebidas, productos de farmacia, útiles de escritorio, entre otros. En particular, las máquinas vending tienen un mercado bastante grande en la industria alimentaria: ofrecen desde golosinas tales como chicles, chocolates, galletas o papas fritas, hasta productos más elaborados como pizzas, hamburguesas, o sopas. En el año 2011, estos productos tuvieron ventas estimadas en más de 3,9 billones de dólares en los Estados Unidos (Maras, 2012).

Con el incremento de máquinas vending que ofrecen golosinas, comida rápida y bebidas, cada vez más personas tienen a su disposición estos productos de manera rápida y sencilla. No obstante, esto también ha tenido un impacto en los hábitos alimenticios de las personas. Es por ello que el presente trabajo de investigación se enfoca en el vending saludable, una rama de las máquinas vending que no está siendo muy desarrollada por las empresas que se dedican al diseño de estas.

## CAPÍTULO 1

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La adecuada nutrición es uno de los pilares básicos de la salud y el desarrollo. Esta permite reforzar el sistema inmunológico, contraer menos enfermedades y por lo tanto gozar de una mejor salud. Las personas sanas son más fuertes, más productivas y están en mejores condiciones de desarrollar su potencial al máximo (OMS, 2018).

Por otro lado, la palabra malnutrición tiende a referirse al estado de las personas que pasan hambre. Sin embargo, la malnutrición significa mucho más que no comer lo suficiente, pues también se refiere a una dieta que no incluya alimentos nutritivos, como por ejemplo, el consumo frecuente de alimentos con alto contenido de azúcares y grasas (Graziano, 2016).

Debido al poco tiempo que disponen tanto estudiantes como oficinistas para alimentarse, y de una oferta aún reducida de productos naturales fáciles de adquirir, se fomenta el consumo de productos altos en azúcar y grasas saturadas que ofrecen la mayoría de máquinas vending, como las papas fritas, chocolates y sándwiches, también llamados piqueos. Estos productos antes eran vistos como bocaditos servidos para una ocasión en particular, pero actualmente su consumo es casi diario y muchas veces reemplazan una comida, lo cual convierte esto en una situación alarmante para la salud (Álvarez, 2013).

El Instituto Nacional de Salud del Perú recomienda que no se debe reemplazar el almuerzo con un piqueo, y menos aún complementarlo con una bebida gaseosa. Si bien los productos que las máquinas vending ofrecen mantienen sus valores energéticos, la carga adicional de aditivos como preservantes, saborizantes y grasas, hacen que su consumo frecuente no sea tan saludable y conlleve a un problema de sobrepeso. (Álvarez, 2013).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en Perú estimó que el sobrepeso en personas mayores de 15 años aumentó de 33,8% en el 2013 a 35,5% en el 2016. Asimismo, en el año 2016, la prevalencia de la obesidad en personas adultas fue del 19,1% (FAO, 2017). Si se suman ambas cifras, más de la mitad de peruanos sufren de sobrepeso u obesidad.

El sobrepeso y la obesidad pueden prevenirse. Para ello, es fundamental un entorno que permita influir en las elecciones de las personas, de modo que la opción más sencilla y la más accesible sea la más saludable, tanto en la alimentación como en la actividad física (OMS, 2018).

Una forma de contribuir a un entorno más saludable es incorporando máquinas vending que ofrezcan productos bajos en azúcares y grasas. Es por ello que en este trabajo de investigación se presenta la solución conceptual de una máquina vending de ensaladas y jugos de frutas.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **Objetivo Principal**

Elaborar una solución conceptual de una máquina vending ecológica de ensaladas y jugos de frutas personalizados.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Investigar acerca de las tecnologías relacionadas a máquinas vending.
- ✓ Determinar cuáles serán las frutas, agregados e ingredientes que ofrecerá la máquina.
- ✓ Investigar acerca de las características de las frutas que ofrecerá la máquina.
- ✓ Determinar los requerimientos del sistema.
- ✓ Determinar las funciones del sistema.
- ✓ Determinar diferentes soluciones a cada función de la máquina vending.

## CAPÍTULO 2

### ESTADO DEL ARTE

En esta etapa del trabajo se recopiló información acerca de los diferentes sistemas y mecanismos que usan las máquinas vending actuales. A continuación se detalla cómo ha sido organizada la información recopilada:

- Aspectos mecánicos: se puede encontrar información acerca de los diferentes mecanismos usados para dispensar recipientes, vasos, tapas y cucharas; las diferentes formas de almacenar, refrigerar y dispensar sólidos o líquidos, mecanismos de licuado de frutas, formas de tapar un recipiente o vaso y mecanismos de despacho en máquinas vending.
- Componentes eléctricos y electrónicos: se describen los sistemas de cobro más utilizados en máquinas vending, los diferentes tipos de sensores y actuadores que pueden ser usados en diferentes partes de la máquina vending y algunos de los tipos de controladores existentes en el mercado.
- Sistemas de ahorro de energía que están implementando algunas empresas dedicadas al vending.
- Aspectos ergonómicos: se detallan algunos de los requerimientos para un diseño ergonómico de la máquina.
- Productos descartables ecológicos existentes en el mercado, así como las diferentes máquinas vending relacionadas con jugos y ensaladas de frutas.

## 2.1. ASPECTOS MECÁNICOS

### 2.1.1. Mecanismos de dispensado de recipientes y vasos

#### 2.1.1.1. Dispensador de recipientes

Consiste en un dispensador de recipientes tubulares por succión. En la figura 2.1.1a, se observan 3 columnas de recipientes apilados (rectángulos amarillos) y una plataforma con agujeros (rectángulo rojo). La plataforma se eleva verticalmente como se observa en la figura 2.1.1b y luego, mediante un sistema de succión, jala los recipientes de la parte inferior de las columnas, como se muestra en la figura 2.1.1c, por lo que los recipientes de la parte superior descenden y se repite el proceso.



(a) Plataforma retraída (b) Plataforma durante su elevación (c) Succión de los recipientes

Figura 2.1.1. Secuencia para succionar un recipiente (Ingeniería y Fabricante de Maquinaria, 2013)

#### 2.1.1.2. Dispensador de vasos

Se debe presionar el botón de color naranja para que caiga un vaso a la vez. Al presionar el botón, los gatillos de color naranja mostrados en la figura 2.1.2b, empujan el vaso hacia fuera.



(a) Vista exterior (b) Vista interior

Figura 2.1.2. Dispensador de vasos de papel (Dispensador, s.f.)



## 2.1.2. Almacenamiento y dispensado de frutas y líquidos

### 2.1.2.1. Unidad de refrigeración para máquinas vending (Refrigeration unit for vending machines) - Patente Americana US4920764A

Cuenta con un panel superior que contiene a la unidad de condensación, la cual consiste en un ventilador helicoidal con rendijas. Asimismo, a partir de este panel, las tuberías recorren el interior de la máquina para mantenerla refrigerada.

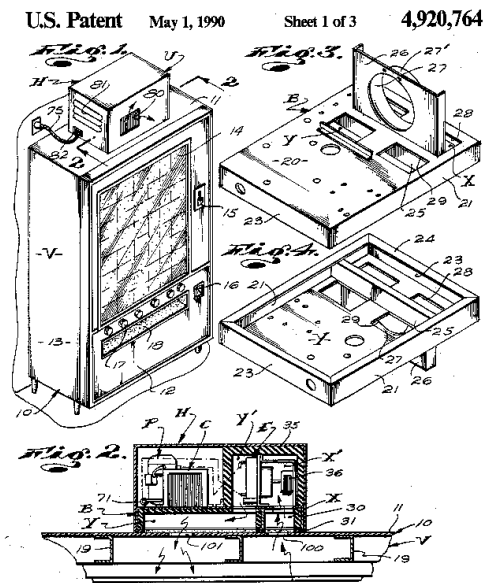


Figura 2.1.3. Unidad de refrigeración de una máquina expendedora (Martin, 1989)

### 2.1.2.2. Almacén de frutas en atmósferas controladas

En este almacén se monitorean de manera automática los niveles de oxígeno y de dióxido de carbono para ralentizar el proceso de descomposición y metabolismo de la fruta. Esto también garantiza la mínima pérdida de la humedad de la fruta, evitando que se reseque.



Figura 2.1.4. Almacén diseñado por EHO para la conservación de frutas (EHO, s.f.)

### 2.1.2.3. Rosseto Serving Solutions: EZ- PRO™ – EZ577

Los contenedores verticales mostrados en la figura 2.1.5 tienen en su parte inferior ruedas de silicona en forma de aspa. Cada una de estas, al ser giradas desde una perilla exterior, dispensarán porciones de 1 oz. de cereal, fruta seca o nueces.



Figura 2.1.5. Contenedores verticales de cereal, fruta seca o nueces (Rosseto Serving Solutions, s.f.)

### 2.1.2.4. Dispensador de bebidas automático (The Gadget Kitchen – Magic Tap Automatic Beverage Dispenser)

El dispensador de bebidas mostrado en la figura 2.1.6 cuenta con un motor DC (alimentado por dos baterías AAA) que activa un sistema de succión, logrando extraer la bebida desde su envase hacia fuera del dispensador.



Figura 2.1.6. Accionamiento del dispensador para la succión del líquido (The Gadget Kitchen, s.f.)

### 2.1.3. Mecanismos para licuado de frutas

#### 2.1.3.1. Licuadora Oster® Xpert Series™ vaso Boroclass® BLSRVB-G00

Cuenta con tres cuchillas que trituran hielo y alimentos duros. Las cuchillas se muestran en la figura 2.1.7b. Por otro lado, gracias al control de inversión de giro que posee, las cuchillas pueden girar en ambos sentidos, logrando así mezclas más homogéneas (Oster, s.f.).



(a) Vista exterior



(b) Juegos de cuchillas

Figura 2.1.7. Licuadora Oster (Oster, s.f.)

#### 2.1.3.2. Licuadora de revolución magnética

Esta licuadora cuenta con un motor de impulso magnético que hace girar sus cuchillas más rápido, lo cual reduce el tiempo de licuado (KitchenAid, 2015).



Figura 2.1.8. Licuadora de revolución magnética (KitchenAid, 2015)

## 2.1.4. Formas de tapado de envases

### 2.1.4.1. Máquina selladora de calor (Heat sealing machine) - Patente China CN202357518

Esta máquina (figura 2.1.9) sella herméticamente un recipiente usando una cubierta de plástico. El recipiente cubierto por el plástico es colocado sobre la mesa de trabajo (3). Luego, un motor (5) activa un mecanismo para que una placa de presión (8) baje sobre el recipiente. Esta placa de presión tiene una temperatura elevada gracias a una placa de calentamiento (7), su temperatura es controlada de tal manera que logre sellar herméticamente el recipiente sin aplastarlo o quemar el plástico.

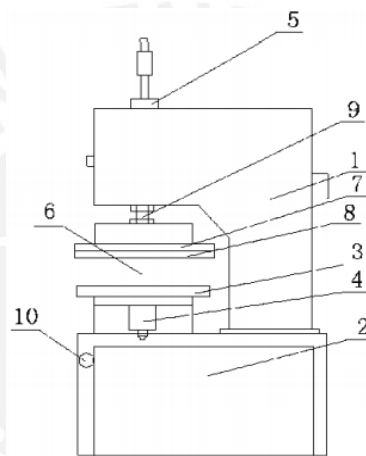


Figura 2.1.9. Máquina selladora de calor (Guangliang, 2011)

### 2.1.4.2. Máquina tapadora de recipientes de vidrio (Lug Capping Machine)

La figura 2.1.10 describe el proceso de tapado de un recipiente de vidrio. El recipiente pasa debajo de una rampa que tiene unos resortes al final de esta para no deja caer las tapas. Al moverse el recipiente, este encaja perfectamente con la tapa venciendo la fuerza del resorte y llevándosela consigo. Luego, el recipiente con la tapa pasan por debajo de un pistón, el cual presionará la tapa contra el recipiente, consiguiendo un tapado hermético.



Figura 2.1.10. Proceso de tapado de un recipiente (Veena Pharma Equipment, 2016)

## 2.1.5. Mecanismos de despacho en máquinas vending

### 2.1.5.1. Puerta de acceso a un compartimento en máquinas expendedoras - Patente Europea ES 2 488 167 T3

En la figura 2.1.11 se observa que la compuerta es un panel movable, el cual se traslada a lo largo de un marco y tiene 2 dos posiciones: cerrado (2) y abierto (4). En la posición cerrada, la compuerta tiene un mecanismo de bloqueo (14), el cual impide que el usuario abra la puerta mientras que la máquina no haya despachado algún producto.

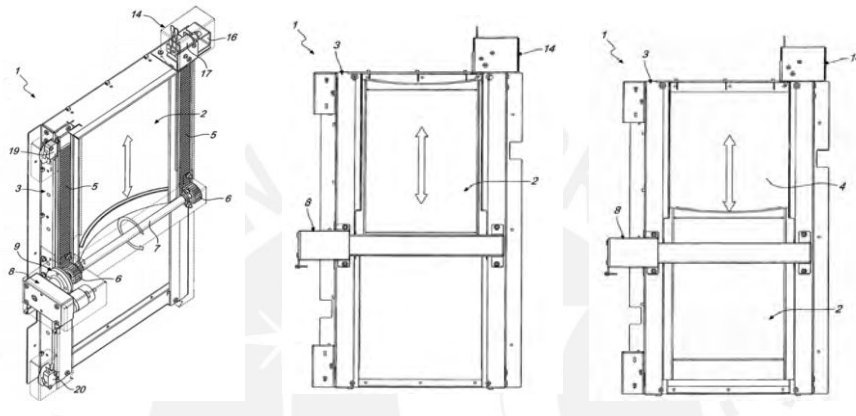


Figura 2.1.11. Compuerta de despacho de una máquina vending (Zonelli y Zavatti, 2014)

### 2.1.5.2. Mecanismo automático de despacho de máquina expendedora (Automatic vending machine dispensing mechanism) - Patente Americana US5062545A

El mecanismo de despacho mostrado en la figura 2.1.12 consiste en elementos de empuje (41 y 411), los cuales son accionados por un motor (42) y cadenas (43 y 44). Estos elementos mueven el recipiente (A) hasta la compuerta de salida (452), la cual normalmente está cerrada gracias al resorte (454).

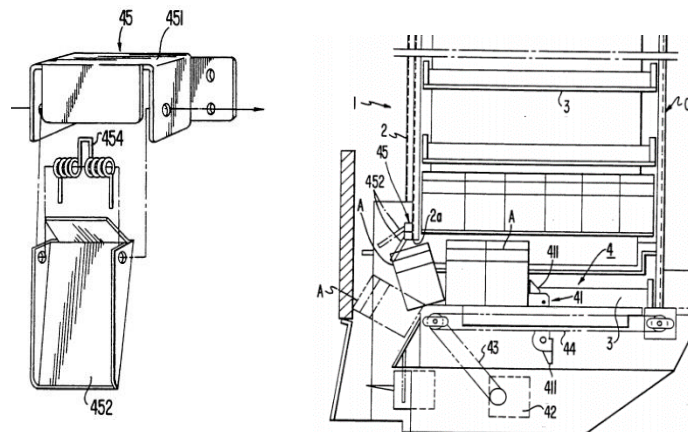


Figura 2.1.12. Mecanismo automático de despacho de máquina expendedora (Takamura, Kurihashi y Harada, 1991)

## 2.1.6. Mecanismos de dispensado de cubiertos

### 2.1.6.1. Dispensador de cubiertos desechables (Dispenser for cutlery utensils) - Patente Americana US6832694B2

La figura 2.1.13 muestra un dispensador de utensilios desechables. Los utensilios son apilados unos encima de otros, distribuidos en la altura de los compartimentos interiores de un contenedor (20). Al presionarse el botón del mecanismo (62), la traba deja de estar en su posición original, dejando caer un utensilio desechable, el cual llega al usuario al bajar por la rampa (40).

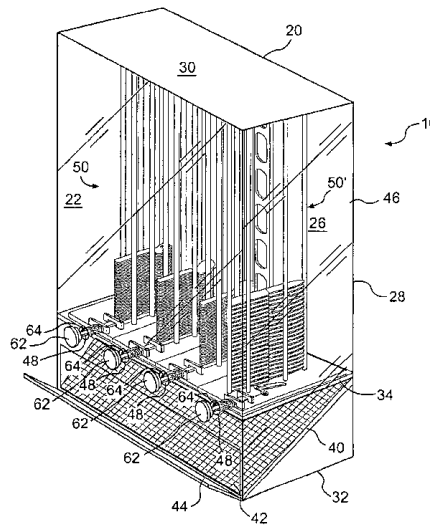


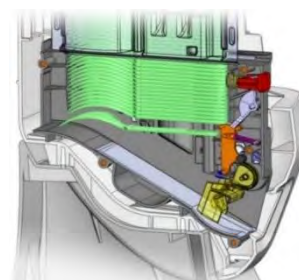
Figura 2.1.13. Dispensador de utensilios desechables (Goeking y Gonzales, 2004)

### 2.1.6.2. Dispensador de cubiertos (Simpull™ Touch Cutlery Dispenser)

Este dispensador de cubiertos es manual, por lo que requiere que el usuario jale el utensilio que va a utilizar tal como se muestra en la figura 2.1.14a. Una vez que se retira el utensilio, este es reemplazado por uno nuevo, el cual queda en posición para que otro usuario lo jale. El mecanismo interno de este proceso es mostrado en la figura 2.1.14b.



(a) Vista exterior



(b) Mecanismo interno

Figura 2.1.14. Dispensador de cubiertos Simpull (Beyond Design Inc., s.f.)

## 2.2. COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS USADOS EN MÁQUINAS VENDING

### 2.2.1. Sistemas de cobro en máquinas vending

Las máquinas vending actuales no sólo utilizan monederos como medio de pago, sino que también han ido incorporando validadores de billetes y validadores de tarjetas. Para que estos sistemas se puedan comunicar con el controlador de la máquina, necesitan utilizar el protocolo MDB/ICP (Multi-Drop Bus / Internal Communication Protocol). Los sistemas de pago presentados a continuación cuentan con este protocolo de comunicación:

#### 2.2.1.1. Monederos

Los sistemas de cobro actuales están compuestos principalmente por: sensores, electroimanes y organizadores tipo tubo. Luego de pasar los mecanismos de validación, las monedas verdaderas caerán en sus respectivos tubos y las monedas falsas serán rechazadas y devueltas al usuario (Ibáñez, 2016).

##### ➤ Monedero Paytec

El monedero mostrado en la figura 2.2.1 diseñado por la empresa Paytec, cuenta con seis tubos de gran capacidad y alta velocidad de dispensación de cambio. Asimismo, este monedero puede equiparse con una cerradura para el cartucho de tubos, la cual previene la manipulación de dinero no controlada (Sistemas de venta y control, 2011).



Figura 2.2.1. Monedero six (Sistemas de venta y control, 2011)

#### 2.2.1.2. Lectores de billetes

En el caso de los lectores y validadores de billetes, estos ingresan a través de una cinta transportadora hacia la zona de validación, donde son escaneados con rayos infrarrojos. Una vez escaneados, el software se encarga de procesar la imagen y determinar si los billetes son válidos o no. Este proceso se realiza en menos de 3 segundos (Ibáñez, 2016)

### ➤ **Lector de billetes Jofemar**

El dispositivo mostrado en la figura 2.2.2 es un lector de billetes de la empresa Jofemar. Al introducir un billete, se realiza un profundo escaneado de su longitud, utilizando sensores ópticos, magnéticos e infrarrojos. El software de análisis de este dispositivo garantiza una perfecta identificación y validación de los billetes (Jofemar, s.f.a).



Figura 2.2.2. Lector de billetes BT11 (Jofemar, s.f.a)

### **2.2.1.3. Lectores de tarjetas**

Los lectores de tarjetas permiten la transacción de dinero a través de una tarjeta chip o RFID (Radio Frequency Identification) en un mismo terminal de lectura.

### ➤ **Lector de tarjetas y llaves Jofemar**

Este dispositivo diseñado por la empresa Jofemar permite la transacción de dinero a través de una tarjeta chip o un llavero. En la figura 2.2.3 se observa cómo se inserta la tarjeta chip en la ranura de este dispositivo (Jofemar, s.f.b).



Figura 2.2.3. Lector de Tarjetas y llaves J130CK (Jofemar, s.f.b)

## **2.2.2. Sensores**

Los sensores son dispositivos electrónicos que miden una magnitud física y la convierten en una señal eléctrica, la cual es interpretada por el controlador del sistema. Actualmente, existen diversos tipos de sensores tales como sensores de temperatura, sensores de proximidad, sensores de nivel, entre otros (Guimerans, 2018).



### **a) Sensores de proximidad inductivos**

Los sensores de proximidad inductivos detectan objetos metálicos sin tocarlos a una distancia de 1 ó 2 pulgadas como máximo. Estos sensores son usados en aplicaciones de empaquetado, en equipos de soldadura automotriz o en proyecciones de agua en plantas (Allen-Bradley, s.f.a).

### **b) Sensores de proximidad ultrasónicos**

Los sensores ultrasónicos son dispositivos que cuentan con un emisor y un receptor, los cuales están diseñados para la detección sin contacto de objetos sólidos y líquidos, a través de la emisión de un sonido. Son usados en muchas aplicaciones, tales como el monitoreo del nivel de agua en un tanque o el movimiento inminente de un objeto (Allen-Bradley, s.f.b).

## **2.2.3. Actuadores**

Un Actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica, en energía mecánica. Esta última puede ser usada para activar un mecanismo de un determinado proceso (Crespo, 2016).

### **a) Motores DC**

La gran flexibilidad que tienen los motores de corriente continua hace que sean muy útiles en muchas aplicaciones, pues además de permitir un extenso margen de velocidades, también soportan cargas elevadas (Tercesa, 2016).

### **b) Actuadores lineales eléctricos:**

Son dispositivos eléctricos capaces de convertir el movimiento rotatorio de los motores DC, en un movimiento lineal tipo push/pull de empuje y tracción. Los actuadores eléctricos son utilizados en aplicaciones que requieren un control suave del movimiento (Inyección y Fabricación de Reductores, 2018).

### **c) Servomotor**

Gracias al motor DC y a los elementos electrónicos que posee, un servomotor puede controlar la posición de su eje. Luego de ubicarse en cierta posición, el eje se mantiene fijo hasta recibir una nueva señal de control. Algunos servomotores giran de 0 a 180°, y otros giran los 360° (Ingeniería Mecafenix, 2017a).

#### **d) Motor a pasos**

Un motor a pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo cual significa que es capaz de girar una cantidad de grados dependiendo de sus entradas de control. Es ideal para el accionamiento de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos, pues puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de 1.8° (Ingeniería Mecafenix, 2017b).

#### **2.2.4. Tipos de controladores**

Los controladores son dispositivos electrónicos que permiten automatizar procesos para mejorar tiempos de ejecución, bajar el porcentaje de fallos y operar en condiciones peligrosas, sin que un operario tenga que intervenir en el proceso. La unidad de procesamiento del controlador compara los valores medidos a través de los sensores, con los valores esperados del proceso, para luego ejecutar algoritmos de corrección que se aplican directamente a los actuadores, y así modificar los valores reales de las variables (Revista Electroindustria, 2016).

##### **a) Sistemas embebidos**

Los sistemas embebidos, a diferencia de las computadoras (las cuales tienen un propósito general), están diseñados para realizar tareas específicas. Algunos ejemplos de sistemas embebidos son: un taxímetro, la electrónica que controla una máquina vending, el control de una fotocopiadora, entre otros (Infotec, 2016).

##### **b) Raspberry Pi**

Es un ordenador en miniatura de bajo costo, con alta capacidad de procesamiento de datos al igual que una computadora. Cuenta con entradas y salidas que pueden ser usadas en muchas aplicaciones (Castro, 2014).

##### **c) PLC o controlador lógico programable**

En sus inicios, los PLCs fueron diseñados para ejecutar lógica binaria. Actualmente, se usan para controlar toda clase de procesos. Se pueden programar en: Instruction List (IL), Diagrama Ladder, Function Block Diagram (FBD), Sequential Flow Control (SFC), entre otros (Revista Electroindustria, 2016).

### 2.3. SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGÍA

Debido al alto consumo de energía eléctrica en el planeta, grandes cantidades de emisiones de gases nocivos contaminan la atmósfera. Por ello, cada vez más empresas dedicadas al vending están mejorando la eficiencia energética con la que trabajan sus máquinas. Como se observa en la figura 2.3.1, mejorar la eficiencia energética trae consigo muchos beneficios, tales como reducir el consumo de energía de las máquinas, disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, entre otros.

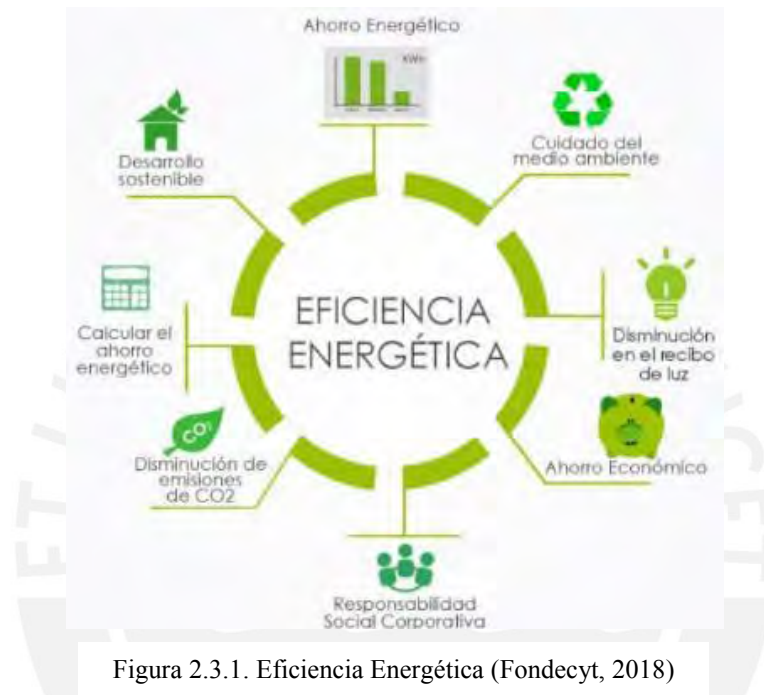


Figura 2.3.1. Eficiencia Energética (Fondecyt, 2018)

A continuación, se describen los sistemas de eficiencia energética que han implementado 2 empresas de máquinas vending:

#### a) Azkoyen

Esta empresa de máquinas vending está mejorando todos sus modelos para aumentar su eficiencia energética, a través de la incorporación de sistemas de iluminación LED de bajo consumo y un nuevo estado de reposo Eco Mode, consiguiendo así ahorrar hasta un 50% de energía (Azkoyen, 2017).

#### b) Máquinas Expendedoras Monterrey

Cada máquina de esta empresa cuenta con el sistema Energy Sensit, el cual consiste en permitir que la temperatura aumente en momentos de inactividad, produciendo ahorros considerables de energía (Vending Solutions, 2018).

## 2.4. ASPECTOS ERGONÓMICOS

A continuación, se presentan algunos requerimientos ergonómicos sobre pantallas de visualización y teclados, según las normativas vigentes ISO 9241 y EN 29241:

- Los caracteres de la pantalla deben estar bien definidos y tener una dimensión suficiente para facilitar la lectura del usuario.
- La imagen de la pantalla deberá ser estable, sin fenómenos de destellos u otras formas de inestabilidad que puedan molestar al usuario.
- La disposición del teclado y las características de las teclas deberán tender a facilitar la utilización de este.

Estos requerimientos deben ser considerados al momento de elaborar la solución conceptual de la interfaz de la máquina vending.

Por otro lado, la empresa Azkoyen, líder en el sector de máquinas expendedoras, y la empresa Mormedi, la cual está encargada de generar nuevas ideas y estrategias de negocio a través del design thinking, desarrollaron un proyecto que buscaba mejorar la experiencia del consumidor haciéndola más personalizada y cómoda. El proyecto consistió en analizar ubicaciones, tendencias, hábitos de los consumidores y sus necesidades; con ello identificaron diferentes ubicaciones y contextos de uso en cada proceso de compra. Con la información recaudada, diseñaron una máquina modular que puede adaptarse a diferentes usuarios y entornos, la cual se muestra en la figura 2.4.1 (Mormedi, s.f.).

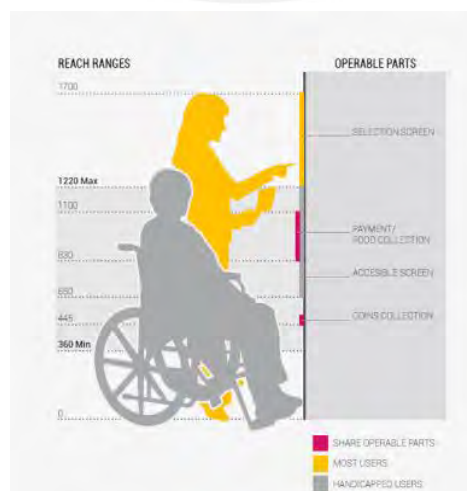





Figura 2.4.1. Diseño Ergonómico de una máquina vending (Mormedi, s.f.)

## 2.5. PRODUCTOS ECOLÓGICOS DESCARTABLES

Debido a la necesidad de reducir el uso de plástico en el mundo, algunas empresas peruanas tales como QAYA, ARBOK, SASHA NATURA, ECOPACK y ECO LOVE PERU, han tomado la iniciativa para el desarrollo de productos ecológicos que reemplazan al plástico y al poliestireno expandido. Algunos de estos productos son:

Tabla 2.1. Productos ecológicos descartables

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
 DELI BOWL	Tiene capacidad de 24 oz. Hecho de biopolímero de ingeo a base de azúcar, es biodegradable.	El millar cuesta S/. 839
 VASO PARA BEBIDAS FRÍAS	Tiene capacidad de 16 oz. Hecho de biopolímero de ingeo a base de azúcar, es biodegradable.	El millar cuesta S/. 847
 CUCHARA	Cuchara de 6 pulgadas de largo. Hecho de biopolímero de ingeo a base de azúcar, es biodegradable.	El millar cuesta S/. 298

Imágenes tomadas de Ecolove Perú (Ecolove Perú, s.f.)

## 2.6. MÁQUINAS VENDING DE JUGOS Y FRUTAS EXISTENTES EN EL MERCADO

### a) Fresh Smoothie to Go

Es una máquina expendedora de batidos de frutas de la empresa TOPIFRUIT. Cuenta con una interfaz táctil, como se observa en la figura 2.6.1, donde el usuario puede escoger el batido que desee y podrá observar las propiedades nutricionales del batido que eligió.



Figura 2.6.1. Máquina vending de batidos de frutas (Fresh Smoothie to Go, 2017)

## b) Rita

Es la primera máquina expendedora de jugos en el Perú, desarrollada por la cadena de jugueterías Disfruta. Ofrece 5 tipos de frutas: papaya, piña, mango, fresa y granadilla. Cuenta con una interfaz táctil donde el usuario puede elegir la combinación de frutas (máximo 3) que desee.

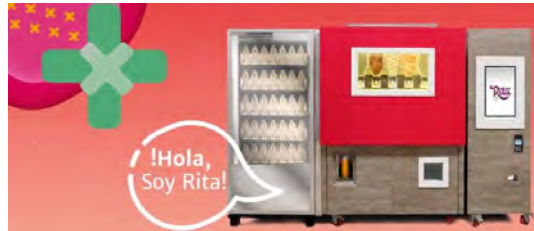


Figura 2.6.2. Máquina vending de jugos de frutas (Rita, 2019)

## c) Z10

Es una máquina vending de zumo de naranja exprimido al instante, desarrollada por la empresa española ZUMMO. En la figura 2.6.3, se observa que la máquina tiene una ventana, la cual permite al usuario visualizar las naranjas cuando están siendo exprimidas.



Figura 2.6.3. Máquina vending de zumo de naranja (Zummo, s.f.)

## d) Cut fruits vending machine

Es una máquina expendedora de fruta picada de la empresa Geok heng Enterprise (Singapur). Las frutas que ofrecen son: guayaba, piña, papaya, fresa, entre otras. La fruta es entregada al usuario en un vaso transparente, como se observa en la figura 2.6.4.



Figura 2.6.4. Máquina vending de fruta picada (Little Red Dot Diaries, 2008)

Luego de haber realizado la búsqueda de tecnologías asociadas a máquinas vending, así como de productos relacionados existentes en el mercado, se llegó a la conclusión de que aún no se ha creado una máquina vending que expenda tanto ensaladas como jugos de frutas personalizados. Sin embargo, durante la búsqueda se encontraron tecnologías que aportan ideas para el diseño conceptual de la máquina, tales como:

- Los contenedores verticales de cereal mostrados en la figura 2.1.5, los cuales cuentan con un aspa que dosifica la cantidad de cereal a dispensar. Esta idea puede ser automatizada conectando un servomotor o motor DC al aspa.
- La licuadora de la marca Oster mostrada en la figura 2.1.7, es una buena opción para licuar las frutas, ya que al variar su sentido de giro, se logra una mezcla más homogénea. Además, al contar con 3 juegos de cuchillas, facilita el proceso de licuado.
- El dispensador de cubiertos Simpull mostrado en la figura 2.1.14, es una buena opción para ofrecer una cuchara al usuario, ya que su accionamiento es manual y no se necesitaría de un mecanismo extra para que funcione.

En la búsqueda de los componentes eléctricos y electrónicos usados en máquinas vending, se encontraron varios tipos de sistemas de cobro. De todos ellos, el sistema de cobro por tarjeta es el más novedoso, por lo que es una buena opción para incorporarlo en la máquina vending. Sin embargo, los sistemas de monedas y billetes también deben ser tomados en cuenta para brindarle al usuario más facilidades de pago.

Es importante tomar en cuenta los sistemas de ahorro de energía descritos en el acápite 2.3, pues esos sistemas están logrando disminuir en un 50 % el consumo de energía, lo cual es un beneficio tanto para el cliente que adquirirá la máquina vending, así como para el medio ambiente.

Por último, los aspectos ergonómicos presentados en el acápite 2.4 deben ser tomados en cuenta al momento de definir los requerimientos del sistema, pues la ergonomía es importante en el diseño de cualquier máquina que vaya a interactuar con una persona.

## CAPÍTULO 3

### DATOS ACERCA DE ENSALADAS Y JUGOS DE FRUTAS

Este capítulo presenta varios datos que son relevantes para el diseño conceptual de la máquina vending, tales como: el número de ventas al día de ensaladas y jugos en una frutería, las frutas preferidas de las personas, características de las frutas y acerca de la preparación de una ensalada o jugo de frutas.

#### 3.1. VENTA DE ENSALADAS Y JUGOS EN FRUTERÍAS

Con el objetivo de obtener datos acerca de las ventas de ensaladas y jugos de frutas en negocios dedicados a este rubro, se realizó una encuesta a 5 fruterías, 3 de ellas en el mercado Bolívar, ubicado en el distrito de Pueblo Libre (Lima, Perú), y 2 en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), ubicada en el distrito de San Miguel (Lima, Perú). Las preguntas que se realizaron fueron las siguientes:

1. ¿Cuántas ensaladas de frutas se venden al día?
2. ¿Cuántos jugos se venden al día?
3. ¿Las ventas bajan en invierno?
4. ¿Cuál es la porción de ensalada de frutas más vendida?
5. ¿Cuál es el tamaño de vaso de jugo más vendido?

➤ Las fruterías dentro del mercado Bolívar reportaron las siguientes respuestas:

1. En verano, se venden alrededor de 30 ensaladas de frutas al día.
2. En verano, se venden alrededor de 100 jugos al día.
3. Las ventas bajan en invierno. Se venden sólo 10 ensaladas y alrededor de 30 jugos.
4. Porción media de 350 g de fruta.
5. El vaso mediano de 16 oz que contiene de 400 a 450 ml.

➤ Las fruterías de la PUCP reportaron:

1. En verano, se venden alrededor de 75 ensaladas de frutas al día.
2. En verano, se venden alrededor de 300 jugos al día.
3. Las ventas bajan en invierno. Se venden 40 ensaladas y alrededor de 200 jugos.



4. Porción mediana de 350 g de fruta.
5. El vaso mediano de 16 oz.

Se observa que las fruterías de la PUCP tienen más ventas al día que las del mercado, y como la mayoría de máquinas vending se encuentran en centros de estudios, hospitales, entre otros, se tomará como dato base el número de ensaladas y jugos vendidos dentro de la PUCP.

### 3.2. FRUTAS PREFERIDAS EN UNA ENSALADA Y JUGO

Con el objetivo de obtener información acerca de las preferencias de frutas en una ensalada o jugo, se realizó una encuesta a 300 estudiantes de diversas facultades de la PUCP. La figura 3.2.1 muestra el formato de la encuesta que fue tomada.

**ENCUESTA PARA CONOCER LAS FRUTAS PREFERIDAS EN UNA ENSALADA Y EN UN JUGO**

1) De la siguiente lista, marque con una X sus frutas preferidas:

Papaya ( )	Pera ( )	Uva ( )
Piña ( )	Durazno ( )	Manzana ( )
Mango ( )	Sandía ( )	Melón ( )
Fresa ( )	Naranja ( )	Kiwi ( )
Plátano ( )	Mandarina ( )	Chirimoya ( )

Otra(s) (especifique): \_\_\_\_\_

2) ¿Le gustan las ensaladas de frutas? Marque con una X:

Sí ( )                      No ( )

3) En caso de haber respondido Sí a la pregunta 2, ¿qué frutas le gustaría en su ensalada?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4) En caso de haber respondido Sí a la pregunta 2, ¿qué agregados le gustaría para su ensalada? Marque con una X los que desee:

Yogur ( )    Cereal ( )    Granola ( )    Miel ( )

Otro(s) (especifique): \_\_\_\_\_

Si marcó Yogur, especifique sabor: \_\_\_\_\_

5) ¿Le gustan los jugos de frutas? Marque con un X:

Sí ( )                      No ( )

6) En caso de haber marcado Sí a la pregunta 5, ¿cuántas frutas como máximo le pondría a su jugo? Marcar con una X:

1 ( )    2 ( )    3 ( )    4 ( )    5 ( )

Otra cantidad (especifique): \_\_\_\_\_

7) Mencione 2 de sus jugos preferidos. Por ejemplo: Jugo de papaya, jugo de fresa con leche, jugo de papaya con piña, jugo de mango con papaya y mandarina, etc.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8) Si le gustan tanto las ensaladas como los jugos y tuviera que elegir entre una de las dos opciones, ¿cuál sería?

Ensalada ( )                      Jugo ( )


**Muchas gracias por su apoyo y tiempo** 

Figura 3.2.1. Formato de la encuesta

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada pregunta:

**Pregunta 1.** En la figura 3.2.2 se muestra la cantidad de personas que prefieren cada fruta de la lista. Se puede observar que las frutas más populares son: fresa, mango, plátano, naranja, piña, mandarina, papaya, uva y manzana. A partir de la sandía hacia la derecha, el número de personas que eligieron esas frutas comienza a disminuir de manera significativa. Es por ello que no se tomarán en cuenta dichas frutas al momento de definir cuáles ofrecerá la máquina.

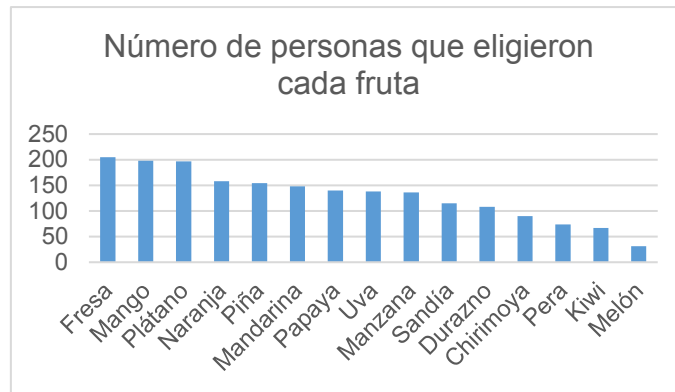


Figura 3.2.2. Gráfico de barras del número de personas que eligieron cada fruta

Asimismo, se recopiló información acerca de otras frutas que no estaban en la lista pero que el encuestado escribió en la opción “Otras (especifique)”. La figura 3.2.3 muestra estos resultados, en donde se puede observar que las frutas más mencionadas fueron: maracuyá, arándanos, lúcuma, granadilla, tuna y aguaymanto.

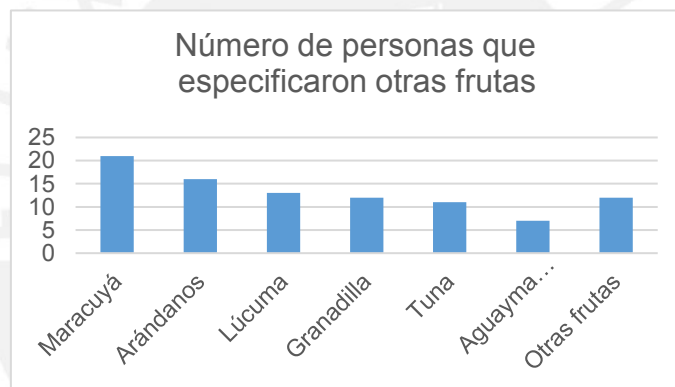


Figura 3.2.3. Gráfico de barras del número de personas que especificaron otras frutas

**Pregunta 2.** 276 encuestados respondieron que sí les gusta la ensalada de frutas.

**Pregunta 3.** En la figura 3.2.4 se muestra la cantidad de personas que prefieren cierto número de frutas en su ensalada. Se puede observar que el número más popular es 4.

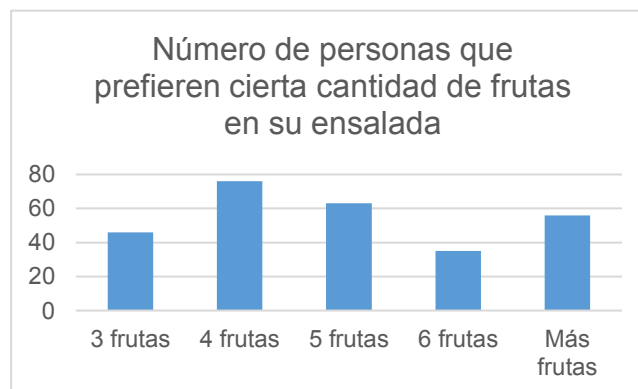


Figura 3.2.4. Gráfico de barras del número de personas que prefieren una cantidad de frutas en su ensalada

**Pregunta 4.** En el caso de los agregados, la figura 3.2.5 muestra la cantidad de personas que eligieron cada uno de ellos. Se puede observar que todos han sido elegidos por más del 50% de los encuestados. Es por ello que la máquina vending ofrecerá estos 4 agregados.

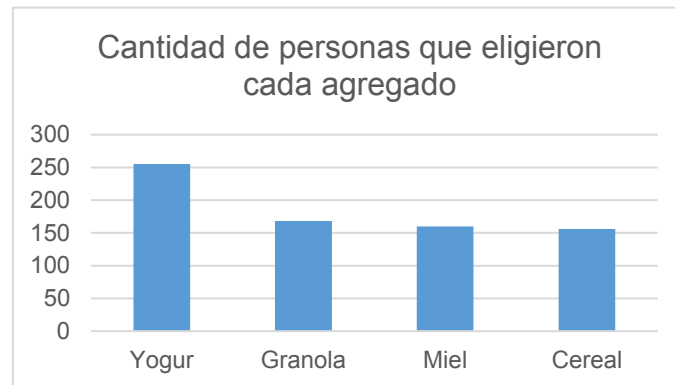


Figura 3.2.5. Gráfico de barras del número de personas que eligieron cada agregado de la lista

La figura 3.2.6 muestra los sabores de yogur que los encuestados especificaron que les gustaría

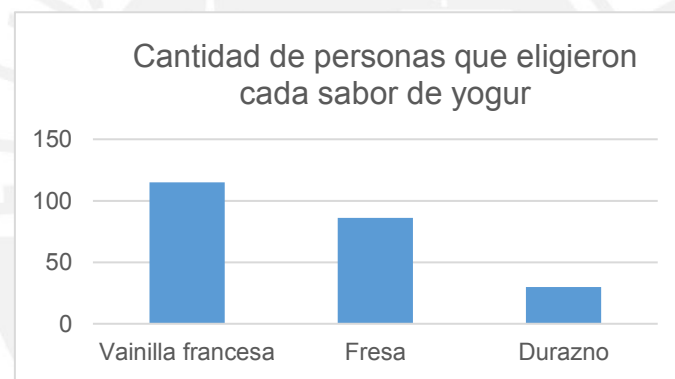


Figura 3.2.6. Gráfico de barras del número de personas que eligieron cada sabor de yogur

En la figura 3.2.7 se puede observar que la mayoría prefiere 2 agregados. Sin embargo, hay muchas personas que prefieren 1, 3 o 4. Por ello, la máquina permitirá que el usuario escoja la cantidad de agregados que desee (máximo 4).

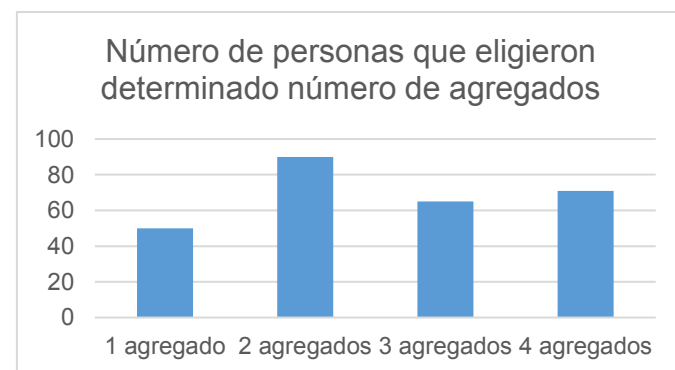


Figura 3.2.7. Gráfico de barras del número de personas que eligieron determinado número de agregados para su ensalada

Asimismo, algunas personas prefirieron otros agregados, los cuales se muestran en la figura 3.2.8.

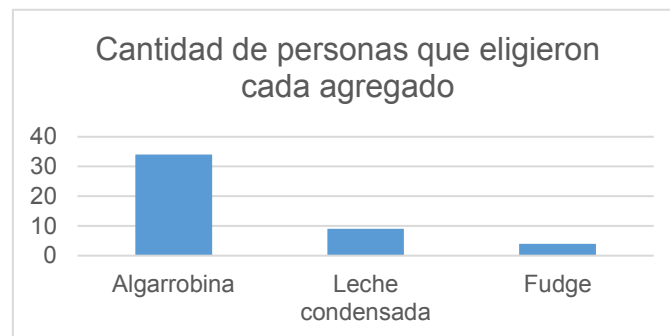


Figura 3.2.8. Gráfico de barras del número del número de personas que eligieron agregados que no estaban en la lista

**Pregunta 5.** 296 encuestados respondieron que les gusta el jugo de frutas.

**Pregunta 6.** En la figura 3.2.9 se muestran cuántas frutas como máximo prefieren los encuestados en un jugo. Se observa que el número más popular es 3. Sin embargo, la máquina vending ofrecerá la opción de poder combinar hasta 4 frutas diferentes.

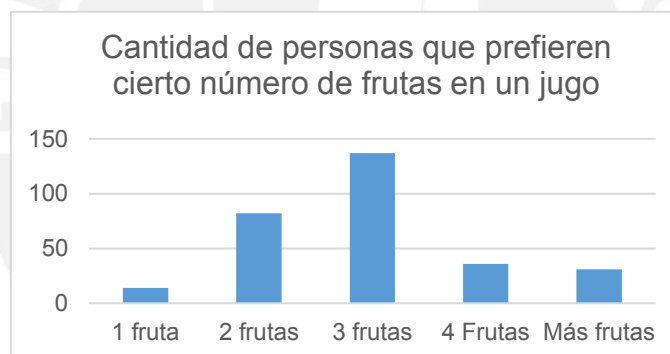


Figura 3.2.9. Gráfico de barras del número de personas que prefieren un determinado número de frutas en un jugo

**Pregunta 7.** La figura 3.2.10 muestra las preferencias de los encuestados por determinados jugos de frutas. Se puede observar que el jugo más popular es el de fresa con leche.

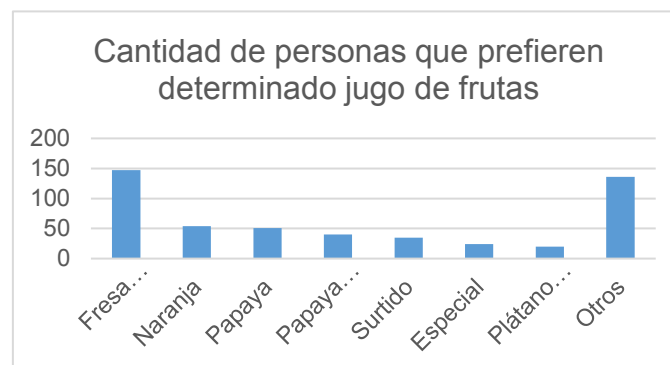


Figura 3.2.10. Gráfico de barras del número de personas que prefieren determinado jugo de frutas

**Pregunta 8.** Al contabilizar las respuestas de los encuestados, se encontró que a 272 de ellos les gustan tanto las ensaladas como los jugos de frutas. Y si tuvieran que elegir sólo una de estas dos opciones, 162 personas elegirían jugo, mientras que 110 elegirían ensalada. Estas cifras nos indican que hay preferencia por los jugos de frutas. Sin embargo, la diferencia entre ellas no es demasiada y la idea de una máquina vending que ofrezca tanto ensaladas como jugos de frutas cubriría la expectativa de todo el público.

## ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

En base a los resultados de la pregunta 1, las frutas picadas que almacenará la máquina vending son: fresa, mango, piña, mandarina, papaya y uva. Se han omitido el plátano y la manzana debido a que, una vez que están cortados, tienden a oxidarse rápido. Esto podría evitarse usando preservantes, sin embargo, no se utilizarán con el fin de ofrecer los productos sin químico alguno. Otra fruta popular fue la naranja, la cual será almacenada en forma de zumo. Asimismo, se ha considerado el maracuyá por ser la fruta más popular que los encuestados mencionaron en la opción “Otros” y por su fácil almacenamiento en forma de pulpa.

Asimismo, los datos muestran una tendencia a preferir como máximo 6 frutas en una ensalada y 4 frutas en un jugo, por lo que la máquina vending permitirá al usuario elegir como máximo dichas cantidades. Por otro lado, en base a las respuestas de la pregunta 4 acerca de los agregados, la máquina vending almacenará yogur de vainilla francesa, cereal, granola y miel. No se tomó en cuenta la algarrobina, pese a que fue la preferida en los mencionados, ya que dispensarla no es sencillo debido a su densidad y viscosidad. Por último, la máquina vending almacenará leche para poder preparar el jugo más popular que fue el de fresa con leche.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS FRUTAS QUE OFRECE LA MÁQUINA VENDING

#### 3.3.1. Propiedades nutricionales

- **Papaya:** es una fruta tropical, originaria de Centroamérica. Tiene cualidades digestivas, antioxidantes, laxantes, diuréticas, entre otras. Se puede usar para tratar afecciones como la gastritis y problemas con el hígado, y también es beneficiosa para la salud de la piel (Frutas Eloy Ruano, 2014a).
- **Piña:** también es una fruta tropical, originaria de Brasil. Contiene principalmente vitamina C, y en menores proporciones B1 y B6. Tiene importantes beneficios para tratar problemas de retención de líquidos y problemas en el tracto intestinal (Frutas Eloy Ruano, 2014b).
- **Mandarina:** contiene principalmente vitaminas A, B1, B2 y C. Debido a esto, su consumo fortalece el sistema inmunológico, regula la producción de insulina y ayuda a prevenir la degeneración macular que ocasiona la pérdida de visión (Fernández, 2019).
- **Mango:** contiene una gran cantidad de vitaminas antioxidantes, como lo son la A, la C y la E. Asimismo, se le conoce como anticancerígeno, protector cardiovascular y antianémico (Frutas Eloy Ruano, 2014c).
- **Fresa:** se caracteriza por ser rica en vitamina C, potasio, magnesio y calcio. Es por ello que se recomienda para el crecimiento óseo, de tejidos y del sistema nervioso en niños. Asimismo, tiene propiedades diuréticas, laxantes y además favorece la formación de glóbulos rojos y blancos (Frutas Eloy Ruano, 2014d).
- **Uva:** es rica en vitaminas A, B6, B1, B2, C y E, así como en potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro y sodio. Entre sus principales beneficios se encuentran sus propiedades desintoxicantes, diuréticas y laxantes. Asimismo, fomenta la producción de glóbulos rojos y blancos (Frutas Eloy Ruano, 2014e).
- **Naranja:** tiene un alto contenido de vitaminas A y C. Es por esto que su uso es muy común para prevenir resfriados y para la quema de grasa. Asimismo, ayuda a prevenir la arteriosclerosis (Frutas Eloy Ruano, 2014f).

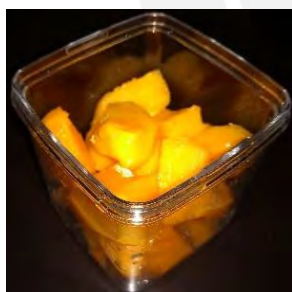
- **Maracuyá:** es originario de Brasil, y es cultivado en países tropicales. Es rico en vitamina A, C y en minerales como el potasio, hierro, magnesio, cobre y fósforo. El consumo de esta fruta, la cual es un antioxidante natural, ayuda a eliminar el colesterol y a regular el sistema cardiovascular (Espada, 2019).

### 3.3.2. Determinación de la densidad aparente de las frutas picadas

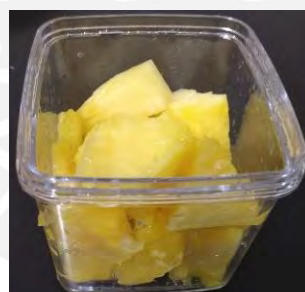
Debido a que la máquina vending almacenará frutas picadas, es necesario saber cuál es el espacio que ocupa cierta masa de cada una de las frutas. Para ello, es necesario determinar cuál es su densidad aparente.

Cuando los trozos de frutas picadas son depositados en un recipiente, estos se apilan unos sobre otros dejando espacios libres entre trozo y trozo. Esto ocasiona que el volumen que ocupa cierta cantidad de masa de fruta picada sea mayor al que se podría calcular con el valor de la densidad real de la fruta. Por este motivo, se calculó la densidad aparente de la siguiente manera:

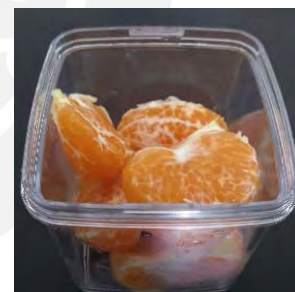
Se utilizó un recipiente prismático de base cuadrada, de  $6,3\text{ cm}$  de lado, y se llenó con  $m = 100\text{ g}$  de fruta picada, tal como se muestra en la figura 3.3.1.



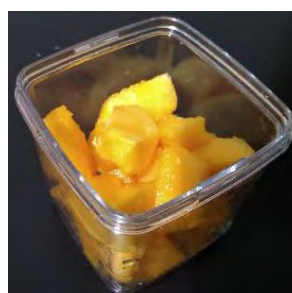
(a) Papaya



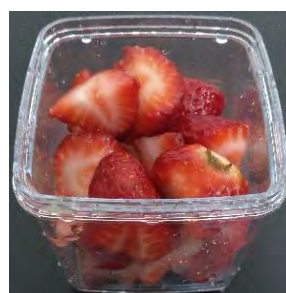
(b) Piña



(c) Mandarina



(d) Mango



(e) Fresa



(f) Uva

Figura 3.3.1. 100 g de fruta picada dentro de un recipiente prismático cuadrado

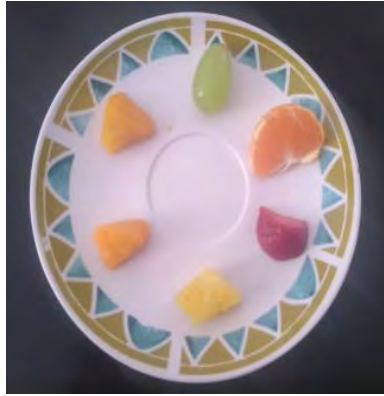


Figura 3.3.2. Tamaños de los trozos de frutas utilizados en los experimentos

Luego, se determinó la altura  $h$  hasta la cual se llenó el recipiente y se calculó el volumen aparente utilizando la siguiente expresión:

$$V_{aparente} = 6,3^2 \times h \text{ [cm}^3\text{]}$$

Finalmente, se determinó la densidad aparente ( $\rho_{aparente}$ ):

$$\rho_{aparente} = \frac{m}{V_{aparente}} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

En la tabla 3.1 se muestra la densidad aparente de cada una de las frutas picadas que ofrecerá la máquina vending. Se puede notar que la mandarina será la que ocupe más espacio, debido a que tiene la densidad aparente más baja.

Tabla 3.1. Densidad aparente de las frutas picadas

Fruta	Densidad aparente ( $g/cm^3$ )
Papaya	0,61
Piña	0,56
Mandarina	0,48
Mango	0,72
Fresa	0,48
Uva	0,52



### 3.4. PREPARACIÓN DE ENSALADAS Y JUGOS DE FRUTAS

#### 3.4.1. Ensalada de frutas

La porción más vendida de ensaladas de frutas en la universidad es de 350 g (sólo el peso de la fruta), por lo que la máquina vending dispensará ensaladas de aproximadamente 450 g: 300 g de frutas (el usuario puede elegir las frutas picadas que desee), 25 g de cereal o granola (el usuario puede elegir ambos, pero 12.5 g de cada uno) y 100 ml de yogur o miel (el usuario puede elegir ambos, pero 50 ml de cada uno). Para determinar el tamaño del recipiente que contendrá la ensalada, se realizaron 2 experimentos: el primero, con un recipiente redondo de 16 oz; y el segundo, con un recipiente redondo de 24 oz.

##### a) Recipiente de 16 oz

Este experimento se realizó usando 50 g de cada fruta picada que la máquina vending ofrece (son 6 frutas, por lo que serían 300 g en total) y 25 g de cereal. Al dispensar las primeras frutas no hubo problemas, sin embargo, al dispensar las 2 últimas, algunos trozos rebotaban y se salían del recipiente. De igual forma sucedió al dispensar el cereal, por lo que ya no se dispensó yogur. Como se puede observar en la figura 3.4.1, la fruta está al borde del recipiente, y al adicionarle cereal, sobresale de él como se muestra en la figura 3.4.2.

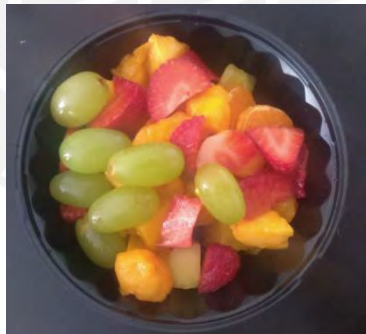


Figura 3.4.1. Frutas picadas en recipiente de 16oz



Figura 3.4.2. Frutas picadas y cereal en recipiente de 16oz

## b) Recipiente de 24 oz

Este experimento se realizó usando 50 g de cada fruta picada que la máquina vending ofrece (son 6 frutas, por lo que serían 300 g en total), 25 g de cereal y 100 ml de yogur (densidad del yogur = 1.03 g/ml). Al dispensar la fruta, el cereal y el yogur no hubo ningún problema: toda la fruta cayó dentro del recipiente, el cereal no salpicó y el yogur no se derramó. Como se puede observar en la figura 3.4.3, la ensalada de frutas entra perfectamente en el recipiente de 24 oz y se pudo tapar el recipiente sin aplastar ninguna fruta, como se muestra en la figura 3.4.4.



Figura 3.4.3. Frutas picadas con cereal y yogur en recipiente de 24oz



Figura 3.4.4. Recipiente tapado

Por lo tanto, se utilizarán recipientes de 24 oz para dispensar las ensaladas de frutas. Con este tamaño de recipiente, se asegura que cualquier combinación de frutas que el usuario escoja (incluso si elige solo mandarina, la cual ocupa más volumen por tener la densidad aparente más baja) entre en su totalidad.

### 3.4.2. Jugos de frutas

Debido a que el vaso de jugo más vendido en la universidad es el de 16 oz, la máquina vending ofrecerá el mismo tamaño de vaso con un contenido de aproximadamente 400ml. Además, como la máquina ofrece jugos personalizados (el usuario podrá elegir 4 frutas diferentes como máximo), es necesario encontrar la proporción de frutas e ingredientes que se necesitan en la preparación de cada uno de ellos. Por ello, se prepararon diferentes vasos de 400ml de jugo que contenían una, dos, tres o cuatro frutas. A continuación, se muestran los resultados:

Tabla 3.2. Preparación de jugos de 1 fruta

Jugo de una fruta	Porción de fruta (g)	Volumen de agua (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Papaya	200	220	10	28
Piña	200	210	10	30
Mandarina	200	220	10	25
Mango	200	220	10	20
Fresa	200	230	10	25
Uva	200	220	10	40

Tabla 3.3. Preparación de jugos de 2 frutas

Jugo de dos frutas	Porción por fruta (g)	Volumen de agua (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Papaya + Piña	100	220	10	25
Papaya + Mango	100	220	10	28

Tabla 3.4. Preparación de jugos de 3 frutas

Jugo de tres frutas	Porción por fruta (g)	Volumen de agua (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Piña + Papaya + Fresa	50	230	10	25
Papaya + Mango + Fresa	50	230	10	25

Tabla 3.5. Preparación de jugos de 4 frutas

Jugo de cuatro frutas	Porción por fruta (g)	Volumen de agua (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Papaya + Piña + Fresa + Mango	50	210	10	29
Mandarina + Papaya + Fresa + Uva	50	210	10	40

Tabla 3.6. Preparación de jugos con zumo de naranja

Jugos con naranja	Porción por fruta	Volumen de agua (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Naranja	400 ml	0	10	15
Papaya + Naranja	100 g de papaya 100 ml de naranja	200	10	28
Piña + Papaya + Naranja	50 g de piña 50 g de papaya 100 ml de naranja	200	10	25
Piña + Papaya + Fresa + Naranja	50 g de piña 50 g de papaya 50 g de fresa 50 ml de naranja	200	10	30

Tabla 3.7. Preparación de jugos con pulpa de maracuyá

Jugos con maracuyá	Porción por fruta	Volumen de agua (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Maracuyá	125 ml	275	20	20
Papaya + Maracuyá	100 g de papaya 75 ml de maracuyá	220	15	26
Piña + Papaya + Maracuyá	50 g de piña 50 g de papaya 50 ml de maracuyá	220	15	30
Piña + Papaya + Mango + Maracuyá	50 g de piña 50 g de papaya 50 g de mango 50 ml de maracuyá	200	15	30

Tabla 3.8. Preparación de jugos con leche

Jugos con leche	Porción por fruta (g)	Volumen de agua (ml)	Volumen de leche (ml)	Porción de azúcar (g)	Tiempo de licuado (s)
Fresa + Leche	200	105	105	10	28
Papaya + Fresa + Leche	100	105	105	10	30
Papaya + Mango + Fresa + Leche	50	110	110	10	32

Con los resultados obtenidos, se puede establecer una relación entre la cantidad de fruta e insumos necesarios para la preparación de 400ml de cada tipo de jugo:

- **Jugos de 1 sola fruta:** 200 g de fruta, 220 ml de agua, 10 g de azúcar y tiempo de licuado de aproximadamente 40 s (tomando el mayor tiempo de licuado).
- **Jugos de 2 frutas:** 100 g de cada fruta, 220 ml de agua, 10 g de azúcar y tiempo de licuado de aproximadamente 40 s.

- **Jugos de 3 frutas:** 50 g de cada fruta, 230 ml de agua, 10 g de azúcar y tiempo de licuado de aproximadamente 40 s.
- **Jugos de 4 frutas:** 50 g de cada fruta, 210 ml de agua, 10 g de azúcar y tiempo de licuado de aproximadamente 40 s.
- **Jugos que contienen pulpa de maracuyá:** Se mantienen las proporciones mostradas en la tabla dependiendo del número de frutas seleccionadas.
- **Jugos que contienen zumo de naranja:** Se mantienen las proporciones mostradas en la tabla dependiendo del número de frutas seleccionadas.
- **Jugos con leche:** Se sigue la misma proporción de acuerdo a la cantidad de frutas elegidas por el usuario, con la diferencia que se reemplaza la mitad del volumen de agua por leche.

A continuación, se muestran algunos de los jugos que se prepararon con las proporciones anteriormente dadas. Como se puede observar en la figura 3.4.5, todos los vasos están llenados a una altura similar, lo que equivale a un volumen de aproximadamente de 400 ml.



Figura 3.4.5. Jugos de frutas

## CAPÍTULO 4

### REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Luego de la búsqueda de información sobre el estado del arte de máquinas vending, investigar a través de encuestas locales sobre las ensaladas y jugos de frutas y experimentar sobre algunos aspectos físicos de los mismos, se tienen ideas concretas sobre lo que involucra la preparación de una ensalada o jugo de frutas, por lo que es posible especificar los requerimientos del sistema que conducirán a la solución conceptual.

A continuación, se describen los requerimientos del sistema:

#### **1) Función principal**

La función principal de la máquina vending es expender una ensalada o jugo de frutas personalizado de acuerdo a la elección del usuario. Cabe resaltar que el usuario podrá elegir todas las frutas picadas que ofrece la máquina vending para su ensalada, pero si eligiera un jugo, sólo podrá combinar como máximo cuatro (4) frutas.

#### **2) Capacidad de la máquina**

El número de ensaladas y jugos de frutas que vende al día una frutería de la PUCP es de aproximadamente 375 (300 jugos y 75 ensaladas), y como son 2 fruterías, en total serían 750 porciones entre ambos productos. Sin embargo, la capacidad que tendrá esta máquina sólo será de 150 porciones diarias entre ensaladas y jugos de frutas, pues la idea es que haya varias de estas máquinas en diferentes lugares de la universidad, oficinas, etc.

#### **3) Flujo de materia**

Es importante conocer todos los insumos que están involucrados tanto en la preparación como en la entrega al usuario de una ensalada o jugo de frutas. Es por ello que a continuación se detallan los insumos de entrada, así como los de salida.

- **Entradas:** recipientes y vasos ecológicos, frutas picadas como papaya, piña, mandarina, mango, fresas y uvas; además de zumo de naranja y pulpa de maracuyá. Agregados para las ensaladas, como yogur, miel, trigo y granola, e ingredientes para preparar los jugos como agua, leche, estevia y azúcar. Tapas y cucharas ecológicas.

- **Salidas (producto final y desperdicios):** recipiente tapado que contiene 450g entre fruta picada y agregados, o vaso tapado que contiene 400 ml de jugo de frutas; cuchara, exceso de fruta, agregados o ingredientes.

#### **4) Tiempo de procesamiento**

Basado en el tiempo de licuado máximo hallado en el capítulo 3 (40s), se desea que el tiempo de procesamiento para un jugo de frutas (desde que el usuario ingresa su pedido hasta que la máquina lo despacha) no supere los 90s. Asimismo, también se desea que el tiempo de procesamiento de una ensalada de frutas no supere los 45s (pues en este proceso no se necesita licuar la fruta).

#### **5) Geometría**

Las máquinas vending relacionadas a ensaladas y jugos de frutas mostradas en el capítulo 2, tienen dimensiones entre 120 a 250 cm de largo, de 90 a 110 cm de ancho y de 180 a 200 cm de alto. Tomando como referencia estos rangos de medidas y teniendo en cuenta las dimensiones de máquinas vending en universidades y oficinas, la máquina vending de ensaladas y jugos de frutas tendrá como máximo las siguientes medidas: 150 cm de largo, 110 cm de ancho y 190cm de alto.

#### **6) Señales de información**

Las máquinas vending actuales cuentan con diferentes tipos de interfaz usuario-máquina. Por ejemplo, algunas de ellas son con botones, los cuales muestran el número del producto en la máquina, y otras son táctiles, las cuales muestran una imagen del producto en la máquina. Sin embargo, como la máquina vending de ensaladas y jugos de frutas ofrece productos personalizados, una interfaz con botones o táctil que muestre el número o imagen del producto en la máquina no sería suficiente, ya que el usuario debe elegir la combinación de frutas, agregados e ingredientes para su ensalada o jugo. Es por ello que la máquina debe contar con un panel de instrucciones para que el usuario pueda interactuar de manera correcta con la interfaz.

#### **7) Control**

Debido a que la preparación de una ensalada o jugo de frutas involucra varios procesos, se requiere tener un control de sus parámetros, para así poder obtener los productos esperados.

## **8) Eléctrica-Electrónica**

La máquina se apagará de manera automática en caso de alguna sobrecarga en sus componentes eléctricos o electrónicos para evitar el sobrecalentamiento de esta.

## **9) Energía**

La máquina deberá contar con un sistema de refrigeración para mantener las frutas, agregados e ingredientes en un rango de 2 a 5°C para su correcta conservación.

## **10) Comunicaciones**

La máquina debe contar con un protocolo de comunicación que le permita enviar mensajes a la central de máquinas vending cuando ocurran imprevistos, tales como: si es que la temperatura de refrigeración saliera del rango adecuado, si ocurriese una sobrecarga y en consecuencia se apagara la máquina o si es que se acabara algún insumo.

## **11) Fabricación**

Debido a que la mayoría de insumos de la máquina vending son comestibles, los materiales de fabricación que estén en contacto directo con estos insumos deben cumplir con los estándares de sanidad.

## **12) Montaje**

Muchas de las máquinas vending dentro de un campus universitario se encuentran a la intemperie. Por ello, la máquina debe contar con un techo desmontable para proteger la carcasa exterior y la interfaz del sol intenso o de la lluvia.

## **13) Transporte**

Debido al tamaño que tendrá la máquina vending, se usará una plataforma con ruedas para poder transportarla hasta el lugar donde va a operar. Una vez posicionada, esta deberá quedar estacionaria, sin posibilidad de moverla de manera casual.

## **14) Seguridad**

Por seguridad, el usuario sólo tendrá acceso a la interfaz usuario-máquina y a la zona de recojo del producto final. Además, estas partes de la máquina deben estar aisladas eléctricamente.



## **15) Ergonomía**

La altura promedio de un hombre peruano es de 1.63 m y de una mujer 1.53 m (Huerta, 2018), por lo que el panel de instrucciones y la interfaz usuario-máquina deben encontrarse a una altura de aproximadamente 1.4 m para que el usuario pueda visualizar cómodamente la información mostrada tanto en el panel como la interfaz.

Por otro lado, la zona de despacho de productos de muchas máquinas vending se encuentra en su parte inferior, lo que implica que el usuario debe agacharse para recoger su producto. Debido a esto, la máquina vending de ensaladas y jugos de frutas despachará sus productos a una altura adecuada para que el usuario no tenga que agacharse ni realizar mayor esfuerzo.

## **16) Mantenimiento**

La máquina contará con un sistema de limpieza automático que limpiará tanto el sistema de licuado como los demás residuos que pueda haber durante el proceso de preparación de una ensalada o jugo de frutas. El sistema de limpieza se activará después de cada proceso de licuado, así como también después de cada 4 horas para limpiar el resto de residuos que pudieron haber quedado durante los demás procesos de preparación de ensaladas o jugos.

## **CAPÍTULO 5**

### **FUNCIONES DEL SISTEMA**

Teniendo en cuenta que la máquina vending involucra partes mecánicas, eléctricas, sensores, actuadores, entre otros, se vio por conveniente dividirla en 3 subsistemas: subsistema mecánico y de actuadores, subsistema de electrónica de potencia y subsistema de control de procesos y de la interfaz, ya que estudiar la máquina viéndola como un gran sistema, no permite ver todos los aspectos que están involucrados en ella.

Para poder realizar la función principal de la máquina, que es expender una ensalada o jugo de frutas personalizado, es necesario identificar todas las funciones parciales que tiene cada subsistema, de tal manera que cada una de ellas tenga un aporte específico en el funcionamiento de la máquina.

Para identificar todas estas funciones parciales, es necesario estudiar el proceso técnico de la máquina como una caja negra con sus respectivas entradas y salidas, y además es necesario identificar los pasos que este proceso debe seguir para transformar dichas entradas en salidas y así poder expender el producto. Cuando se hayan identificado todas las funciones, se colocarán en forma de diagrama para cada subsistema, y estos se integrarán, con lo cual se tendrá de manera gráfica y entendible las funciones específicas que la máquina necesita realizar para lograr su función principal.

#### **5.1. SUBSISTEMAS DE LA MÁQUINA VENDING**

Se han identificado tres subsistemas, los cuales realizan diferentes procesos o funciones de la máquina, pero que en conjunto nos dan la solución conceptual de esta.

##### **5.1.1. Subsistema mecánico y de actuadores**

Este subsistema abarca todos los aspectos mecánicos de la máquina, tales como las formas constructivas de sus diferentes partes, los mecanismos involucrados en su proceso y los tipos de actuadores necesarios para accionar los mecanismos.

##### **5.1.2. Subsistema de electrónica de potencia**

Este subsistema está encargado de energizar todos los componentes eléctricos y electrónicos de la máquina, así como también de evitar un fallo por sobrecargas.

### 5.1.3. Subsistema de control de procesos y de la interfaz

Este subsistema está encargado de medir y controlar los diversos parámetros involucrados durante el proceso que realiza la máquina vending. Además, abarca los aspectos de la interfaz que tendrán contacto con el usuario, tales como el sistema de cobro y la interfaz usuario-máquina.

## 5.2. ABSTRACCIÓN Y PROCESO TÉCNICO DE LA MÁQUINA VENDING

El primer paso para definir todas las funciones que la máquina vending realizará es la abstracción de la máquina, lo cual consiste en ver las entradas y salidas de esta sin tener que analizar qué proceso llevó a cabo para transformarlas. En la figura 5.1 se muestra la abstracción de la máquina, la cual es representada como una caja negra con entradas y salidas.

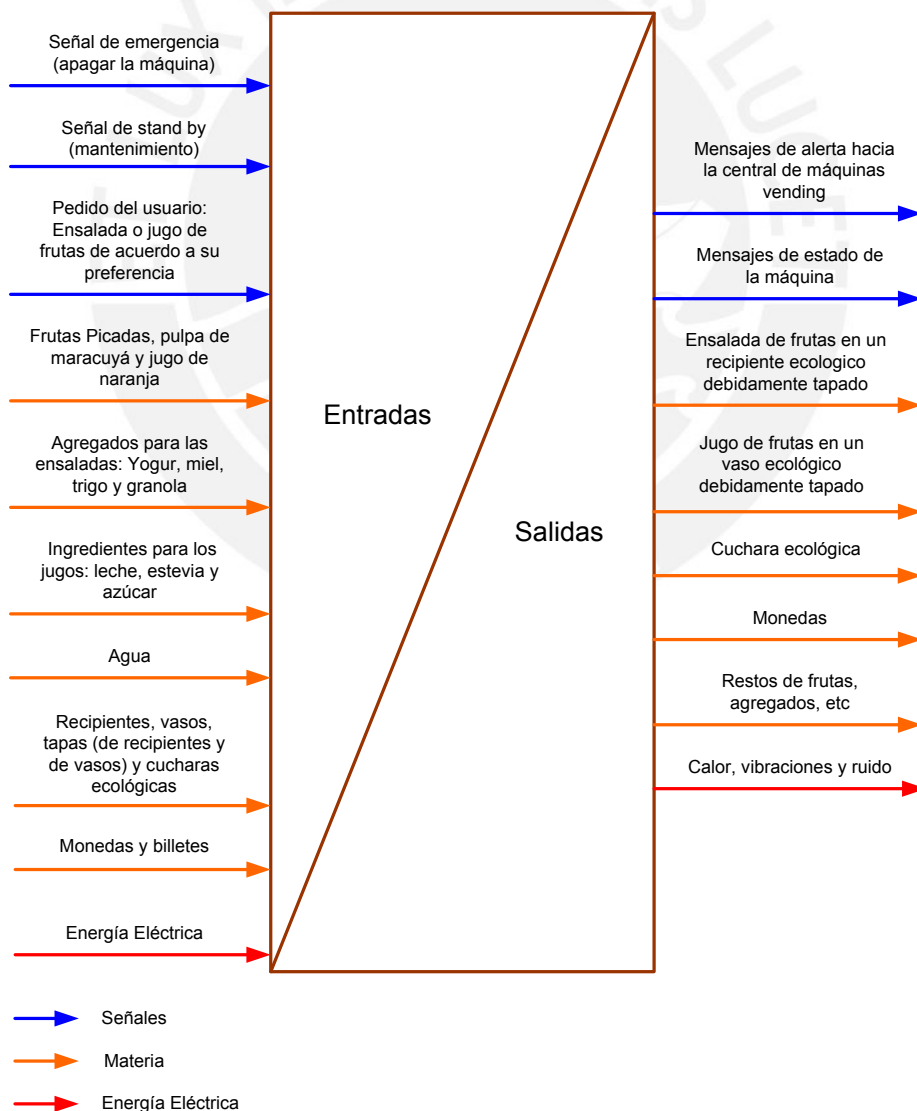


Figura 5.1. Entradas y salidas de la máquina vending

### **5.2.1. Proceso técnico de la máquina vending**

En este acápite se describe el proceso técnico que debe seguir la máquina para lograr expender una ensalada o jugo de frutas personalizado. Sin embargo, para que la máquina pueda realizar su función principal, el operario y el usuario deben realizar algunas acciones previas que no forman parte del proceso técnico de la máquina, pero que son importantes en el inicio de este.

A continuación, se describen las acciones previas al proceso técnico de la máquina que el operario y usuario realizan:

#### **El operario:**

- Llena los contenedores de frutas picadas, zumo de naranja, pulpa de maracuyá, agregados e ingredientes. También, llena los contenedores de recipientes, vasos, tapas (de recipientes y de vasos), cucharas ecológicas y del sistema de cobro.
- Verifica el ingreso de agua a la máquina.
- Enciende la máquina.
- Realiza la limpieza del interior de la máquina cada cierto tiempo.
- Realiza el mantenimiento general de la máquina cada cierto tiempo para su correcto funcionamiento.
- Monitorea el funcionamiento de la máquina desde la central de máquinas vending.

#### **El usuario:**

- Inserta dinero en la máquina (monedas o billetes).
- Ingresa pedido de acuerdo a sus preferencias.

A continuación, se describe el proceso técnico de la máquina:

- 1) La máquina recibe insumos.
- 2) La máquina contiene los insumos.
- 3) La máquina refrigera algunos insumos, tales como: frutas picadas, zumo de naranja, pulpa de maracuyá, leche y yogur.

- 4) La máquina recibe agua.
- 5) La máquina filtra el agua que ingresa.
- 6) Si es que la máquina se encuentra en mantenimiento, muestra en su interfaz el mensaje “En mantenimiento”.
- 7) Si es que se acabó algún insumo, la máquina muestra en su interfaz el mensaje “Faltan insumos”. En caso contrario, muestra el mensaje “Inserte moneda o billete”.
- 8) La máquina recibe el dinero y muestra el mensaje “Elija su pedido”.
- 9) La máquina recibe el pedido y si es que este cuesta más de lo que el usuario insertó, muestra otra vez en su interfaz el mensaje “Inserte moneda o billete”. En caso contrario, la máquina entrega el vuelto (si es que hubiera) y muestra el mensaje “Procesando”.
- 10) En el mismo instante que aparece el mensaje “Procesando”, la máquina empieza a preparar el pedido. Cabe resaltar que hay dos enfoques diferentes para realizar esto. El primero, es que el recipiente o vaso se desplace hacia los contenedores de insumos (frutas, agregados e ingredientes); y el segundo, que el recipiente o vaso este fijo y que los insumos lleguen a él. Se optará por el primer enfoque, debido a que el segundo generará muchos residuos en el transcurso de dispensar todos los insumos al recipiente o vaso.

Si el usuario eligió ensalada de frutas:

- La máquina dispensa un recipiente ecológico, luego lo posiciona y desplaza hacia los contenedores de frutas picadas y agregados que el usuario eligió, y dispensa una porción de cada uno de ellos.
- Luego, la máquina dispensa una tapa ecológica y tapa el recipiente de manera hermética.
- Finalmente, la máquina despacha el producto.
- Luego, la máquina limpia los residuos de frutas picadas o agregados que hayan caído fuera del recipiente al momento de dispensar o tapar.

Si el usuario eligió jugo de frutas:

- La máquina posiciona y desplaza el vaso de licuadora hacia los contenedores de frutas picadas e ingredientes que el usuario eligió, y dispensa una porción de cada uno de estos.
- Luego, la máquina licúa las frutas e ingredientes.
- Después, la máquina dispensa un vaso ecológico y dispensa el jugo licuado al vaso.
- Luego, la máquina dispensa una tapa ecológica y tapa el vaso de manera hermética.
- Finalmente, la máquina despacha el producto.

Luego, la máquina limpia los residuos de frutas o ingredientes que hayan caído fuera del vaso al momento de dispensar, licuar o tapar.

11) En el instante en que la máquina despacha el producto, muestra en su interfaz el mensaje “Despachando”, y en breve muestra el mensaje “Retire su pedido”.

12) La máquina dispensa una cucharita ecológica.

Luego, la máquina espera un nuevo pedido y se reinicia el proceso.

13) Para que la máquina pueda realizar lo anteriormente descrito, es necesario que también lleve a cabo las siguientes funciones:

- Energice el sistema de refrigeración, el sistema de cobro, el controlador del proceso, los controladores de periféricos, los sensores y los actuadores.
- Apague automáticamente la máquina en caso de sobrecargas.

14) Además, para que la máquina brinde una experiencia agradable al usuario tanto a nivel de interacción con la interfaz como con la calidad del producto que ofrece, es necesario que controle algunos parámetros durante el proceso, tales como:

- La posición de la puerta de la máquina (abierta o cerrada).
- Los mensajes de estado actual del proceso.
- La temperatura de refrigeración.

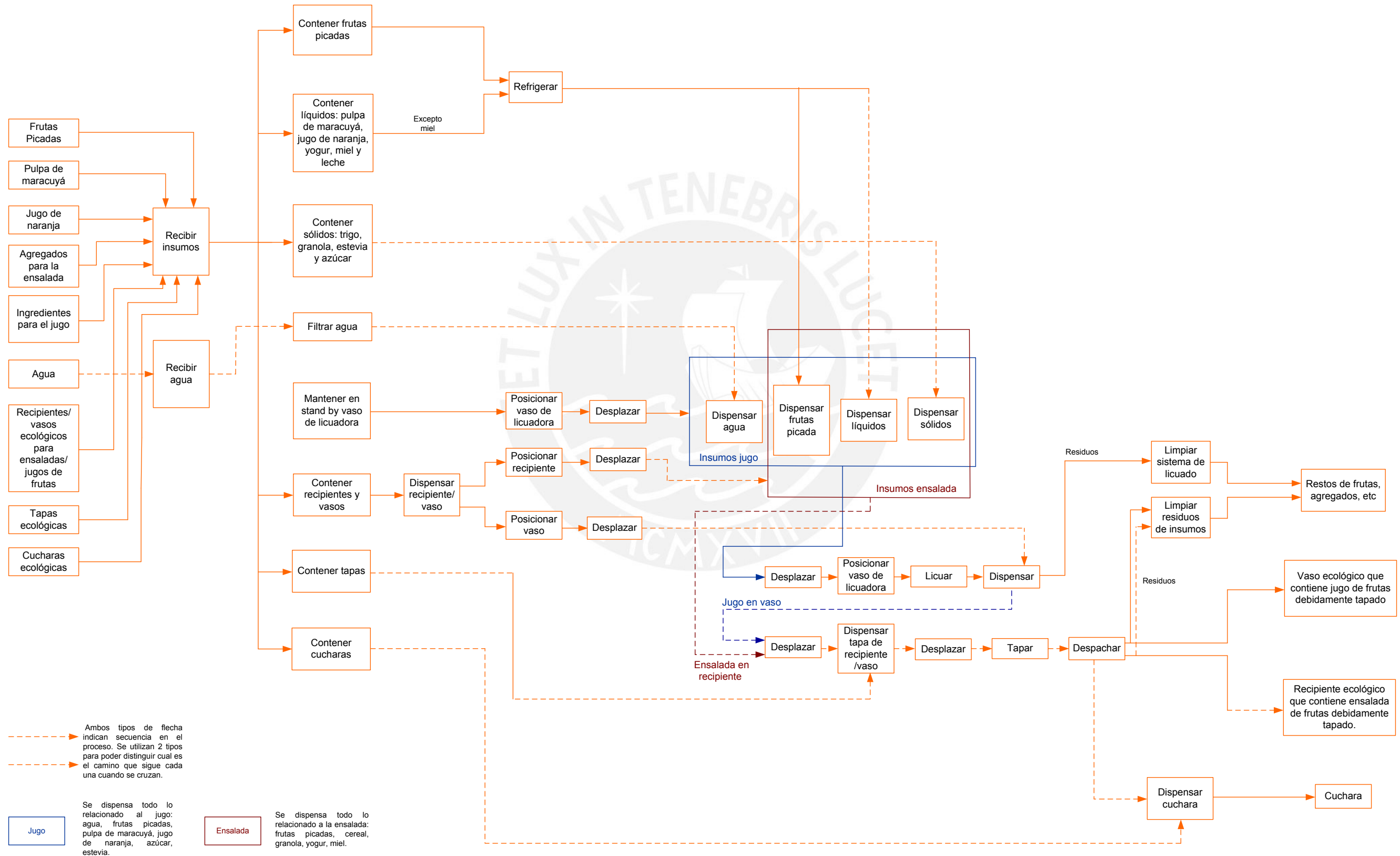
- La cantidad de insumos disponibles.
  - El dispensado de un recipiente, vaso o tapa.
  - La posición del recipiente, vaso de licuadora y vaso a lo largo del proceso.
  - El correcto tapado del recipiente y vaso.
  - La posición del recipiente y vaso en la zona de despacho.
- 15) La máquina envía mensajes a la central de máquinas vending cada vez que ocurre un imprevisto, como por ejemplo: un atascamiento en el proceso, si la temperatura salió del rango adecuado o si se acabó algún insumo antes de lo esperado.

### **5.3. FUNCIONES DE CADA SUBSISTEMA**

La descripción del proceso técnico mostrada en el acápite anterior tiene palabras subrayadas, las cuales representan las funciones de la máquina. Como se pudo observar son muchas, por lo que se dividirán en los 3 subsistemas mencionados anteriormente. Las funciones de cada subsistema y del sistema integrado se muestran de manera gráfica en los acápites 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 y 5.3.4, donde las funciones son representadas por rectángulos y la secuencia del proceso es representada por flechas.

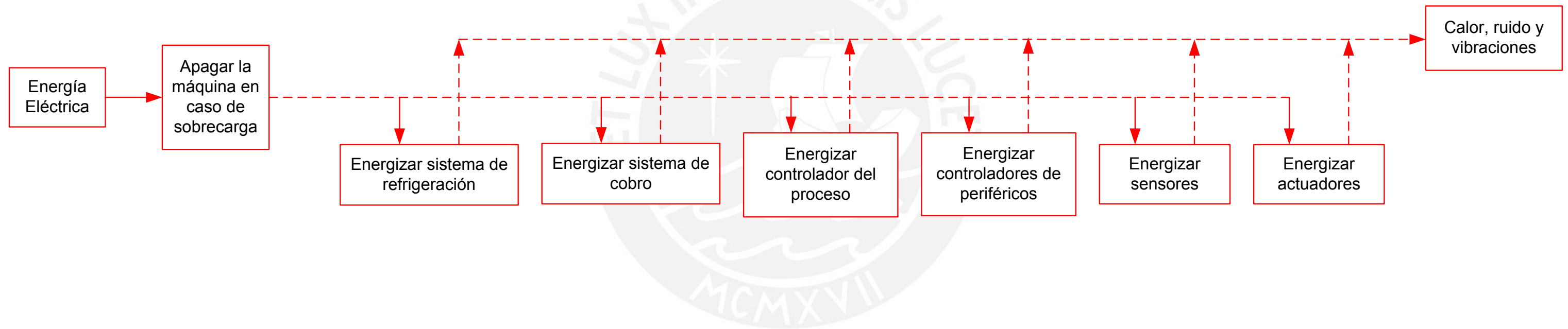
Es importante aclarar que, debido a la gran cantidad de insumos que ingresan a la máquina, se vio por conveniente agrupar los insumos que pueden ser almacenados en contenedores similares en una misma función llamada “Contener”. Por ejemplo, la función “Contener fruta picada” no se refiere a que todas las frutas estarán en un mismo contenedor, sino a que todas pueden tener contenedores similares. De igual forma con las funciones “dispensar” o “sensar”: por ejemplo, la función “dispensar sólidos” engloba al trigo, granola, estevia y azúcar; esto no significa que esa función dispense los 4 insumos al mismo tiempo, solo se refiere a que la forma de dispensar esos 4 insumos puede ser parecida.

### 5.3.1. DIAGRAMA DE FUNCIONES DEL SUBSISTEMA MECÁNICO Y DE ACTUADORES

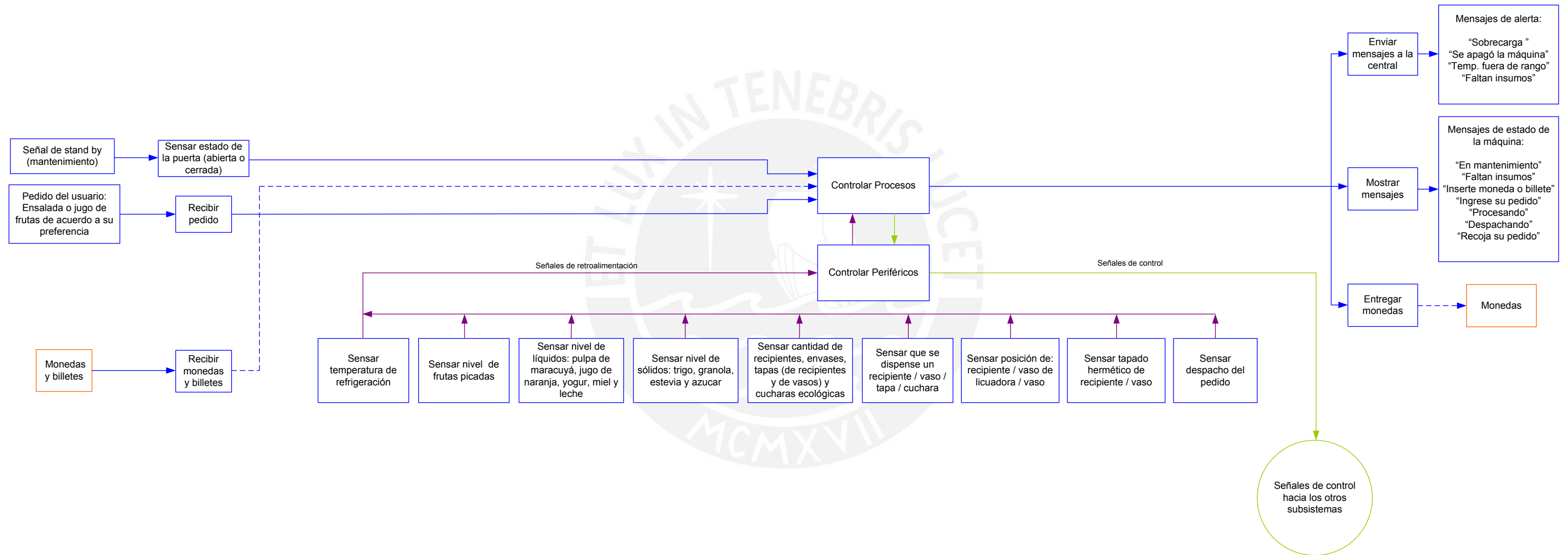




### 5.3.2. DIAGRAMA DE FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA

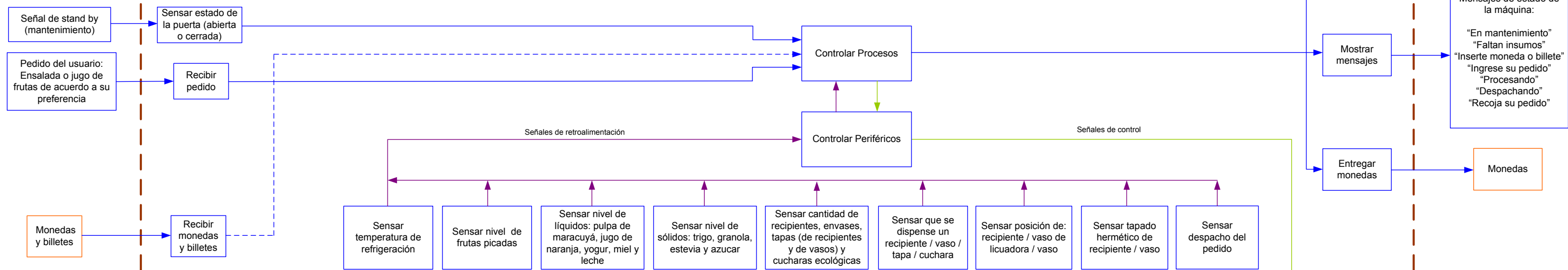


**5.3.3. DIAGRAMA DE FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS Y DE LA INTERFAZ**

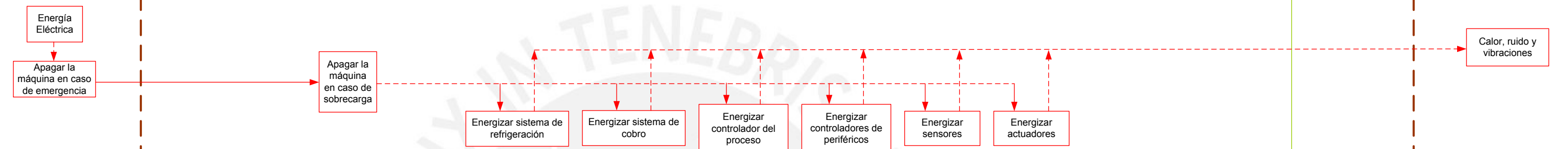


5.3.4. DIAGRAMA DE FUNCIONES INTEGRADO

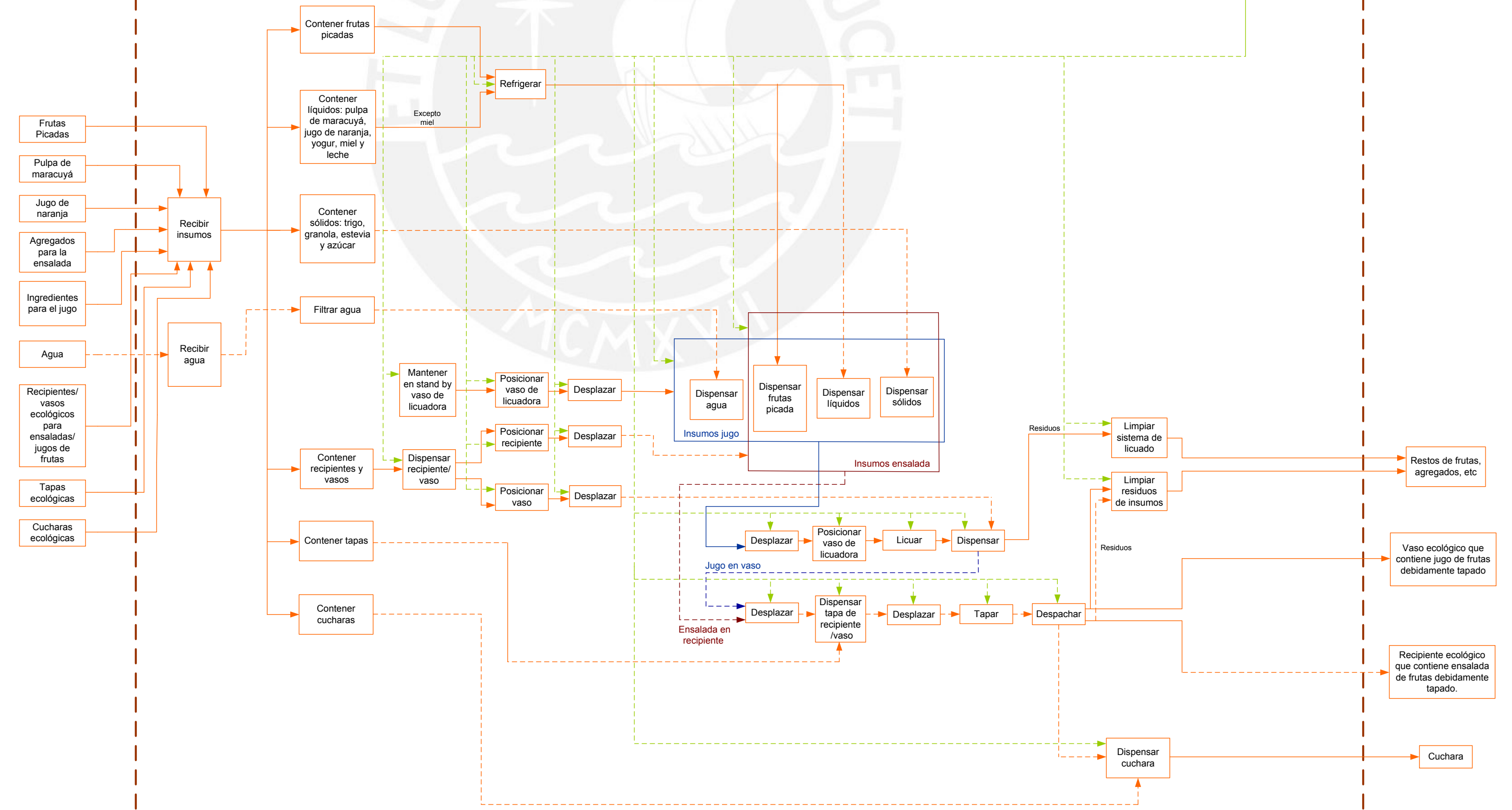
SUBSISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS Y DE LA INTERFAZ



SUBSISTEMA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA



SUBSISTEMA MECÁNICO Y DE ACTUADORES



## CAPÍTULO 6

### SOLUCIÓN CONCEPTUAL

Como se pudo observar en el capítulo anterior, la máquina vending tiene que realizar muchas funciones en cada uno de sus subsistemas. Por ello, para encontrar distintos conceptos, es necesario encontrar varias soluciones a cada una de las funciones y combinarlas entre ellas, como se muestra en la figura 6.1.

En este capítulo se muestran 3 conceptos de solución para cada subsistema, así como la evaluación técnica para obtener el mejor de estos. Finalmente, se integran los mejores conceptos de cada subsistema para obtener la solución conceptual de la máquina vending.

Cabe resaltar que en el subsistema mecánico y de actuadores no se están considerando como solución los actuadores hidráulicos, pues las funciones que debe realizar la máquina no requieren de mucha fuerza. Tampoco se están considerando actuadores neumáticos, pues no se necesitan altas velocidades y el ruido provocado por estos puede resultar incómodo para el usuario.

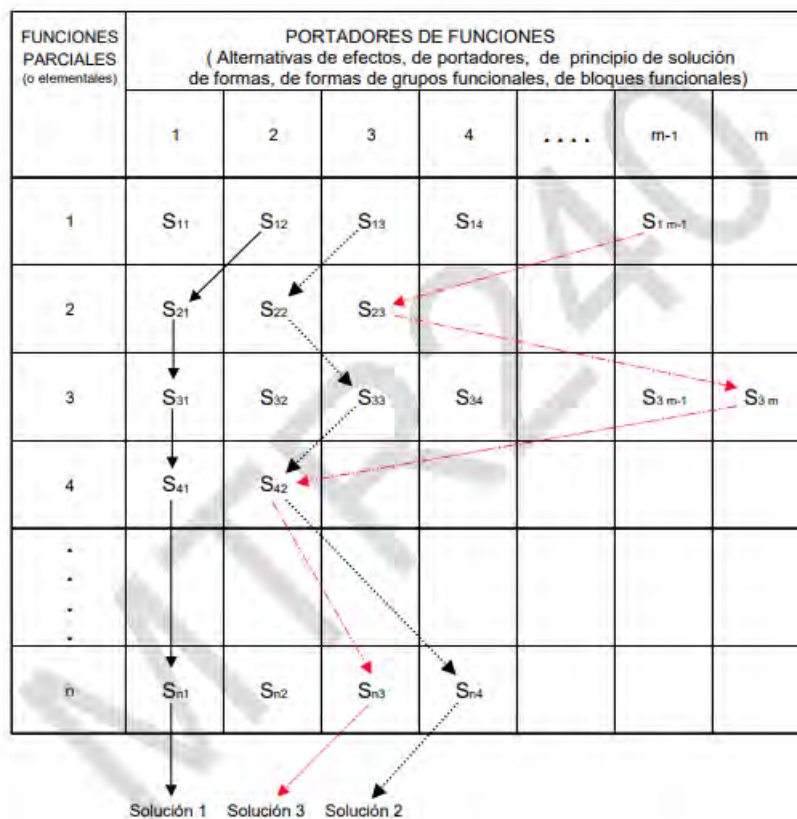


Figura 6.1. Ejemplo de una matriz de soluciones (Zwicky, 1971)

6.1. SOLUCIONES DEL SUBSISTEMA MECÁNICO Y DE ACTUADORES

Tabla 6.1. Matriz de soluciones del subsistema mecánico y de actuadores




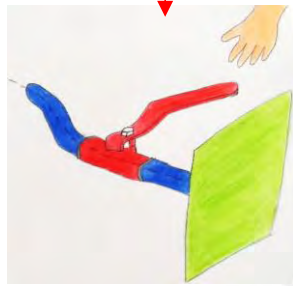
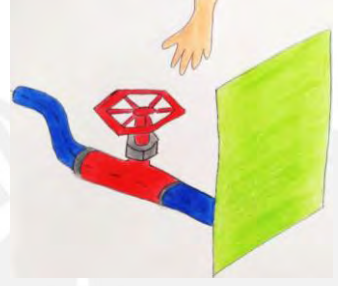

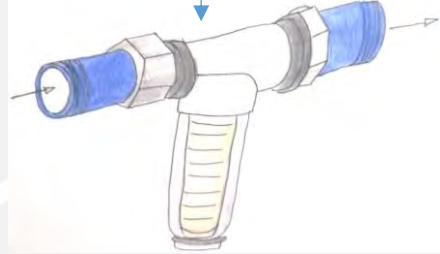

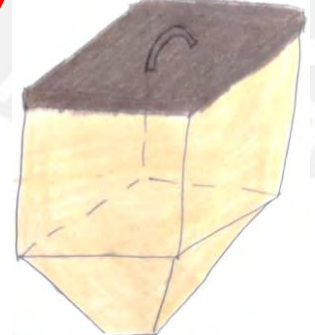


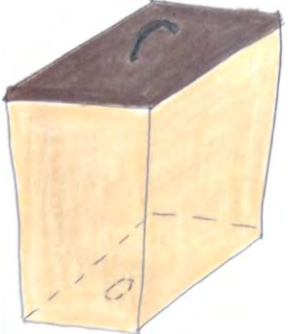
FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES			
	1	2	3	4
Recibir insumos	 <p>A través de puerta frontal</p>	 <p>A través de compuerta frontal pequeña</p>	 <p>A través de una tolva</p>	
Recibir agua	 <p>A través de válvula ON-OFF</p>	 <p>A través de válvula regulable</p>		
Filtrar agua	 <p>Filtro con ozono</p>	 <p>Filtro convencional</p>		
Contener frutas picadas y pulpa de maracuyá	 <p>Contenedor cilíndrico con tapa superior</p>	 <p>Contenedor prismático con tapa superior</p>		
Contener líquidos: jugo de naranja, yogur, miel y leche	 <p>Contenedor cilíndrico con tapa superior</p>	 <p>Contenedor cilíndrico con embudo superior</p>	 <p>Contenedor prismático con tapa superior</p>	

Tabla 6.2. Matriz de soluciones del subsistema mecánico y de actuadores

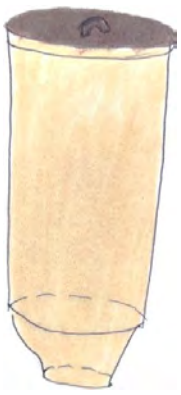
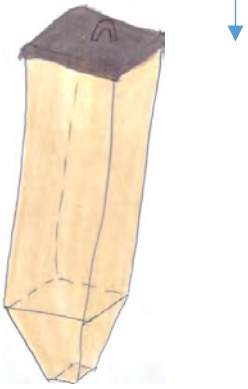





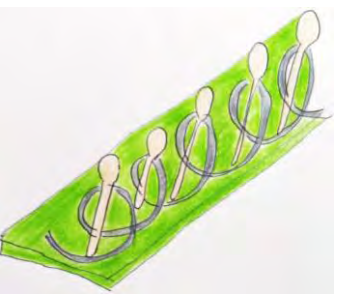

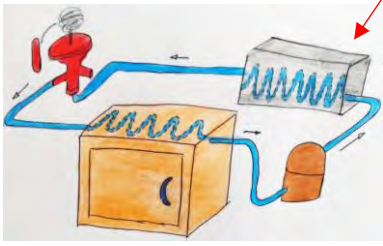
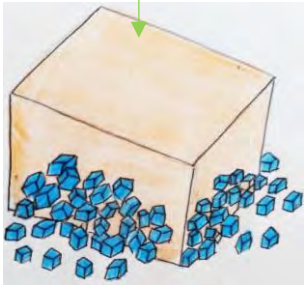
FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES			
	1	2	3	4
Contener sólidos: trigo, granola, estevia y azúcar	 <p>Contenedor cilíndrico con tapa superior</p>	 <p>Contenedor prismático con tapa superior</p>		
Contener recipientes y vasos	 <p>Contenedor cilíndrico con soporte lateral</p>	 <p>Contenedor cilíndrico de varias columnas</p>		
Contener tapas	 <p>Contenedor cilíndrico con soporte lateral</p>	 <p>Rampa helicoidal</p>	 <p>Rampa recta</p>	
Contener cucharas	 <p>Helicoide horizontal</p>	 <p>Contenedor rectangular de una columna</p>		
Refrigerar: frutas picadas, pulpa de maracuyá, jugo de naranja, yogur y leche	 <p>Refrigeración por compresión</p>	 <p>Refrigeración con cubitos de hielo</p>		



Tabla 6.3. Matriz de soluciones del subsistema mecánico y de actuadores

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES			
	1	2	3	4
Mantener en stand by vaso de licuadora	 <p>Mesa fija</p>	 <p>Plataforma de elevación</p>		
Dispensar recipiente/vaso	 <p>Por gravedad a través de botón accionado por servomotor</p>	 <p>Por gravedad a través de botón accionado por mecanismo de traslación</p>	 <p>Por guías helicoidales rotativas</p>	 <p>Plataforma de succión con actuador lineal</p>
Posicionar recipiente/vaso	 <p>Por gravedad (forma)</p>	 <p>Brazo robótico</p>	 <p>Actuador lineal</p>	
Posicionar vaso de licuadora	 <p>Brazo robótico</p>	 <p>Plataforma de elevación accionada por mecanismo de traslación</p>	 <p>Plataforma de elevación accionada por actuador lineal</p>	
Desplazar	 <p>Faja accionada por motor DC</p>	 <p>Carriles guías con plataforma al centro accionado por motor DC</p>	 <p>Carriles guías accionado por motor DC con 2 actuadores lineales a los costados</p>	 <p>Ejes guías con rodamientos accionados por motor DC</p>

Tabla 6.4. Matriz de soluciones del subsistema mecánico y de actuadores

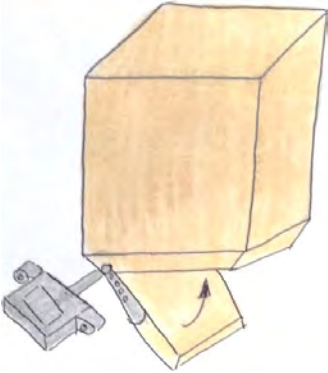
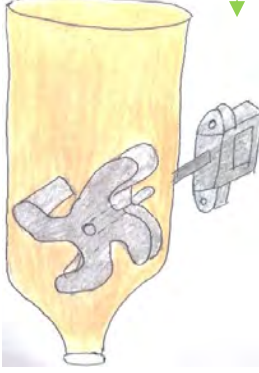
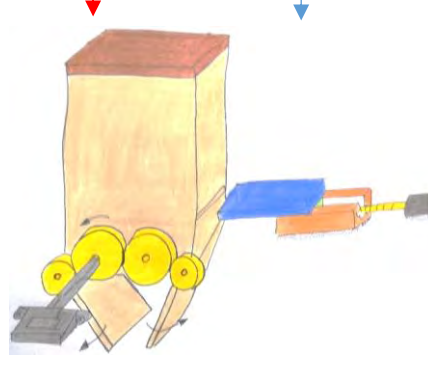
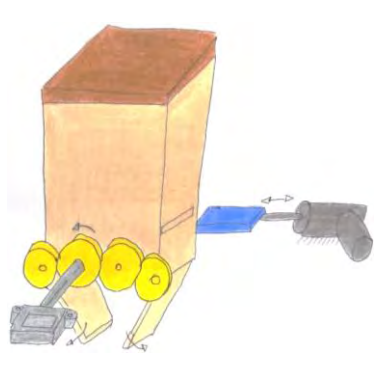
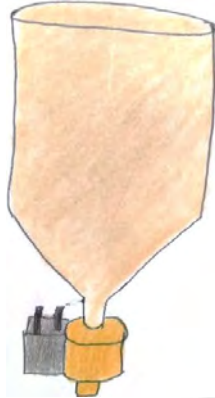
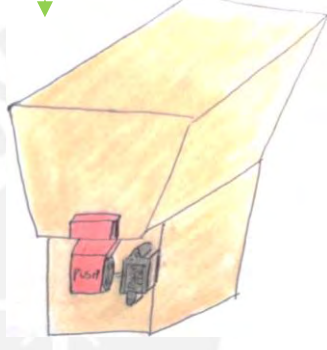
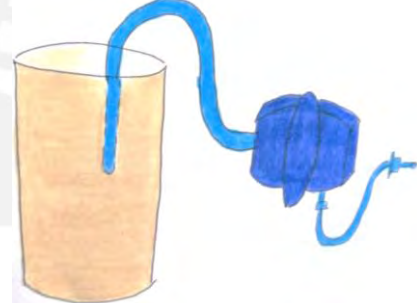


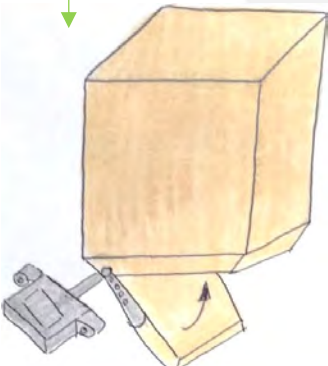
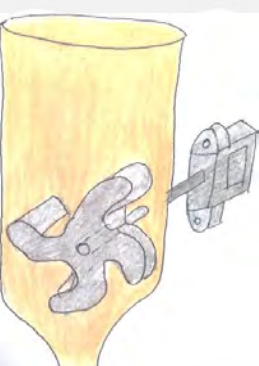
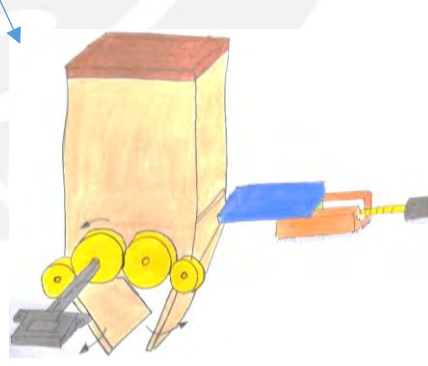
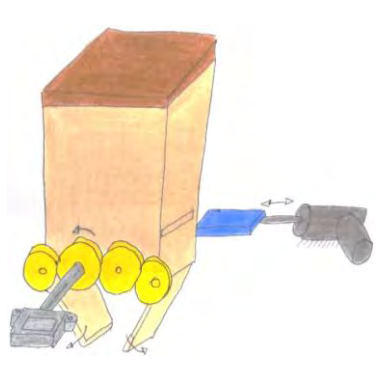


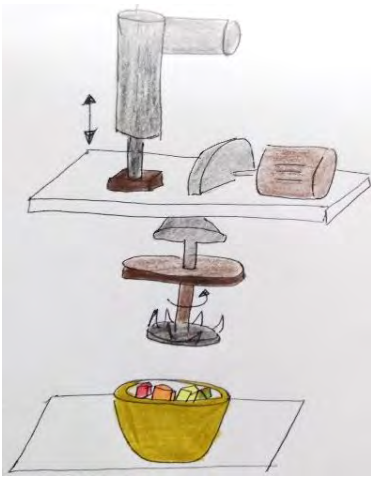
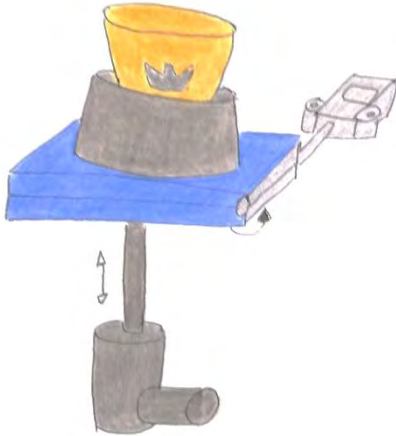
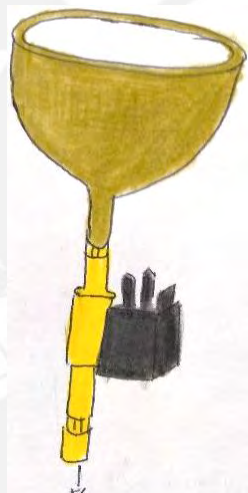
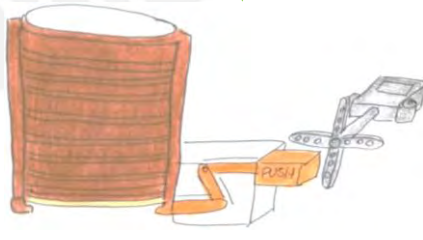
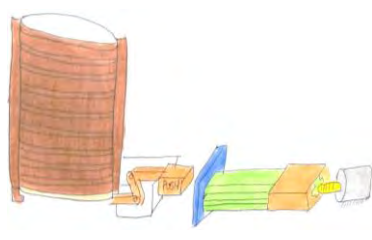
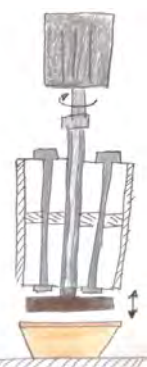
FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES			
	1	2	3	4
Dispensar frutas picadas/pulpa de maracuyá	 <p>Compuerta inferior pivotada accionada por servomotor</p>	 <p>Aspa giratoria accionada por servomotor</p>	 <p>Mecanismo dosificador accionado por mecanismo de traslación y compuerta inferior accionada por servomotor</p>	 <p>Mecanismo dosificador accionado por actuador lineal y compuerta inferior accionada por servomotor</p>
Dispensar líquidos	 <p>Electroválvula</p>	 <p>Mecanismo accionado por servomotor</p>	 <p>Sistema de succión</p>	
Dispensar agua	 <p>Electroválvula</p>	 <p>Válvula motorizada</p>		
Dispensar sólidos	 <p>Compuerta inferior pivotada accionada por servomotor</p>	 <p>Aspa giratoria accionada por servomotor</p>	 <p>Mecanismo dosificador accionado por mecanismo de traslación y compuerta inferior accionada por servomotor</p>	 <p>Mecanismo dosificador accionado por actuador lineal y compuerta inferior accionada por servomotor</p>
Posicionar vaso de licuadora	 <p>Por gravedad (forma)</p>	 <p>Brazo robótico</p>		



Tabla 6.5. Matriz de soluciones del subsistema mecánico y de actuadores

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES			
	1	2	3	4
Licuar	 <p>Tapa con cuchilla accionada por motor AC, posicionada en una plataforma de elevación que es accionada por mecanismo de traslación con motor DC</p>	 <p>Tapa con cuchilla accionada por motor AC, posicionada en una plataforma de elevación que es accionada por actuador lineal</p>	 <p>Cuchilla accionada por motor AC y tapa de licuadora ubicada en plataforma de elevación que es accionada por mecanismo de traslación con motor DC</p>	 <p>Brazo robótico pone tapa a vaso de licuadora, y base de licuadora fija en una mesa</p>
Dispensar jugo licuado	 <p>Plataforma de altura regulable accionada por actuador lineal y con base pivoteada que es accionada por servomotor</p>	 <p>Plataforma de altura regulable accionada por mecanismo de traslación con motor DC y con base pivoteada que es accionada por servomotor</p>	 <p>Electroválvula</p>	 <p>Brazo robótico</p>
Dispensar tapa de recipiente/ vaso	 <p>Rampa y mecanismo de resortes</p>	 <p>Guías helicoidales rotativas</p>	 <p>Por gravedad a través de un botón que es accionado por un servomotor</p>	 <p>Por gravedad a través de un botón que es accionado por mecanismo de traslación</p>
Tapar	 <p>Desplazamiento vertical de plataforma accionada por un mecanismo de traslación con motor DC</p>	 <p>Desplazamiento vertical de plataforma accionada por un actuador lineal</p>		

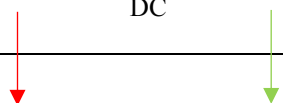
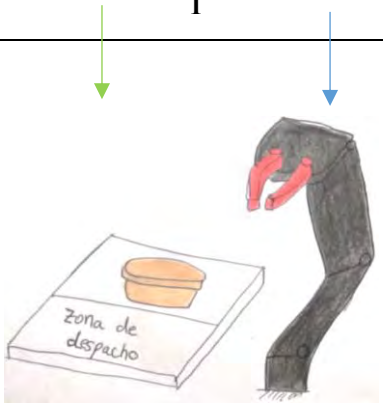
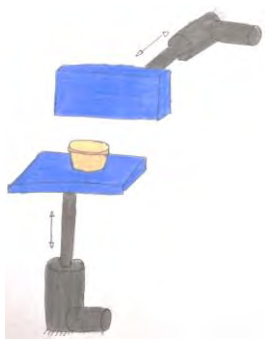

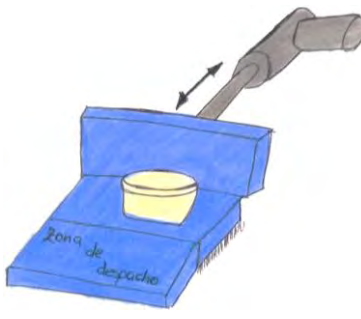
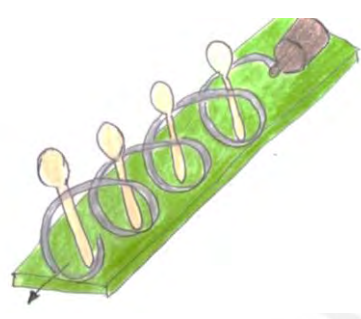

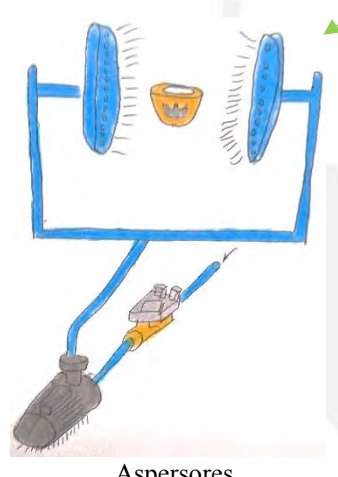
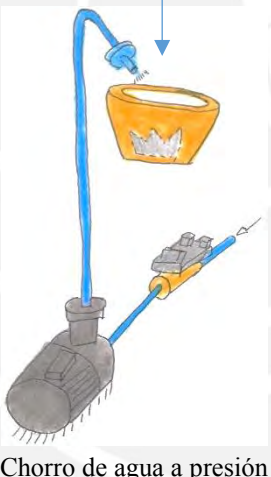

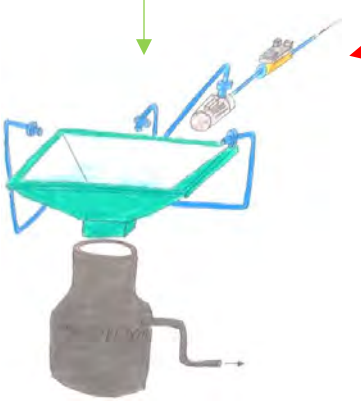
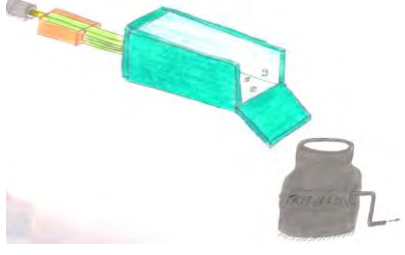


Tabla 6.6. Matriz de soluciones del subsistema mecánico y de actuadores

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES			
	1	2	3	4
Despachar	 <p>Brazo robótico</p>	 <p>Elevación y empuje de recipiente/vaso con 2 actuadores lineales</p>	 <p>Elevación y empuje de recipiente/vaso con 2 mecanismos de traslación con motores DC</p>	 <p>Empujar recipiente/vaso con actuador lineal</p>
Dispensar cuchara	 <p>Dispensador automático través de una helicoide rotativa accionada por motor DC</p>	 <p>Dispensador manual de cucharas SIMPULL</p>		
Limpiar sistema de licuado	 <p>Aspersores</p>	 <p>Chorro de agua a presión</p>	 <p>Echar agua y licuar</p>	
Limpiar residuos de insumos	 <p>Chorros de agua a presión en tolva que dirige los residuos a un triturador</p>	 <p>Mecanismo de traslación que empuja los residuos hacia triturador</p>	 <p>Actuador lineal que empuja los residuos hacia triturador</p>	

Solución 1

Solución 2

Solución 3

A continuación, se describen cada una de estas soluciones.

### 6.1.1. Concepto de solución 1

- El operario debe abrir una compuerta frontal pequeña para poder llenar los contenedores de insumos, y debe accionar una válvula ON-OFF para permitir el ingreso de agua. La máquina filtrará el agua que ingrese a través de un filtro con ozono.
- Los recipientes, vasos y tapas serán almacenados en contenedores cilíndricos, ya que la forma de estos productos descartables es circular. Las frutas picadas y la pulpa de maracuyá serán almacenadas también en contenedores cilíndricos. Sin embargo, los líquidos y sólidos se almacenarán en contenedores prismáticos. Se utilizan cubos de hielo para refrigerar.
- Para dispensar un recipiente o vaso se presiona un botón, el cual es accionado por un servomotor. Luego, un brazo robótico los posiciona debajo de los contenedores de frutas. Un aspa giratoria, la cual es accionada por un servomotor, dosifica la cantidad de fruta a dispensar. Se utiliza un mecanismo accionado por un servomotor para dispensar los líquidos, y para los sólidos, una compuerta inferior pivotada, la cual es accionada por un servomotor.
- En el caso de que el usuario haya elegido jugo de frutas, un brazo robótico posiciona el vaso de licuadora, el cual contiene fruta picada e ingredientes, sobre un motor y coloca la tapa de licuadora. El vaso de licuadora tiene una electroválvula en su parte inferior, la cual permitirá que, una vez licuado, el jugo se dispense por esa vía. Mientras se licúa el jugo, se dispensa un vaso y el brazo robótico lo posiciona debajo de la salida de la electroválvula. Al terminar de licuar, se abre la electroválvula y se dispensa el jugo en el vaso.
- Para dispensar una tapa, al igual que con los recipientes y vasos, se usa un dispensado por gravedad con botón y servomotor. Finalmente, se usa un mecanismo de tornillo de traslación con una placa unida al final de este para aplastar la tapa contra el recipiente o vaso y lograr un tapado hermético. Cuando el producto está listo, el brazo robótico lo lleva hacia la zona de despacho, donde lo dejará al alcance del usuario.
- Se usará un sistema de aspersores para limpiar el sistema de licuado, los cuales rociarán agua dentro del vaso de licuadora. En cambio, se utilizarán chorros de agua a presión para limpiar las tolvas. Estos se activarán automáticamente cada cierto tiempo, por lo que los residuos en las tolvas caerán a un triturador, el cual se conecta directamente al drenaje.

A continuación, se muestra el esquema de este concepto de solución.

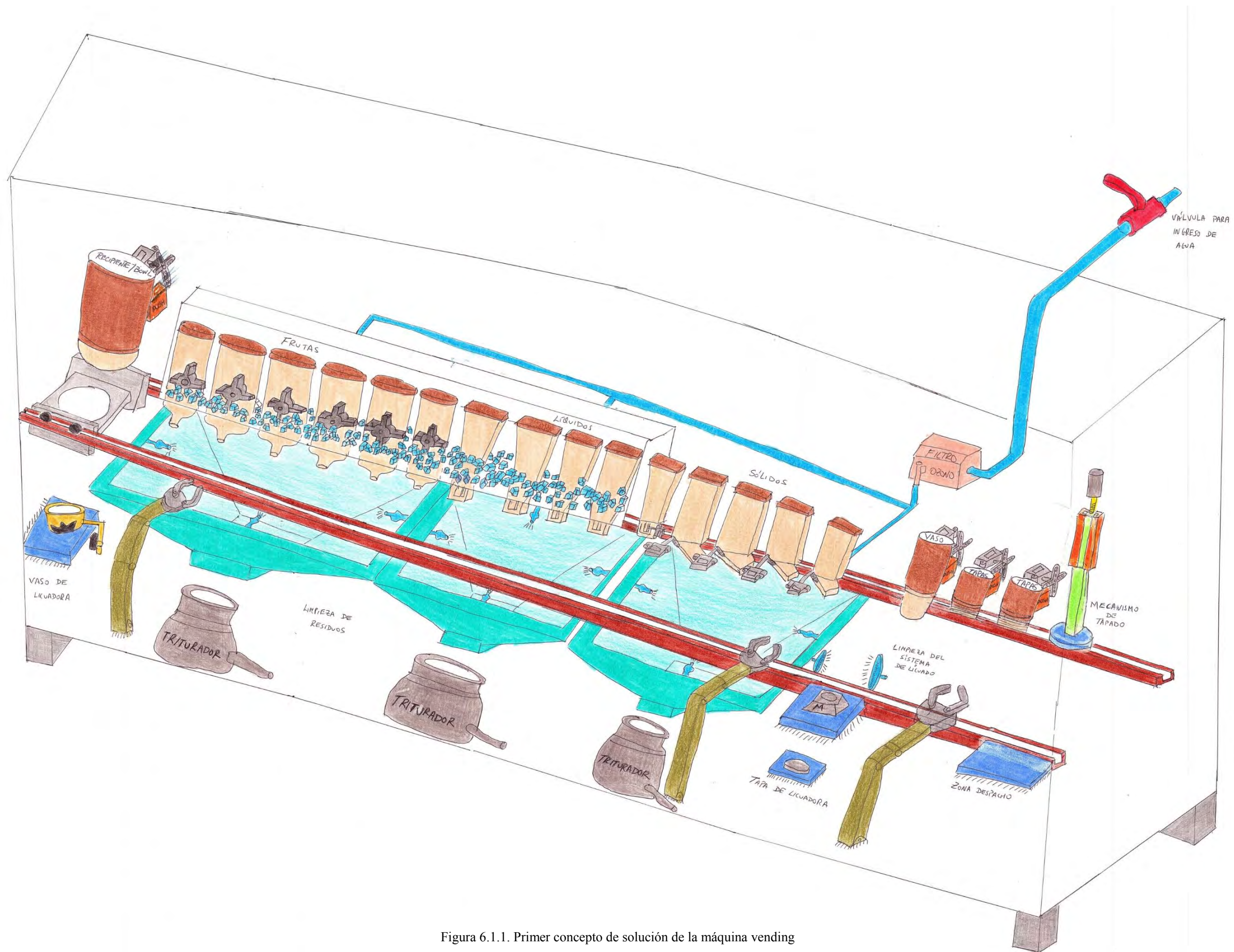


Figura 6.1.1. Primer concepto de solución de la máquina vending

### 6.1.2. Concepto de solución 2

- El operario debe abrir una puerta frontal para poder llenar los contenedores de insumos, y debe accionar una válvula ON-OFF para permitir el ingreso de agua. La máquina filtrará el agua que ingrese a través de un filtro convencional sin ozono.
- Se utilizan contenedores prismáticos para almacenar las frutas y sólidos, y cilíndricos para los líquidos, recipientes, vasos y tapas. Además, se utiliza refrigeración por compresión.
- Para dispensar un recipiente o vaso se usan guías helicoidales rotativas, las cuales dispensarán uno a la vez. Luego, 2 actuadores lineales posicionan el recipiente debajo de los contenedores. Para dispensar las frutas picadas se utiliza un mecanismo dosificador, el cual consiste en una cuchilla rectangular que encajará en el contenedor prismático. Se usa una electroválvula para dispensar los líquidos, y para dispensar los sólidos se usa un aspa dosificadora accionada por un servomotor.
- En el caso de que el usuario haya elegido jugo, los actuadores lineales posicionan el vaso de licuadora sobre un motor y se tapa. Mientras se licúa el jugo, los actuadores se posicionan debajo del contenedor de vasos y se dispensa uno. Estos actuadores desplazan el vaso cerca de la zona de licuado y, al terminar de licuar, la plataforma sobre donde está la licuadora se inclina para dispensar el jugo al vaso.
- Para dispensar la tapa del recipiente o vaso, se usa también guías helicoidales de tal manera que se dispense una tapa a la vez. Finalmente, se usa un mecanismo de tornillo de traslación para aplastar la tapa contra el recipiente o vaso y lograr un tapado hermético. Cuando el producto esté listo para ser despachado, se activará una plataforma de elevación, la cual llevará al producto a una altura de recojo ergonómica, y con otro mecanismo de traslación se empujará el producto a la zona de recojo.
- Para limpiar el sistema de licuado se echa agua dentro del vaso de la licuadora, se tapa y se licúa. Luego, el efluente es vaciado a las tolvas, las cuales se limpiarán utilizando chorros de agua a presión. Estos se activarán automáticamente cada cierto tiempo, por lo que los residuos en las tolvas caerán a un triturador, el cual se conecta directamente al drenaje.

A continuación, se muestra el esquema de este concepto de solución.

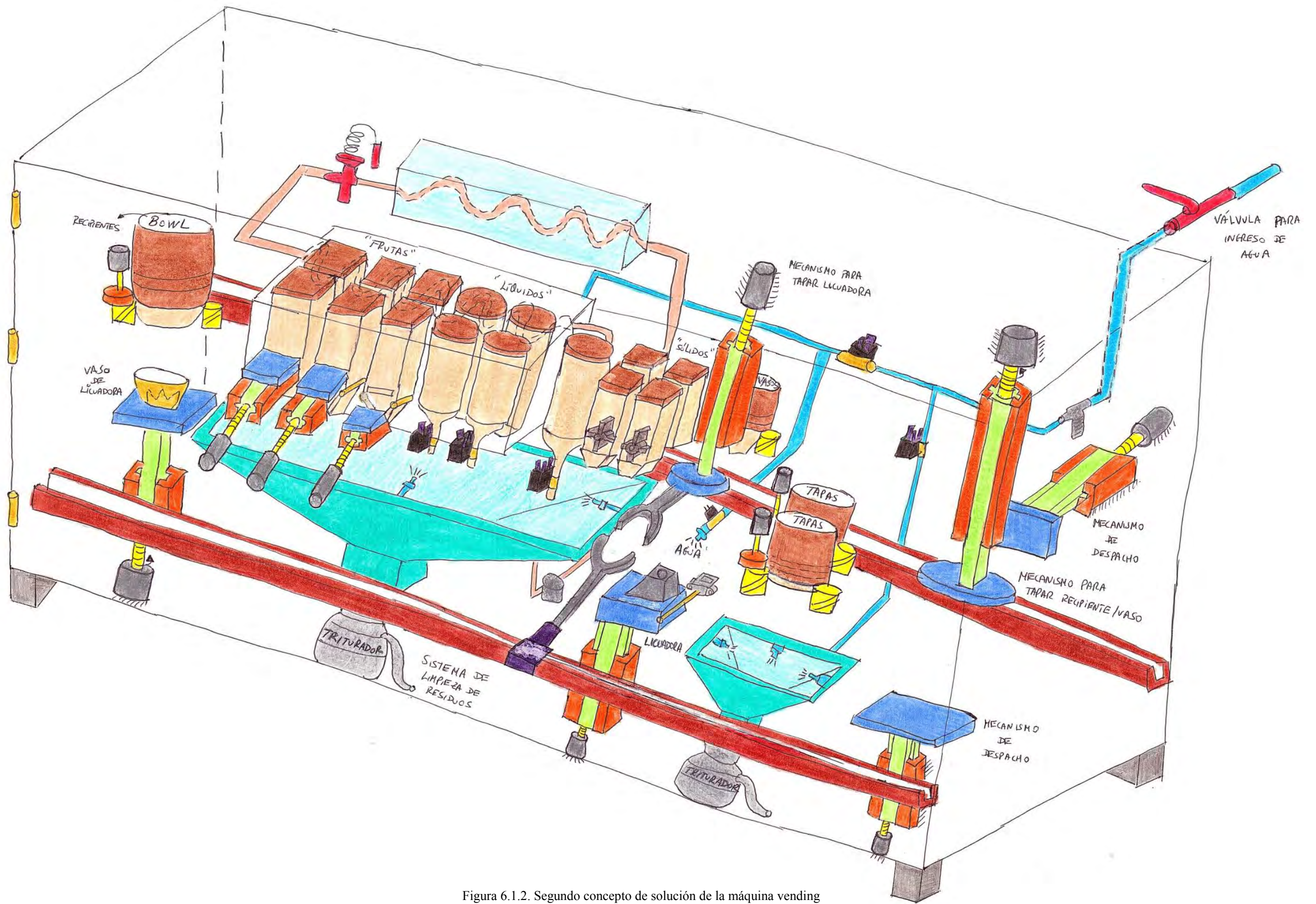


Figura 6.1.2. Segundo concepto de solución de la máquina vending

### 6.1.3. Concepto de solución 3

- El operario llenará los contenedores a través de una tolva, la cual está ubicada en la parte superior de la máquina. Además, permite el ingreso de agua mediante una válvula regulable, la cual se encuentra fuera de la máquina junto a la cañería. El agua será filtrada por un filtro convencional sin ozono.
- Para almacenar los insumos de la máquina (frutas picadas, líquidos y agregados), se usarán contenedores prismáticos. Además, se utiliza refrigeración por compresión.
- Para dispensar un recipiente o vaso, se utiliza una plataforma de succión con actuador lineal. Una vez dispensado el recipiente o vaso, se posiciona debajo de los contenedores mediante un brazo robótico. El dispensado tanto de la fruta como de los sólidos se hace mediante un mecanismo dosificador accionado por un mecanismo de traslación. El dispensado de los líquidos se hace mediante un sistema de succión.
- En el caso de que el usuario haya elegido jugo, un brazo robótico posicionará el vaso de licuadora sobre una base. El vaso será tapado con una tapa con cuchilla, la cual es accionada por un motor AC. La tapa baja gracias a que está sostenida en una plataforma de elevación accionada por un actuador lineal. Mientras se licúa, se dispensa un vaso y el brazo robótico lo lleva cerca de la zona de licuado. Una vez terminado el proceso de licuado, el brazo robótico se encarga de dispensar el jugo al vaso.
- Para dispensar una tapa, se usa un mecanismo de rampa y resortes mecánicos, de tal manera que cuando el recipiente o vaso pasa por debajo de una tapa, los resortes ceden y se dispensa una de ellas. El recipiente o vaso con la tapa puesta es llevado a la zona de tapado, donde un mecanismo de desplazamiento vertical accionado por un actuador lineal cerrará herméticamente el producto. Cuando el producto esté tapado, el brazo robótico lo llevará a la zona de despacho, donde lo pondrá al alcance del usuario.
- Para limpiar el sistema de licuado, se echarán chorros de agua a presión sobre el vaso de licuadora. El efluente será depositado en una zona de desperdicios, la cual será limpiada utilizando un actuador lineal, el cual empujará los residuos hacia un triturador.

A continuación, se muestra el esquema de este concepto de solución.

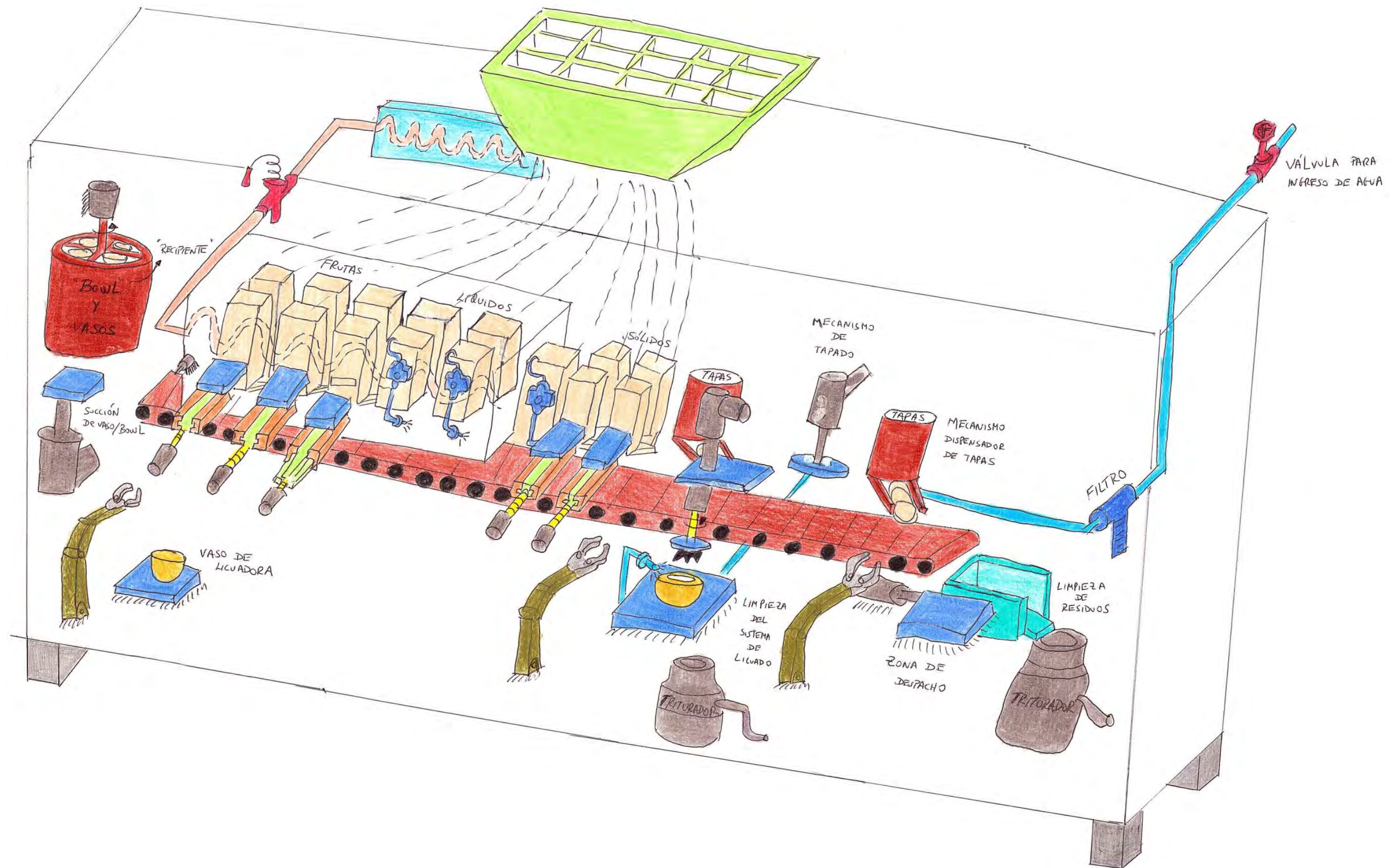


Figura 6.1.3. Tercer concepto de solución de la máquina vending



## 6.2. SOLUCIONES DEL SUBSISTEMA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Tabla 6.7. Matriz de soluciones del subsistema de electrónica de potencia






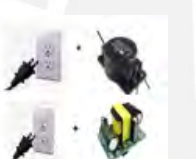










FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES		
	1	2	3
Apagar máquina en caso de sobrecarga	 Breaker Termomagnético	 Relé	
Energizar sistema de refrigeración	 Toma monofásica y transformador (AC-AC o AC/DC)	 Baterías de lipo	 Baterías de litio
Energizar sistema de cobro	 Toma monofásica y transformador (AC-AC o AC/DC)	 Baterías de lipo	 Baterías de litio
Energizar controlador del proceso	 Cargador con USB	 Batería con USB	
Energizar controladores de periféricos	 Cargador con conector circular	 Batería con conector circular	 Alimentación a partir del controlador principal vía USB
Energizar sensores	 Toma monofásica y transformador AC/DC	 Baterías de lipo	 Baterías de litio

Tabla 6.8. Matriz de soluciones del subsistema de electrónica de potencia

FUNCIONES PARCIALES	PORTADORES DE FUNCIONES PARCIALES		
	1	2	3
Energizar actuadores	 <p>Toma monofásica y transformador AC/DC</p>	 <p>Baterías de lipo</p>	 <p>Baterías de litio</p>
	↓ Solución 1	↓ Solución 3	↓ Solución 2

### 6.2.1. Concepto de solución 1

- Se utiliza un diferencial (también llamado breaker) para evitar cualquier incidente debido a sobrecargas.
- Para energizar los diferentes dispositivos, se usa toma monofásica y diferentes transformadores (dependiendo si los dispositivos requieren corriente AC o DC).

### 6.2.2. Concepto de solución 2

- Se utiliza un breaker para evitar cualquier incidente debido a sobrecargas.
- Para energizar el sistema de refrigeración, el sistema de cobro, los sensores y los actuadores, se utilizarán baterías de litio. El controlador se energizará a partir de una batería con USB y los controladores de periféricos se energizarán a partir del controlador principal vía USB.

### 6.2.3. Concepto de solución 3

- Se utiliza un relé para evitar cualquier incidente debido a sobrecargas.
- Para energizar el sistema de refrigeración, el sistema de cobro, los sensores y los actuadores, se utiliza baterías de lipo.
- Para energizar el controlador del proceso se utiliza una batería con USB. Finalmente, para energizar los controladores de periféricos se utiliza una batería con conector circular.

### 6.3. SOLUCIONES DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS Y DE LA INTERFAZ










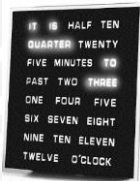
Tabla 6.9. Matriz de soluciones del subsistema de control de procesos y de la interfaz

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIONES DE LAS FUNCIONES PARCIALES		
	1	2	3
Detectar si la puerta de la máquina está abierta o cerrada	 Sensor magnético	 Sensor de proximidad capacitivo	
Recibir pedido	 Interfaz con botones	 Interfaz táctil	 Interfaz con identificador de voz
Controlar procesos	 Sistema Embebido	 Microprocesador	
Controlar periféricos	 Microcontrolador	 M-DUINO	 PLC
Recibir monedas y billetes / Dar vuelto	 Monedero y billetero de la electrónico	 Separador de monedas casero	
Sensar temperatura de refrigeración	 Sensor de temperatura	 Sensor de temperatura y humedad	 Termostato

Tabla 6.10. Matriz de soluciones del subsistema de control de procesos y de la interfaz

FUNCIONES PARCIALES	PORTADORES DE FUNCIONES		
	1	2	3
Sensar nivel de frutas picadas/pulpa de maracuyá	 Sensor de distancia ultrasónico	 Sensor de distancia láser	 Sensor de distancia infrarrojo
Sensar nivel de líquidos: jugo de naranja, yogur, miel y leche	 Sensor de distancia ultrasónico	 Sensor de distancia láser	 Sensor de distancia infrarrojo
Sensar nivel de sólidos: trigo, granola, estevia y azúcar	 Sensor de distancia ultrasónico	 Sensor de distancia láser	 Sensor de distancia infrarrojo
Sensar cantidad de recipientes, envases, tapas y cucharas	 Sensor de distancia ultrasónico	 Sensor de distancia láser	 Sensor de distancia infrarrojo
Sensar que se dispense un recipiente/vaso/ tapa/cuchara	 Sensor de proximidad capacitivo	 Sensor de proximidad inductivo	 Sensor de proximidad fotoeléctrico
Sensar posición de recipiente/vaso	 Sensor de distancia ultrasónico	 Sensor de distancia láser	 Sensor de distancia infrarrojo

Tabla 6.11. Matriz de soluciones del subsistema de control de procesos y de la interfaz

FUNCIONES PARCIALES	PORTADORES DE FUNCIONES		
	1	2	3
Sensar que se dispense una tapa	 <p>Sensor de proximidad capacitivo</p>	 <p>Sensor de proximidad inductivo</p>	 <p>Sensor de proximidad fotoeléctrico</p>
Sensar tapado hermético de recipiente/vaso	 <p>Sensor de proximidad capacitivo</p>	 <p>Sensor de proximidad inductivo</p>	 <p>Sensor de proximidad fotoeléctrico</p>
Sensar despacho del pedido	 <p>Sensor de proximidad fotoeléctrico</p>	 <p>Sensor de proximidad fotoeléctrico réflex</p>	
Mostrar mensajes	 <p>Pantalla LCD</p>	 <p>Luces LED</p>	

↓ **Solución 2**      ↓ **Solución 3**      ↓ **Solución 1**

### **6.3.1. Concepto de solución 1**

- Para detectar si la puerta ha sido abierta o no, se utiliza un sensor de proximidad capacitivo.
- Se utiliza una interfaz con botones para el registro del pedido, así como un separador de monedas casero para recibir el dinero del usuario.
- Se utiliza un microprocesador para controlar los procesos y microcontroladores para controlar los periféricos.
- Para medir la temperatura de refrigeración se usa un termostato que pueda medir temperaturas en un rango de 2 a 5°C.
- Para determinar el nivel de los insumos, así como para determinar las posiciones de los recipientes o vasos durante las distintas etapas del proceso, se utilizan sensores de distancia ultrasónicos. Por otro lado, para verificar que un recipiente, vaso o tapa haya sido correctamente dispensado, así como para verificar que el recipiente o vaso haya sido correctamente tapado, se utilizan sensores de proximidad inductivos.
- Para determinar si el producto se encuentra en la zona de despacho, se usa un sensor de proximidad fotoeléctrico.
- Finalmente, para mostrar los mensajes de estado de la máquina, este concepto de solución propone luces LED, las cuales iluminarán mensajes predeterminados según lo que se requiera informar al usuario.

### **6.3.2. Concepto de solución 2**

- Para detectar si la puerta ha sido abierta o no, se utiliza un sensor magnético.
- Se utiliza una interfaz táctil para el registro del pedido, así como un monedero y billetero electrónico, por la confiabilidad de sus sistemas antirrobo.
- Se utilizará un microprocesador que será el cerebro de todo el sistema y los M-Duino serán los controladores de periféricos.
- Para medir la temperatura de refrigeración se está utilizando un sensor.

- Para determinar la cantidad de insumos disponibles y las posiciones del recipiente y vaso de licuadora a lo largo del proceso, se utiliza un sensor de distancia láser. Este sensor trabaja con bastante precisión sin importar el material en el cual la luz se reflejará. Además, para verificar que un recipiente, vaso o tapa ha sido dispensado, se utiliza un sensor capacitivo, ya que este sensor puede detectar materiales transparentes. Por otro lado, para verificar el correcto tapado, se utilizará el sensor de proximidad fotoeléctrico, el cual tiene un rango ajustable para poder detectar con más precisión si la tapa está bien colocada o no.
- Para el despacho del producto, también se utiliza un sensor fotoeléctrico ya que como es de proximidad, basta con saber si el producto se encuentra en la zona de despacho o no.
- Finalmente, para mostrar los mensajes de estado de la máquina, se eligió una pantalla LCD, las cuales son más sencillas de entender por el usuario que las de iluminación por LED's.

### **6.3.3. Concepto de solución 3**

- Para detectar si la puerta ha sido abierta o no, se utiliza un sensor de proximidad capacitivo.
- Se utiliza una interfaz con identificador de voz para recibir el pedido del usuario; y para recibir el dinero, se utilizan monederos y billeteros electrónicos.
- Para controlar los procesos de la máquina se usa un sistema embebido, mientras que el control de periféricos se logra usando un PLC.
- Para medir la temperatura de los contenedores que almacenan insumos refrigerados, se utiliza un sensor de temperatura y humedad que pueda trabajar en un rango de 2° a 5°C.
- Para determinar el nivel de líquidos, sólidos, recipientes, envases, tapas y cucharas, así como las posiciones de los recipientes o vasos durante las distintas etapas del proceso, se utilizan sensores de distancia infrarrojos. Por otro lado, para verificar si se ha dispensado correctamente un recipiente, vaso o tapa, así como para verificar si se ha tapado herméticamente el recipiente o vaso, se utilizan sensores de proximidad fotoeléctricos.
- Para determinar si el producto se encuentra en la zona despacho, se utiliza también un sensor de proximidad fotoeléctrico. Finalmente, para mostrar los mensajes de estado de la máquina, se utiliza una pantalla LCD.

## 6.4. EVALUACIÓN TÉCNICA

Para determinar el mejor concepto de solución en cada subsistema, los conceptos de solución obtenidos se evaluaron a través de criterios técnicos, los cuales se describen a continuación.

- 1. Función principal:** Este criterio evalúa si la solución conceptual encontrada cumple con la función principal de la máquina, la cual es expender una ensalada o jugo de frutas personalizado, o si tiene alguna dificultad para realizar esta tarea.
- 2. Seguridad:** Se evalúa qué riesgos para la seguridad del operario o del usuario puede tener cada solución conceptual, como por ejemplo a qué altura debe estar el operario para llenar los contenedores, si el usuario puede acceder a partes internas de la máquina, entre otros.
- 3. Buen uso de la energía:** Debido a que la solución conceptual presentada debe también tomar en cuenta el aspecto ecológico, se le otorgó mayor puntaje a las soluciones conceptuales que usen la energía más eficientemente. Esto se puede medir a través de la cantidad de actuadores utilizados, la potencia que consumen y de qué tamaño es la zona de refrigeración en cada solución conceptual.
- 4. Rango de temperatura de trabajo:** Para mantener el buen estado de algunos insumos que la máquina almacena (como la fruta picada, la leche o el yogur), es necesario que estos se encuentren entre 2°C y 5°C, por lo que este criterio evalúa la zona de refrigeración de cada solución conceptual, siendo mejor valorada aquella que presente mayor posibilidad de estabilidad de la temperatura de los almacenes refrigerados, así como aquella cuyos componentes puedan trabajar de manera adecuada en ese rango de temperatura.
- 5. Calidad del producto:** El objetivo de las soluciones conceptuales halladas en el trabajo es de ofrecer al usuario una ensalada o jugo de frutas personalizado, garantizando el peso de cada porción de fruta que se ofrece en una ensalada o el volumen en el caso de un jugo. Es por ello que se valoró con más puntaje aquellas soluciones cuyos portadores de funciones puedan garantizar con precisión la cantidad de ensalada o jugo que se dispensa al usuario.
- 6. Facilidad de mantenimiento:** Todas las soluciones conceptuales presentadas requieren un mantenimiento diario, por lo que la facilidad con la que el operario pueda realizar esta labor fue considerada como un criterio de evaluación. En él, se otorgó mayor puntaje a aquellas



soluciones donde el operario pueda acceder a la mayor parte de componentes de la máquina de manera sencilla y rápida, desarmando la cantidad mínima de piezas posible.

**7. Espacios que ocupan los dispositivos en la máquina:** Las dimensiones generales de la máquina dependerán de qué tan grandes son los dispositivos que se usen en ella. Debido a que se desea encontrar una solución que optimice el tamaño de la máquina, se valoró con mayor puntaje a aquellas soluciones que involucren dispositivos de menor tamaño.

**8. Facilidad de montaje:** La facilidad de montaje de la máquina, depende de la cantidad de piezas y componentes que posea. Por ello, se valoraron más aquellas soluciones conceptuales cuyas formas constructivas sean más modulares.

En la tabla 6.12 se muestran los puntajes asignados a cada solución dependiendo del criterio técnico. Se puede observar que el concepto ganador tanto en el subsistema mecánico y de actuadores como en el subsistema de control y procesos de la interfaz es el número 2 (S2), mientras que en el subsistema de electrónica de potencia el concepto ganador es el número 1.

Tabla 6.12. Evaluación técnica de los subsistemas de la máquina vending

No.	Criterios Técnicos	Subsistema mecánico y de actuadores			Subsistema de electrónica de potencia			Subsistema de control de procesos y de la interfaz			Ideal
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
1	Función principal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
2	Seguridad	3	3	2	3	1	2	2	3	3	4
3	Buen uso de la energía	3	2	2	3	1	2	2	2	3	4
4	Rango de temperatura	1	3	3	3	1	2	2	2	3	4
5	Calidad del producto	2	3	3	3	2	3	2	2	3	4
6	Facilidad de mantenimiento	1	3	1	3	1	2	2	2	2	4
7	Espacio que ocupan los dispositivos	1	3	2	2	1	2	3	3	1	4
8	Facilidad de montaje	1	2	1	3	1	2	2	3	1	4
<b>SUMA TOTAL</b>		15	22	17	23	11	18	18	20	19	32

## 6.5. CONCEPTO DE SOLUCIÓN INTEGRADO

Con base en los conceptos de solución ganadores de cada subsistema, en este acápite se describe el concepto de solución integrado de la máquina vending.

- La parte exterior de la máquina cuenta con una interfaz táctil y un sistema de cobro por donde el usuario puede ingresar su pedido y su dinero respectivamente. Además, cuenta con una pantalla LCD por donde el usuario puede visualizar los mensajes de estado de la máquina. Por otro lado, la zona de despacho cuenta con un sensor fotoeléctrico para detectar si el producto ya se encuentra listo para ser recogido por el usuario.
- En la parte posterior de la máquina, se encuentran los botones de encendido y de emergencia, los cuales serán manipulados únicamente por el operario.
- La máquina cuenta con un sensor magnético que detecta si la puerta ha sido abierta o no. Por ello, cuando el operario deba rellenar los contenedores de insumos, así como cuando deba limpiar la máquina o realizar un mantenimiento general, este sensor envía una señal al controlador principal, el cual manda un mensaje a la interfaz de la máquina de “Stand by”.
- El ingreso de agua a la máquina se da a través de una válvula ON-OFF, la cual el operario debe accionar previamente. El agua que ingresa se filtra a través de un filtro convencional sin ozono. Luego, el agua llega a los sistemas de licuado y de limpieza a través de las tuberías. Finalmente, se dispensa el agua a estos sistemas mediante electroválvulas.
- La máquina cuenta con contenedores prismáticos para almacenar frutas picadas y sólidos, así como con contenedores cilíndricos para almacenar líquidos, recipientes, vasos y tapas. Estos contenedores cuentan con un sensor de nivel láser en su parte superior, los cuales miden la cantidad de insumos en cada uno de ellos. Para mantener las frutas y líquidos a una temperatura adecuada de conservación, se utiliza refrigeración por compresión.
- Para dispensar un recipiente, vaso o tapa se usan guías helicoidales rotativas, las cuales dispensarán uno a la vez. Por otro lado, la máquina cuenta con un mecanismo de desplazamiento que permite el movimiento en dos ejes, el cual cuenta con 2 sensores de distancia láser para asegurar que se desplace a cierta posición. En uno de los ejes, el mecanismo cuenta con 2 garras, las cuales sostendrán por forma cuando se dispense un recipiente, vaso o tapa. Además, las garras cuentan con un sensor capacitivo que detectan si

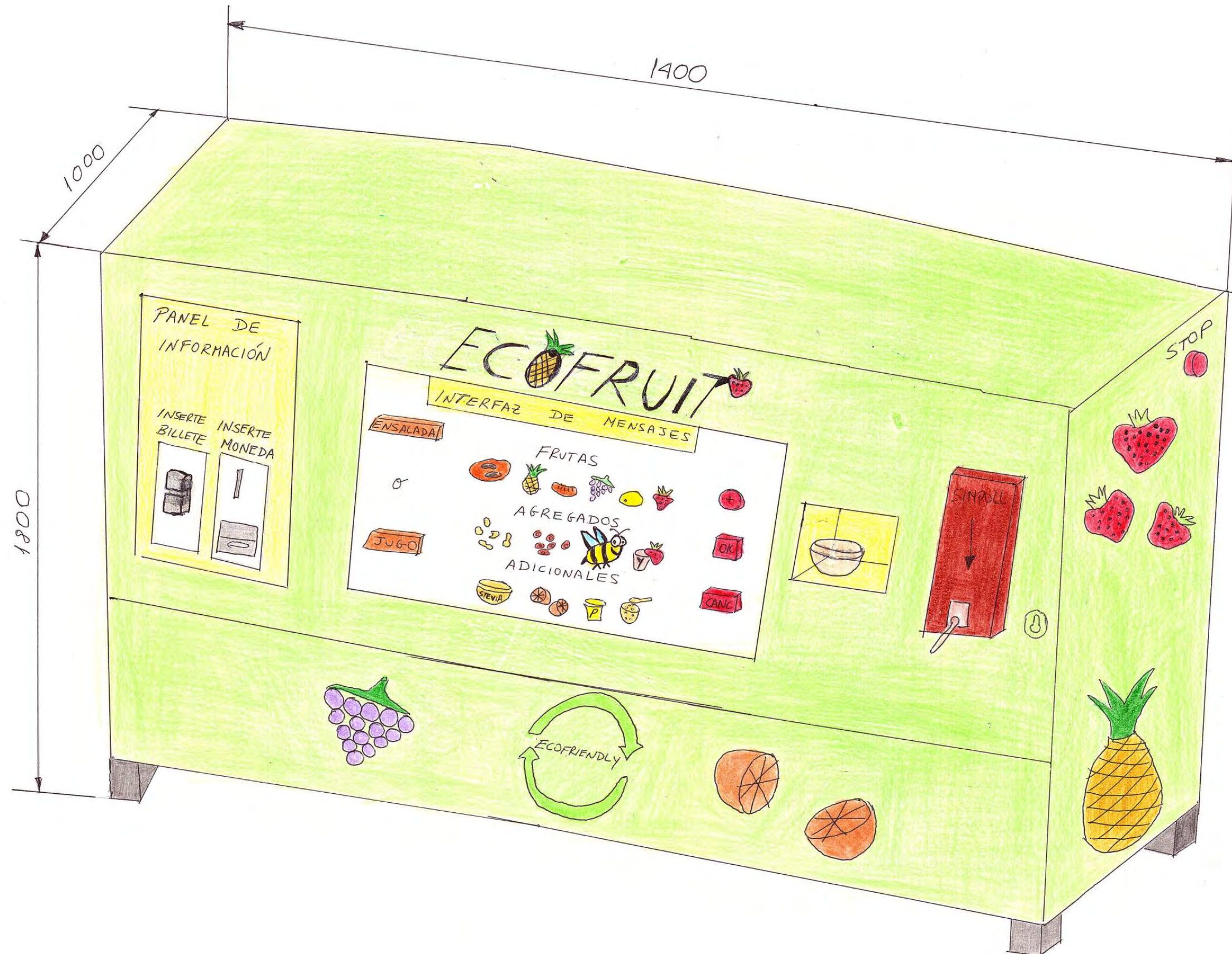
están sosteniendo o no a los productos que fueron dispensados. Si el usuario eligió ensalada de frutas, el mecanismo de desplazamiento lleva al recipiente debajo de los contenedores de frutas y agregados, y en el caso de que haya elegido jugo, el mecanismo de desplazamiento lleva al vaso de licuadora debajo de los contenedores de frutas y líquidos.

- Para dispensar frutas picadas se utiliza un mecanismo dosificador, el cual consiste en una cuchilla rectangular que encajará en el contenedor prismático. Además, Se usan electroválvulas para dispensar líquidos, y para dispensar sólidos se usa un aspa dosificadora accionada por un servomotor.
- En el caso de que el usuario haya elegido jugo, las garras del mecanismo de desplazamiento posicionan el vaso de licuadora sobre un motor y se tapa. Mientras se licua el jugo, las garras desplazan el vaso cerca de la zona de licuado y, al terminar de licuar, la plataforma sobre donde está la licuadora se inclina para dispensar el jugo al vaso.
- Luego, el recipiente o vaso se tapan mediante un mecanismo de tornillo de traslación, el cual cuenta con una placa al final de este para aplastar la tapa contra el recipiente o vaso y así lograr un tapado hermético. Para verificar esto último, se utilizan 3 sensores fotoeléctricos de detección, los cuales tienen un rango ajustable para poder detectar con más precisión si la tapa está bien colocada o no. Cuando el producto esté listo para ser despachado, se activará una plataforma de elevación, la cual llevará al producto a una altura de recojo ergonómica, y con otro mecanismo de traslación se empujará el producto a la zona de recojo, la cual contará con un sensor de detección fotoeléctrico para verificar que el producto haya llegado a la zona de despacho.
- Para limpiar el sistema de licuado se echa agua dentro del vaso de la licuadora, se tapa y se licúa. Luego, el efluente es vaciado a una de las tolvas, las cuales se limpian con chorros de agua a presión. Estos se activarán automáticamente cada cierto tiempo, por lo que los residuos en las tolvas caerán a un triturador, el cual se conecta directamente al drenaje.
- Finalmente, para energizar los diferentes dispositivos a utilizar, se usa toma monofásica y diferentes transformadores (AC y DC). Además, Se utiliza un diferencial (también llamado breaker) para evitar cualquier incidente debido a sobrecargas.

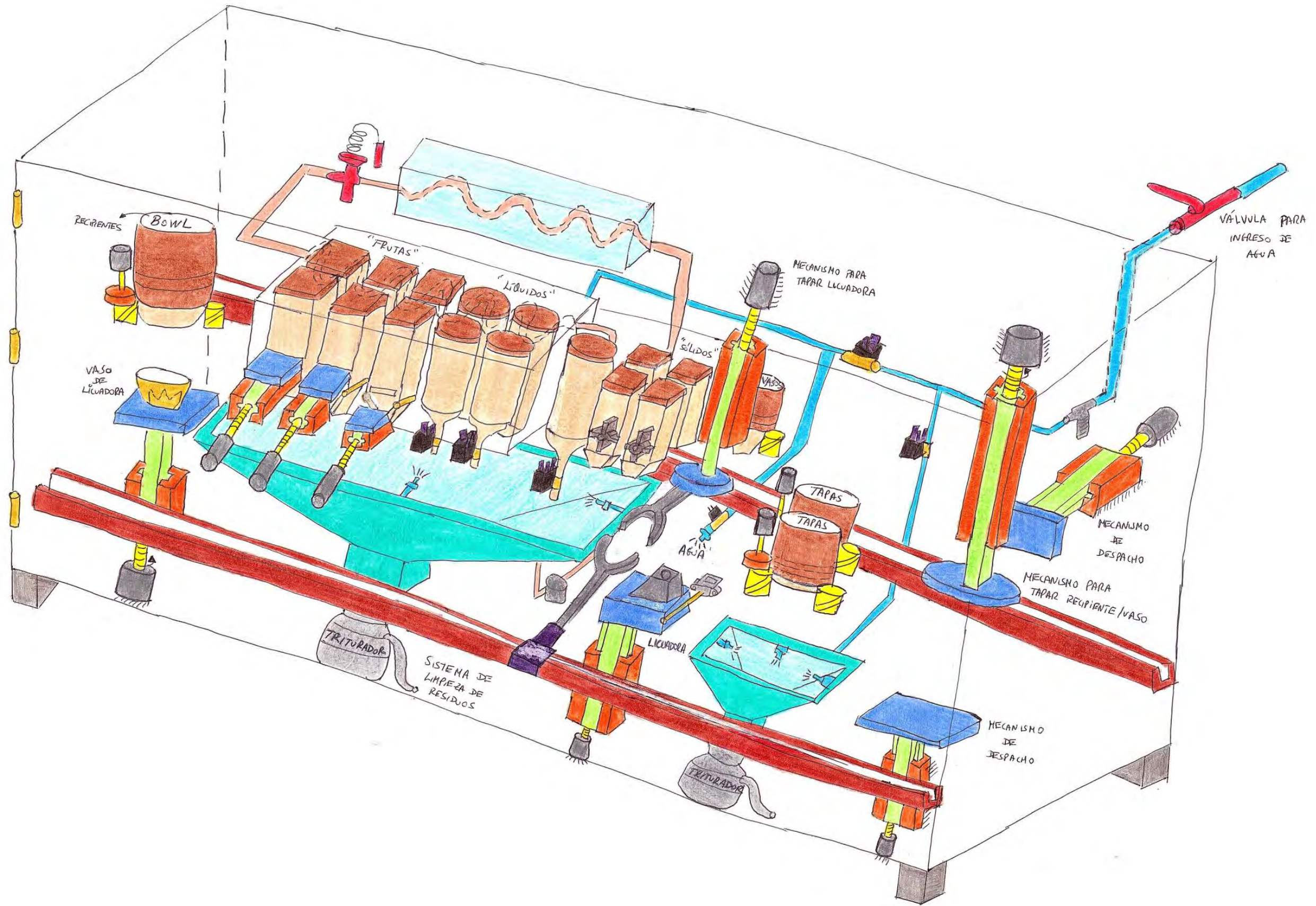
A continuación, se muestra el esquema del concepto de solución integrado.

SOLUCIÓN CONCEPTUAL DE LA MÁQUINA VENDING: INTEGRACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS

VISTA EXTERIOR



VISTA INTERIOR

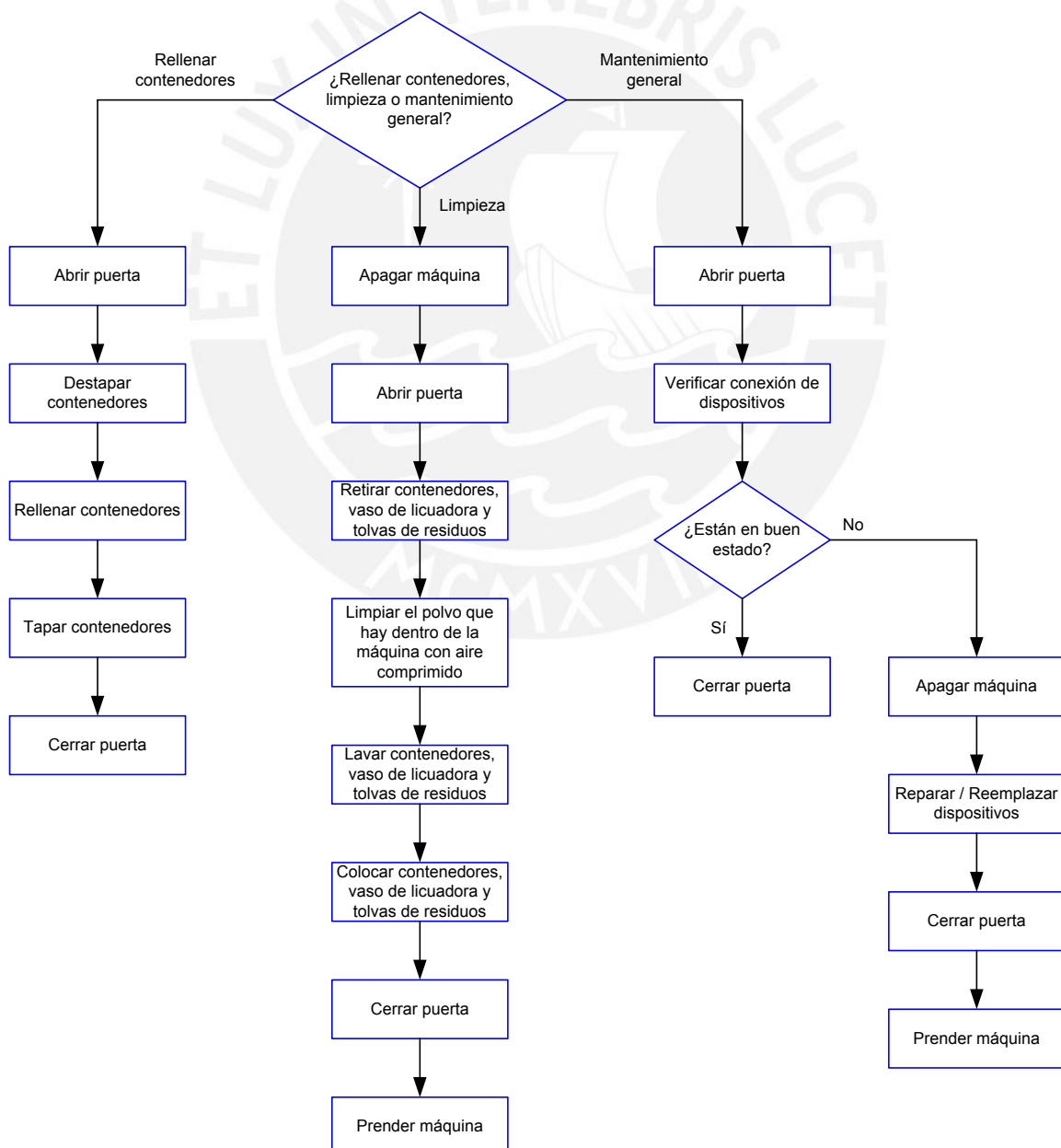


## CAPÍTULO 7

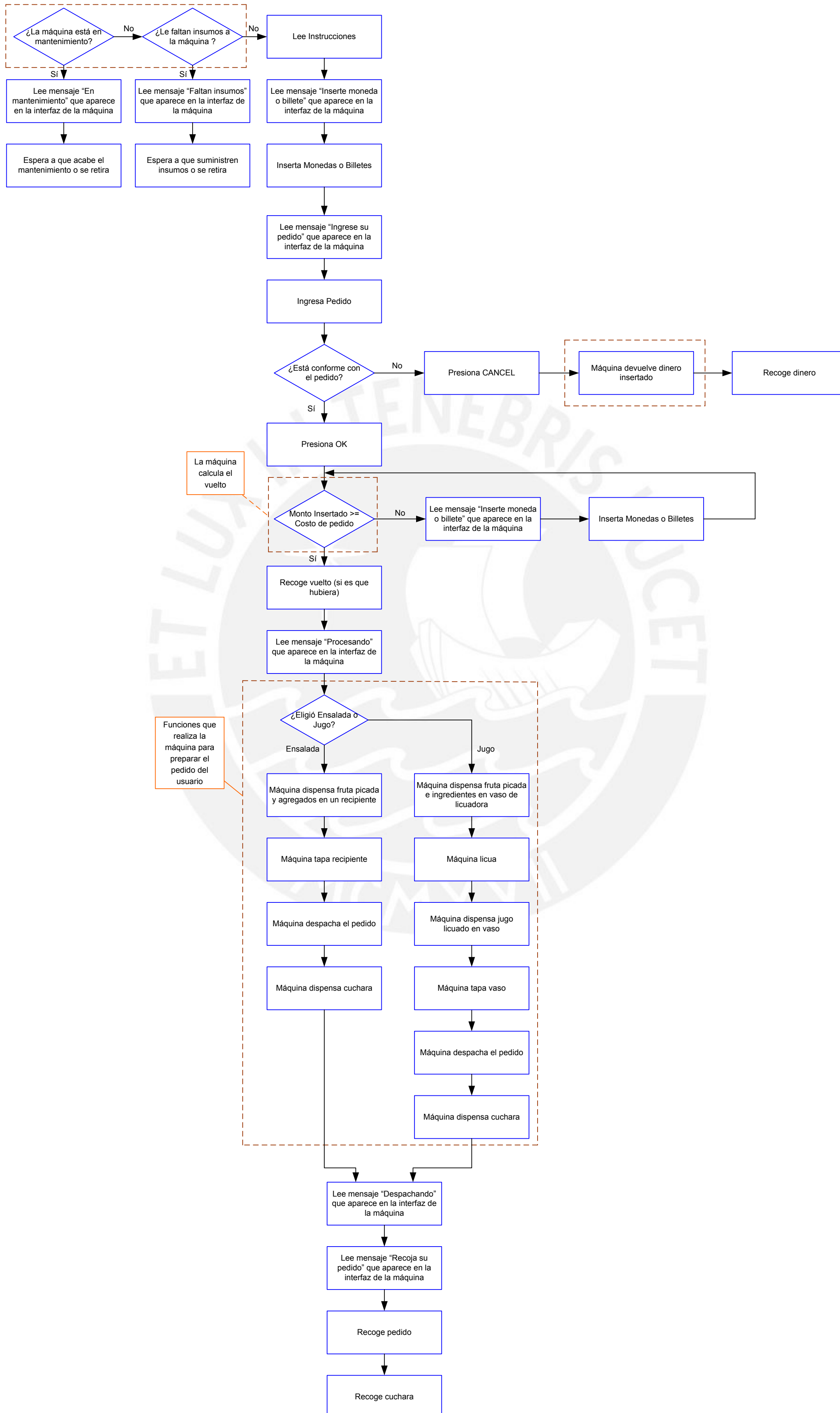
### SECUENCIA DE OPERACIONES

En este capítulo se describen las operaciones que realizan las personas que interactúan con la máquina, las cuales son el operario y el usuario. Como se mencionó en el capítulo 5, ellos realizan algunas acciones previas para que la máquina vending pueda realizar su proceso técnico. Estas acciones serán detalladas en los diagramas de secuencia de operaciones, los cuales se muestran a continuación.

#### 7.1. SECUENCIA DE OPERACIONES DEL OPERARIO



## 7.2. SECUENCIA DE OPERACIONES DEL USUARIO



## OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Para finalizar este trabajo de investigación, en esta sección se presentan las observaciones y conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo de este, las cuales no solo reflejan que los objetivos fueron logrados, sino que el aprendizaje obtenido a lo largo de esta investigación fue muy fructífero.

### OBSERVACIONES

- Debido a que la solución conceptual de la máquina *vending* almacena tanto frutas picadas como yogur, se puede contemplar la posibilidad de que la máquina ofrezca también yogur frutado (un vaso de yogur con de fruta picada). Para tal fin, no sería necesario cambiar ninguna de las funciones seleccionadas en el concepto de solución propuesto en este trabajo.
- Es importante resaltar que el concepto de solución encontrado sólo aplica para las frutas especificadas en el trabajo. En el caso de que se requiera ofrecer otro tipo de frutas, puede que la solución conceptual presentada en la investigación se deba modificar para tomar en cuenta las características y las condiciones de almacenamiento óptimas de las nuevas frutas que se desee incorporar. Por ejemplo, si se deseara ofrecer plátano, se tendría que tomar en cuenta que este se oxida más rápido que las otras frutas y además que tiende a quedarse adherido a las superficies que lo almacenan, por lo que la forma de dispensarlo tendría que ser evaluada nuevamente.
- Si bien en la solución conceptual de la máquina *vending* se ha considerado el uso de vasos y recipientes biodegradables, para garantizar que la máquina sea ecológica, también se debe tener en cuenta la eficiencia energética de los componentes eléctricos y electrónicos que se utilizarán. Sin embargo, debido al alcance de este trabajo, estos componentes se eligieron de manera cualitativa, por lo que en una etapa posterior del diseño se deben seleccionar teniendo en cuenta su consumo y eficiencia energética.
- Durante el desarrollo de la solución conceptual se ha considerado un sistema de limpieza automático. Debido a esto, si se llegara a diseñar y construir la máquina propuesta en este concepto de solución, esta debe estar posicionada en un lugar donde se tenga acceso a un punto de agua y a un punto de desagüe.



## CONCLUSIONES

- Con base en la información recopilada acerca de máquinas *vending* actuales, se concluye que aún no existe en el mercado una máquina que ofrezca tanto ensaladas como jugos de frutas personalizados, por lo que el diseño de una máquina de este tipo puede resultar innovador en la industria alimentaria.
- Con la metodología seguida se consiguió con cierta facilidad obtener varias soluciones a las funciones que debe realizar la máquina *vending*, las cuales al combinarse dan como resultado muchas soluciones conceptuales, con lo cual se tiene mayor visión del proceso de diseño de una máquina.
- Se elaboró la solución conceptual de la máquina *vending* ecológica de ensaladas y jugos de frutas personalizados. Esto se realizó luego de determinar qué frutas ofrecerá la máquina, definir los requerimientos que debía tener el sistema, describir el proceso técnico y determinar las funciones que debe realizar la máquina.
- Para determinar qué frutas y agregados debía ofrecer la máquina *vending*, se realizó una encuesta acerca de las preferencias de insumos en ensaladas y jugos de frutas. Los resultados fueron evaluados técnicamente para determinar la viabilidad de almacenamiento y despacho de los insumos preferidos por las personas que participaron en la encuesta. De esta manera, se concluye que la solución conceptual de la máquina *vending* considera el despacho de los siguientes insumos en ensaladas y jugos de frutas: papaya, piña, mandarina, mango, fresa, uva, jugo de naranja, pulpa de maracuyá, yogur, miel, trigo, granola y leche. Asimismo, como endulzantes de los jugos se consideran azúcar y estevia.
- Luego de elaborar la solución conceptual, se concluye que esta cumple con los requerimientos del sistema establecidos al inicio de la investigación. Por ello, esta solución puede servir como base para el diseño de una máquina *vending* expendedora de ensaladas y jugos de frutas.

## BIBLIOGRAFÍA

[Allen-Bradley, s.f.a] Allen-Bradley. Sensores de proximidad inductivos. *Allen-Bradley*. Recuperado de: <https://ab.rockwellautomation.com/es/Sensors-Switches/Inductive-Proximity-Sensors>

[Allen-Bradley, s.f.b] Allen-Bradley. Sensores de proximidad ultrasónicos. *Allen-Bradley*. Recuperado de: <https://ab.rockwellautomation.com/es/Sensors-Switches/Ultrasonic-Sensors>

[Álvarez, 2013] Álvarez, R. Advierte que snacks no deben reemplazar comidas. *RPP Noticias*. Recuperado de: <https://vital.rpp.pe/expertos/advierten-que-snacks-no-deben-reemplazar-comidas-noticia-594134>

[Azkoyen, 2017] Azkoyen. Azkoyen introduces Novara: The new age. Navarra, España: *Azkoyen*. Recuperado de: <https://www.azkoyenvending.com/news/azkoyen-introduces-novara-the-new-age/>

[Beyond Design Inc., s.f.] Beyond Design Inc. Simpull™ Touch Cutlery Dispenser. Illinois, Estados Unidos. *Beyond Design*. Recuperado de: <http://www.beyonddesignchicago.com/project/us-foods-simpull-touch/>

[Castro, 2014] Castro, A. ¿Qué es Raspberry Pi, dónde comprarla y cómo usarla?. *Computer Hoy*. Recuperado de: <https://computerhoy.com/noticias/hardware/que-es-raspberry-pi-donde-comprarla-como-usarla-8614>

[Crespo, 2016] Crespo, E. Sensores y Actuadores [Mensaje en blog]. *Aprendiendo Arduino*. Recuperado de: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/18/sensores-y-actuadores/>

[Dispensador, s.f.] Dispensador. Los mejores dispensadores de vasos de plástico. *Dispensador*. Recuperado de: <https://dispensador.org/de-vasos-de-plastico>

[Ecolove Perú, s.f.] Ecolove Perú. Líneas de producto. Lima, Perú: *Ecolove Perú*. Recuperado de: <https://www.ecoloveperu.com/tienda/>

[EHO, s.f.] EHO. Fruits & Vegetables Storage Systems. Eslovenia. Recuperado de: <https://www.eho.eu/en/fruits-vegetable-storage-systems/#fruit-storage>

- [Espada, 2019] Espada, B. Propiedades y beneficios de la maracuyá. *El Blog Verde*. Recuperado de: <https://elblogverde.com/propiedades-beneficios-maracuya/>
- [FAO, 2017] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Prevalencia de la obesidad entre la población adulta (18 años y más). Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#country/170>
- [Fernández, 2019] Fernández, M. Beneficios y propiedades de la mandarina para nuestra salud y belleza. Madrid, España: *ComeFruta*. Recuperado de: <https://comefruta.es/comprar/mandarina>
- [Fondecyt, 2018] Fondecyt. Día Mundial de la Eficiencia Energética: una prioridad y oportunidad de ahorro. Lima, Perú: *Fondecyt*. Recuperado de: <http://fondecyt.gob.pe/fondecyt-informa/dia-mundial-de-la-eficiencia-energetica-una-prioridad-y-oportunidad-de-ahorro>
- [Fresh Smoothie To Go, 2017] Fresh Smoothie to Go. Welcome to the future of vending. Florida, Estados Unidos: *Fresh Smoothie to Go*. Recuperado de: <http://www.freshsmoothietogo.com/>
- [Frutas Eloy Ruano, 2014a] Frutas Eloy Ruano. Papaya. Madrid, España: *Frutas Eloy*. Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/single-frutipedia/papaya-182.html>
- [Frutas Eloy Ruano, 2014b] Frutas Eloy Ruano Piña. Madrid, España: *Frutas Eloy*. Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/single-frutipedia/pina-151.html>
- [Frutas Eloy Ruano, 2014c] Frutas Eloy Ruano. Mango. Madrid, España: *Frutas Eloy*. Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/single-frutipedia/mango-91.html>
- [Frutas Eloy Ruano, 2014d] Frutas Eloy Ruano. Fresa. Madrid, España: *Frutas Eloy*. Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/single-frutipedia/freson-65.html>
- [Frutas Eloy Ruano, 2014e] Frutas Eloy Ruano. Uva. Madrid, España: *Frutas Eloy*. Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/single-frutipedia/uva-blanca-55.html>
- [Frutas Eloy Ruano, 2014f] Frutas Eloy Ruano. Naranja. Madrid, España: *Frutas Eloy*. Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/single-frutipedia/naranja-36.html>

[Goeking y Gonzales, 2004] Goeking y Gonzales. Dispenser for cutlery utensils. Estados Unidos.

[Graziano da Silva, 2016] Graziano da Silva, J. La malnutrición es un problema de todos. *El País*. Recuperado de:

[https://elpais.com/elpais/2016/10/10/planeta\\_futuro/1476085010\\_698627.html](https://elpais.com/elpais/2016/10/10/planeta_futuro/1476085010_698627.html)

[Guanliang, 2011] Guanliang, C. Heat Sealer. China.

[Guimerans, 2018] Guimerans, P. ¿Qué es un sensor? Tipos y diferencias [Mensaje en blog]. *PrototipadoLAB*. Recuperado de: <http://paolaguimerans.com/openeart/?p=1372>

[Ibáñez, 2016] Ibáñez, A. Cómo funcionan las máquinas que aceptan monedas y billetes [Mensaje en blog]. *Microsiervos*. Recuperado de:

<https://www.microsiervos.com/archivo/mundoreal/como-funcionan-maquinas-aceptan-monedas-billetes.html>

[Infotec, 2016] Infotec. Sistemas Embebidos: Innovando hacia los Sistemas Inteligentes. Ciudad de México, México: *Semantic Web Builder*. Recuperado de:

[http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es\\_mx/swb/Sistemas\\_Embebidos\\_Innovando\\_hacia\\_los\\_Sistemas\\_Inteligentes](http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es_mx/swb/Sistemas_Embebidos_Innovando_hacia_los_Sistemas_Inteligentes)

[Ingeniería Mecafenix, 2017a] Ingeniería Mecafenix. Servomotor ¿Qué es y cómo funciona? [Mensaje en blog]. *Ingeniería Mecafenix*. Recuperado de:

<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/servomotor/>

[Ingeniería Mecafenix, 2017b] Ingeniería Mecafenix. Motor paso a paso ¿Qué es y cómo funciona? [Mensaje en blog]. *Ingeniería Mecafenix*. Recuperado de:

<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>

[Ingeniería y Fabricante de Maquinaria, 2013] Ingeniería y Fabricante de Maquinaria. Dispensador de tarros [Archivo de vídeo]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=ozVySnQ0eDI&list=UUvEU6fap9Vit2fALd8Blfxg&index=35&t=0s>

[Inyección y Fabricación de Reductores, 2018] Inyección y Fabricación de Reductores. Actuadores lineales. Alicante, España: *Inyección y Fabricación de Reductores*. Recuperado de: <https://ifr-reductores.com/actuadores/>

[Jofemar, s.f.a] Jofemar. Lectura de Billetes. Navarra, España: *Jofemar Vending*. Recuperado de: <http://www.jofemar.com/es/vending/productos/sistemas-de-pago/lectura-de-billetes>

[Jofemar, s.f.b] Jofemar. Lectura de Tarjetas. Navarra, España: *Jofemar Vending*. Recuperado de: <http://www.jofemar.com/es/vending/productos/sistemas-de-pago/lectura-de-tarjetas>

[KitchenAid, 2015] KitchenAid. Licuadora de Revolución Magnética KitchenAid [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=iKsKnyouvhs>

[Little Red Dot Diaries, 2008] Little Red Dot Diaries. Cut Fruits Vending Machines [Mensaje en blog]. Recuperado de: <http://hulrulto.blogspot.com/2008/10/cut-fruits-vending-machines.html>

[Maras, 2012]. Maras, E. 2011: Vending sales reflect a slow economic recovery. *Automatic Merchandiser*. Recuperado de: <https://www.vendingmarketwatch.com/home/article/10720894/2011-vending-sales-reflect-a-slow-economic-recovery>

[Martin, 1989] Martin, E. Refrigeration unit for vending machines. Estados Unidos.

[Mormedi, s.f.] Mormedi. La nueva experiencia del vending. Recuperado de: <http://www.mormedi.com/trabajos/la-nueva-experiencia-de-vending>

[OMS, 2018] Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

[Oster, s.f.] Oster. Licuadora Oster® Xpert Series™ vaso Boroclass® BLSTVB-G00. Lima, Perú: *Oster*. Recuperado de: <https://www.oster.com.pe/licuadora-oster-xpert-series-vaso-boroclass-blstvb-g00/p>

[Revista Electroindustria, 2016] Revista Electroindustria. Controladores eficientes para la industria inteligente. *Revista Electroindustria*. Recuperado de: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2942&tip=9&xit=controladores-eficientes-para-la-industria-inteligente>

[Rita, 2019] Rita Jugería Inteligente. Mi Historia. Lima, Perú: *Rita*. Recuperado de: <https://www.rita.com.pe/>

[Rosseto Serving Solutions, s.f.] Rosseto Serving Solutions. EZ-PRO™ Five-Container Table Top Cereal Dispenser Stand & Catch Tray (1 Gallon Each) – EZ577. *Rosseto Serving Solutions*. Recuperado de: <https://www.rosseto.com/products/ez-pro-five-container-table-top-cereal-dispenser-stand-catch-tray-1-gallon-each/>

[Segrave, 2002] Segrave, K. *Vending Machines: an American social history*, Carolina del Norte, Estados Unidos: McFarland Company Inc.

[Sistemas de Venta y Control, 2011] Sistemas de Venta y Control. Monederos de cambio Paytec. Barcelona, España: *Sistemas de Venta y Control, s.l.* Recuperado de: <http://www.sistemasvc.com/monederos.html>

[Tamakura, Kurihashi y Harada, 1991] Tamakura, Kurihashi y Harada. Automatic vending machine dispensing mechanism). Estados Unidos.

[Tercesa, 2016] Tercesa. Motores de Corriente Continua. Recuperado de: <https://tercesa.com/noticias/motores-corriente-continua/>

[The Gadget Kitchen, s.f.] The Gadget Kitchen. Magic Tap Automatic Dispenser. *The Gadget Kitchen*. Recuperado de: <https://thegadgetkitchen.com/products/magic-tap-automatic-beverage-dispenser>

[Veena Pharma Equipment, 2016] Veena Pharma Equipment. Automatic Lug Capping Machine. Maharashtra, India: *Veena Pharma Equipment*. Recuperado de: <http://www.veenapharma.com/automatic-lug-capping-machine.html>

[Vending Solutions, 2018] Vending Solutions. Máquinas expendedoras Monterrey. México: *Vending Solutions*. Recuperado de: <https://www.maquinasderefrescos.com/>

[Zonelli y Zavatti, 2014] Zonelli, A. y Zavatti, M. Puerta para acceso a un compartimiento para máquinas expendedoras y similares. España.

[Zummo, s.f.] Zummo. Z10. Valencia, España: *Zummo*. Recuperado de: <https://zummocorp.com/en/product/z10/>

[Zwicky, 1971] Zwicky, F. *Entdecken, Erfinden, Forschen im Morfologischen Weltwild*. Berlín, Alemania: Verlag Baeschling.