



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS  
ICS1113-OPTIMIZACIÓN

## Informe 3

---

### Optimización del Proceso de Selección de Computador Según las Necesidades del Usuario Grupo 38

Antonia Dunford 15633861 sección 3  
Matías Fuentes 1864306J sección 3  
Rocío Mora 18206549 sección 1  
Francisco Oyarzún 16639375 sección 1  
Andrés Salinas 18208967 sección 3  
María José Vásquez 18205356 sección 4

Fecha entrega: 27 de Noviembre de 2020

# Índice

<b>1. Descripción del Problema</b>	<b>3</b>
<b>2. Modelación del Problema</b>	<b>4</b>
<b>3. Definición de Datos</b>	<b>6</b>
<b>4. Resolver el problema usando software apropiado</b>	<b>7</b>
4.1. Implementación Computacional . . . . .	8
4.2. Resultados . . . . .	9
4.3. Validación del resultado . . . . .	9
<b>5. Análisis de Sensibilidad</b>	<b>10</b>
5.1. Análisis de Recursos ( $E_i$ ) . . . . .	10
5.2. Inclusión Post-Optimal de Restricciones . . . . .	13
5.3. Análisis de las Restricciones . . . . .	13
<b>6. Conclusiones</b>	<b>15</b>
<b>7. Anexos</b>	<b>16</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>20</b>

# 1. Descripción del Problema

Dado el contexto actual de pandemia, se ha vuelto una situación de alto riesgo el salir de las casas para poder desarrollar las diversas actividades que implicaban el diario vivir por la exposición al contagio del virus COVID-19. Debido a esto, miles de empresas e instituciones académicas han optado por el trabajo telemático, en el cual, la utilización de computadores es imprescindible. Según el diario "La Tercera", los fabricantes de PC aumentaron sus envíos en un **2,8 %** en los primeros tres meses de pandemia (La Tercera, 2020) [1]. Esto trajo consigo las siguientes preguntas: ¿cuál es el computador ideal para cierta ocupación en específico? ¿Cuál es el computador más económico que se puede tener tal que cumpla con las necesidades del usuario? Puesto que la tecnología avanza constantemente y es necesario mantenerse conectado, resulta interesante plantear un modelo que solucione las interrogantes anteriores, ya que la decisión tomada a partir de él no sólo servirá durante el periodo de cuarentena, sino que podría ser útil en cualquier instancia.

El objetivo del modelo es ayudar a cada usuario a elegir los componentes necesarios para armar su computador al menor costo posible tal que satisfaga sus necesidades. Notar que se está hablando de computadores y no de laptops, ya que éstos últimos son muy poco personalizables. Para cumplir con el objetivo propuesto, el modelo planteado considera la compatibilidad entre distintas piezas, el precio de cada una, sus características y su disponibilidad, entre otros factores que son claves para decidir.

Específicamente, un computador se conforma por siete componentes: placa madre, RAM, almacenamiento, procesador, fuente de poder, tarjeta de video y gabinete, correspondientes al conjunto  $I = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  respectivamente. Cada componente  $i$  puede ser de diversos modelos definidos en el conjunto  $M(i)$ , los cuales se venden en diferentes tiendas del conjunto  $T$ . El costo del componente  $i$  del modelo  $m$  en la tienda  $t$  está dado por  $c_{imt}$ . Cada tienda tiene un *stock*  $S_{imt}$  del componente  $i$  del modelo  $m$  y existe un costo de envío fijo  $k_t$  desde la tienda  $t$ , pero si se compra sobre el monto  $\phi_t$ , el envío es gratis.

Adicionalmente, cada componente de cada modelo tiene su propia especificación tecnológica  $e_{im}$  (i.e. hay memorias RAM de 8 GB, 4 GB, etc. Hay discos duros de 128 GB, 256 GB, 512 GB, etc. Hay procesadores de 2 GHz, 3 GHz, etc. Hay tarjetas de video de 1 GB, 2 GB, 4 GB, etc) y cada usuario requiere un valor mínimo  $E_i$  de dichas especificaciones para cada componente  $i = 2, 3, 4, 6$  dependiendo de sus necesidades. Cabe destacar que ni la fuente de poder, placa madre ni gabinete son escogidas por el usuario, puesto que la fuente de poder depende de la cantidad total de potencia que consumen el resto de las partes, la placa madre depende de la compatibilidad con el resto de los componentes y el gabinete depende de la geometría de las partes que van en su interior.

Con respecto a la parte técnica, para que cada componente pueda funcionar, requiere una cierta potencia  $p_{im}$  que depende de su modelo en particular (ej. un procesador normal necesita  $\sim 100$  W, una tarjeta de video puede necesitar desde 50 a 300 W, etc). Además, se debe tener en consideración que no todos los componentes son compatibles entre sí. En particular, se debe verificar que todos los componentes sean compatibles con la placa madre, por lo que se define el conjunto  $R(i, m)$  que contiene todos los modelos del componente  $i \in \{2, 4\}$  que son incompatibles con la placa madre  $m$  (los otros componentes no tienen problemas de compatibilidad con la placa madre). Análogamente, hay ciertos tipos de memorias RAM que no son compatibles con algunos procesadores, por lo que el conjunto  $H(i, m)$  identifica todos los modelos de los componentes  $i = 2$  que no son compatibles con el procesador de modelo  $m$ . También se debe tener en consideración que mientras más pequeño el gabinete, más barato es, pero se debe asegurar que todos los componentes elegidos quepan dentro, en particular la placa madre, fuente de poder y tarjeta de video, que son los más voluminosos. Estas restricciones geométricas se traducen en los parámetros de factor de forma  $f_{im}$  para los modelos  $m \in M(i)$  de los componentes  $i \in \{1, 5, 7\}$  y en los parámetros  $tam_{im}$ , que corresponde al largo y  $sl_{im}$  que corresponde al ancho de los componentes  $i \in \{6, 7\}$ . Es necesario que el gabinete tenga un factor de forma más grande que cualquier otro componente y que sea mas largo y ancho que la

tarjeta de video deseada. Por último, hay placas madres que admiten más de una memoria RAM y/o disco duro, por lo que se definen los parámetros  $r_m$  y  $a_m$  que corresponden a la cantidad de espacios disponibles en la placa madre modelo  $m$  para los dos componentes respectivos.

## 2. Modelación del Problema

### Conjuntos

$I$	=	{placa madre (1), RAM (2), almacenamiento (3), procesador (4), fuente de poder (5), tarjeta de video (6), gabinete (7)} componentes
$M(i)$	=	$\{1, \dots, M_i\}$ modelos del componente $i \in I$
$T$	=	$\{1, \dots, \tau\}$ tiendas
$R(i,m)$	=	conjunto de modelos de componentes $i \in \{2, 4\}$ incompatibles con el modelo $m \in M(1)$ de la placa madre
$H(i,m)$	=	conjunto de modelos $m$ del componentes $i = 2$ incompatibles con el modelo $m \in M(4)$ del procesador

### Parámetros

$c_{imt}$	:	Costo del componente $i \in I$ , modelo $m \in M(i)$ en la tienda $t \in T$
$k_t$	:	Costo de envío de la tienda $t \in T$
$p_{im}$	:	Potencia del componente $i \in I$ , modelo $m \in M(i)$ (este valor es positivo para la fuente de poder porque entrega potencia, igual a cero para el gabinete porque no consume ni entrega potencia y menor a cero para el resto de los componentes)
$e_{im}$	:	especificación del componente $i \in I$ , modelo $m \in M(i)$
$E_i$	:	especificación mínima para el componente $i \in I$ requerida por el usuario
$r_m$	:	espacios de RAM disponibles para el modelo $m \in M(1)$ de la placa madre
$a_m$	:	espacios de almacenamiento disponibles para el modelo $m \in M(1)$ de la placa madre
$S_{imt}$	:	cantidad disponible del componente $i \in I$ , modelo $m \in M(i)$ en la tienda $t \in T$
$\phi_t$	:	costo mínimo a pagar en tienda $t \in T$ para que el envío sea gratis
$f_{im}$	:	factor de forma del componente $i \in \{1, 5, 7\}$ modelo $m \in M(i)$
$tam_{im}$	:	Largo del componente $i \in \{6, 7\}$ modelo $m \in M(i)$
$sl_{im}$	:	Ancho del componente $i \in \{6, 7\}$ modelo $m \in M(i)$

### Variables de Decisión

$x_{imt}$	=	cantidad del componente $i \in I$ , modelo $m \in M$ comprado en la tienda $t \in T$
-----------	---	--

### Variables Auxiliares

$y_t$	=	$\begin{cases} 1 & \text{si se compra algún componente en la tienda } t \in T \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$
$z_t$	=	$\begin{cases} 1 & \text{si se gasta desde } \phi_t \text{ en la tienda } t \in T \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$

## Función Objetivo

$$\min \left\{ \sum_{t \in T} \left[ (y_t - z_t)k_t + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M(i)} c_{imt} x_{imt} \right] \right\}$$

## Restricciones

(1) Se debe comprar sólo una unidad de placa madre, procesador, fuente de poder y gabinete.

$$\sum_{m \in M(i)} \sum_{t \in T} x_{imt} = 1 \quad \forall i \in \{1, 4, 5, 7\}$$

OBS: No se exige que la cantidad de los otros componentes sean  $\geq 0$  porque al exigir que tengan un valor mínimo de requerimiento tecnológico en la restricción (5) ya se obliga a que se compre al menos una unidad (a excepción de la tarjeta de video, ya que puede no haber una).

(2) Se debe comprar a lo más una tarjeta de video porque solo hay espacio para insertar una unidad en la placa madre.

$$\sum_{m \in M(6)} \sum_{t \in T} x_{6mt} \leq 1$$

(3) Respetar el límite de espacios disponibles de RAM para el modelo de la placa madre

$$\sum_{m \in M(2)} \sum_{t \in T} x_{2mt} \leq \sum_{m \in M(1)} \sum_{t \in T} r_m x_{1mt}$$

(4) Respetar el límite de espacios disponibles de almacenamiento para el modelo de la placa madre

$$\sum_{m \in M(3)} \sum_{t \in T} x_{3mt} \leq \sum_{m \in M(1)} \sum_{t \in T} a_m x_{1mt}$$

(5) Cumplir con las especificaciones mínimas del usuario

$$\sum_{m \in M(i)} \sum_{t \in T} e_{im} x_{imt} \geq E_i \quad \forall i \in \{2, 3, 4, 6\}$$

(6) La fuente de poder debe entregar más o igual potencia que la que consumen en total el resto de los componentes

$$\sum_{i \in I} \sum_{m \in M(i)} \sum_{t \in T} p_{im} x_{imt} \geq 0$$

(7) Si se compra algún componente en la tienda  $t \in T$ , se cobra el envío

$$\sum_{i \in I} \sum_{m \in M(i)} x_{imt} \leq A y_t \quad \forall t \in T, A \gg 1$$

(8) Si se compra más de  $\$ \phi_t$  en la tienda  $t \in T$ , el envío es gratis.

$$\phi_t z_t \leq \sum_{i \in I} \sum_{m \in M(i)} c_{imt} x_{imt} \quad \forall t \in T$$

(9) Respetar la compatibilidad de los modelos de los componentes con la placa madre

$$A \left( 1 - \sum_{t \in T} x_{1mt} \right) \geq \sum_{t \in T} x_{ikt} \quad \forall m \in M(1), k \in R(i, m), i \in \{2, 4\}, A \gg 1$$

(10) Respetar la compatibilidad de los modelos de las memorias con el procesador

$$A \left( 1 - \sum_{t \in T} x_{4mt} \right) \geq \sum_{t \in T} x_{2kt} \quad \forall m \in M(4), k \in H(2, m), A \gg 1$$

(11) Respetar la disponibilidad en tienda

$$x_{imt} \leq S_{imt} \quad \forall i \in I, m \in M(i), t \in T$$

(12) Respetar el factor de la forma del gabinete

$$\sum_{t \in T} \sum_{m \in M_7} f_{7m} x_{7mt} \geq \sum_{t \in T} \sum_{m \in M_i} f_{im} x_{imt} \quad \forall i \in \{1, 5\}$$

(13) Restricción 1 del tamaño de tarjeta de video

$$\sum_{t \in T} \sum_{m \in M_7} tam_{7m} x_{7mt} \geq \sum_{t \in T} \sum_{m \in M_6} tam_{6m} x_{6mt}$$

(14) Restricción 2 del tamaño de tarjeta de video

$$\sum_{t \in T} \sum_{m \in M_7} Sl_{7m} x_{7mt} \geq \sum_{t \in T} \sum_{m \in M_6} Sl_{6m} x_{6mt}$$

(15) Naturaleza de las variables

$$x_{imt} \in \mathbb{Z}_0^+ \quad \forall i \in I, m \in M(i), t \in T$$

$$y_t, z_t \in \{0, 1\} \quad \forall t \in T$$

### 3. Definición de Datos

Utilizando la página virtual de la empresa PCFactory y la plataforma Excel realizamos la tabulación de datos de los componentes necesarios para lograr armar un computador. A partir del modelo recopilamos los datos más relevantes según las restricciones, para lo cual revisamos cada una de las fichas técnicas de 20 opciones distintas de cada componente. Los datos se encuentran en los archivos *.dat* ubicados en la carpeta adjunta.

**Importante:** En este documento solo se presentarán los datos en general que poseen las bases de datos, debido a su extensión y a que será más fácil el poder confirmar los datos mediante este programa.

1. **Placa Madre** = ID, Marca, Plataforma, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipú, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Tipo de memoria, Slots de memoria, Máximo de memoria (GB), Velocidad mínima (MHz), Velocidad máxima (MHz), Factor de forma (índices propios).
2. **RAM** = ID, Marca, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipú, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Tipo de memoria, Capacidad (GB), Frecuencia (MHz), Especificación, Potencia (W).
3. **Almacenamiento SSD** = ID, Marca, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipú, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Capacidad (GB), Especificación.

4. **Procesador** = ID, Marca, Modelo y serie, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipu, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Velocidad del procesador (GHz), Cantidad de núcleos, Capacidad de memoria (GB), Tipos de memoria, Velocidad máxima (MHz), Potencia (W), Especificación.
5. **Fuentes de poder** = ID, Marca, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipú, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Potencia (W), Formato PSU (índices propios).
6. **Tarjeta de video** = ID, Marca, GPU, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipú, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Tipo de memoria, Memoria (GB), Potencia (W), Especificación, Tamaño de tarjeta (índices propios), Uso de los slots (índices propios).
7. **Gabinete** = ID, Marca, Las Condes, Manuel Montt, Mall Arauco Maipú, Mall Plaza Alameda, Chillán, Precio (Pesos chilenos), Factor de forma (índices propios), Formato PSU (índices propios), Tamaño tarjeta de video (índices propios), Uso de slots (índices propios).

#### Aspectos a considerar

- En los componentes de almacenamiento existen dos tipos: SSD y HDD. Este último no fue incluido en el proyecto debido a que está obsoleto. La única ventaja que tenía este tipo de almacenamiento era su bajo costo en comparación con el SSD, pero durante los últimos años la brecha ha disminuido y la cantidad de ventajas que tienen las SSD son múltiples, un ejemplo de esto es el rendimiento que poseen. Es por esto que se decidió no incluirlo, ya que no trae ningún beneficio para el usuario.
- No se utilizará una restricción sobre la cantidad máxima de la memoria debido a que la cantidad que suele usarse es muy inferior al valor de estos datos, por lo tanto, el colocar esta restricción sería trivial, en consecuencia de esto, los datos sobre las velocidades máximas y mínimas no serán utilizados en las restricciones.
- El ID es el código numérico que utiliza la página para encontrar el producto solicitado.
- Los componentes mas grandes tienen que respetar el tamaño del gabinete. Es por esto que se consideran los tamaños estándar de la industria que pueden ser encontrados en la hoja de datos de los componentes. A estos tamaños se les asignó un número para poder asegurarnos de que se cumpla la restricción de tamaño.

## 4. Resolver el problema usando software apropiado

Este programa resuelve el problema de elección de computador para una persona a la vez. Entonces, el primer paso es que el usuario decida las especificaciones mínimas que desea para cada componente, tal como se detalla a continuación.

Componente	Especificación $E_i$	Unidad
RAM	$E_2 = \text{capacidad}$	GB
Almacenamiento (SSD)	$E_3 = \text{capacidad}$	GB
Procesador	$E_4 = \text{frecuencia} \cdot (\#cores)$	GHz
Tarjeta de Video	$E_6 = \text{capacidad}$	GB

Existe la posibilidad de que el usuario elija a su gusto las especificaciones que desea para cada componente o que utilice a modo de guía las especificaciones recomendadas en este proyecto para distintos tipos de usuarios.

#### ■ Usuarios Básicos

El grupo de usuarios básicos está conformado por usuarios cuyas necesidades son comunes,

como la edición de documentos de texto usando aplicaciones como Word, bases de datos pequeñas que se desarrollen con Excel o asistir a reuniones remotas usando aplicaciones como Zoom ó Teams. Este tipo de usuario requiere de un modelo similar de computador en términos de sus características, las cuales, a grandes rasgos, suelen ser las siguientes:

Componente	Especificación $E_i$	Unidad
RAM	$E_2 \geq 4$	GB
Almacenamiento (SSD)	$E_3 = 128$	GB
Procesador	$E_4 = 2,5 \cdot 4$	GHz
Tarjeta de Video	$E_6 = 0$	GB

#### ■ Usuarios Avanzados

El grupo de usuarios avanzados se distingue del grupo básico de usuarios en las características de las aplicaciones que utilizan, particularmente por la alta exigencia en hardware que estos tienen. Dentro de este grupo de usuarios se pueden encontrar estudiantes de educación superior y trabajadores profesionales dedicados a distintas áreas de desarrollo tecnológico, gráfico y/o administrativos, entre otras áreas. Entre todos estos, se puede determinar una cota mínima de las especificaciones técnicas para un usuario avanzado con necesidades marginales:

Componente	Especificación $E_i$	Unidad
RAM	$E_2 \geq 8$	GB
Almacenamiento (SSD)	$E_3 = 256$	GB
Procesador	$E_4 = 3 \cdot 4$	GHz
Tarjeta de Video	$E_6 \geq 2$	GB

## 4.1. Implementación Computacional

### IMPORTANTE:

1. Antes de correr el programa es necesario descargar la librería *astropy*. Para esto es necesario abrir una terminal e ingresar el comando *pip install astropy*.
2. Las especificaciones mínimas se deben insertar en el programa de la siguiente forma:

$$E = \{1 : E_2, 2 : E_3, 3 : E_4, 5 : E_6\}$$

Para verificar la funcionalidad del programa se consideran tres escenarios distintos:

- a. PC existente: Se eligieron como valores de las especificaciones  $E_i$  las mismas que tiene un computador de *PC Factory* ya armado de valor \$ 684 190 CLP (foto en anexos). Específicamente:

$$E = \{1 : 8, 2 : 500, 3 : 17,4, 5 : 4\}$$

- b. PC Usuarios Básicos: Se eligieron las especificaciones mencionadas anteriormente para este tipo de usuarios.
- c. PC Usuarios Avanzados: Se eligieron las especificaciones mencionadas anteriormente para este tipo de usuarios.

3. Debido a que en Python se parte contando desde 0 (en vez de 1) los subíndices están corridos en una unidad (i.e. En el modelo la placa madre corresponde a **1**, mientras que en el programa es **0**)



## 4.2. Resultados

Para los tres casos se obtuvo un valor óptimo que equivale al precio total del computador en pesos chilenos. Se presentan los resultados a continuación.

	PC existente	Usuario Básico	Usuario Avanzado
Valor Óptimo (\$)	571 330	281 940	361 530
Nº Iteraciones	6	23	26
Tiempo (s)	0.07	0.11	0.13

Adicionalmente, el programa entrega las soluciones óptimas para cada caso en un formato amigable para el usuario, como se ve a continuación

```
Compra 1.0 unidad/es de la Placa madre ID 36926 en la sucursal en Manuel Montt
Compra 1.0 unidad/es de la Memoria ID 37040 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la SSD ID 29235 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la CPU ID 32738 en la sucursal en Manuel Montt
Compra 1.0 unidad/es de la Fuente de poder ID 25211 en la sucursal en Chillan
Compra 1.0 unidad/es de la Tarjeta de video ID 29276 en la sucursal en Mall Plaza Alameda
Compra 1.0 unidad/es de la Gabinete ID 36559 en la sucursal en Mall Arauco Maipu
Con un costo total de 571330.0
```

Figura 1: Lista de compras para armar el PC propuesto por PCfactory correspondiente a la solución óptima del modelo

Las listas del computador básico y avanzado pueden ser encontradas en el anexo en las figuras 6 y 7.

## 4.3. Validación del resultado

Con respecto a los valores óptimos, se observa que están dentro del rango de los precios de computadores que se venden en el mercado actualmente. Para ser más rigurosos, cabe mencionar que el computador más caro en *PC Factory* en este momento cuesta \$2 108 990 y el más barato \$199 999.

Con respecto a las soluciones óptimas, se aprecia una concordancia con el modelo planteado algebraicamente en cuanto a cantidad de componentes y tiendas (por ejemplo, el programa permite más de una memoria RAM, pero sólo una Tarjeta de Video, o prefiere comprar más de un componente en la misma tienda para aplicar el descuento, etc).

### Análisis Resultados

El precio de un computador para un usuario básico resultó ser \$80 000 más barato que el de un computador para un usuario avanzado, lo cual es otro indicador de la funcionalidad del programa.

Por otro lado, el precio total del computador existente, con ciertas especificaciones, es de \$684 190, mientras que el valor obtenido por el programa para un computador con iguales o mejores especificaciones fue menor, \$571 330 para ser exactos. Esto significa que el programa proporcionó un ahorro de más de \$110 000, lo cual verifica su utilidad y aplicabilidad en la vida real.

Por último, vale la pena destacar que el programa resultó ser muy eficiente: se demora en promedio 0.12 segundos en entregar un resultado. Para tener comparación, se hizo un ejercicio en el grupo en el cual se le pidió a todos que armaran un computador con ciertas especificaciones y que anotaran el tiempo que demoraban. El tiempo promedio fue de 15 minutos y en 2 de 6 casos los computadores armados tenían piezas incompatibles.

## 5. Análisis de Sensibilidad

En este problema, la información sobre los costos, características de cada componente y compatibilidad entre ellos son datos reales, por lo que no existe incertidumbre al respecto. Sin embargo, las especificaciones mínimas impuestas por el usuario,  $E_i$ , sí pueden cambiar. Por lo tanto, resulta interesante analizar cómo se comporta el sistema frente a perturbaciones de estos parámetros.

### 5.1. Análisis de Recursos ( $E_i$ )

Para realizar este análisis se utilizarán las especificaciones del computador existente escogido al azar desde la base de datos de *PC Factory* que se mencionó anteriormente. Es decir,

Componente	Especificación $E_i$	Unidad
RAM	8	GB
Almacenamiento (SSD)	500	GB
Procesador	17.4	GHz
Tarjeta de Video	4	GB

El valor óptimo para este caso es \$571,330.

#### RAM ( $E_2$ )

Debido a la naturaleza entera de nuestros componentes y variables, se tiene que al variar los recursos pueden pasar dos cosas: se mantiene la base y la solución óptima o se cambia la base y la solución óptima (entiéndase como base óptima las variables distintas de cero). Como los componentes son de naturaleza entera, se elige si se compra o no, pero no se puede comprar una fracción de estos.

Para apoyar el análisis, a continuación se adjunta un gráfico con todas las RAM disponibles en nuestra base de datos.

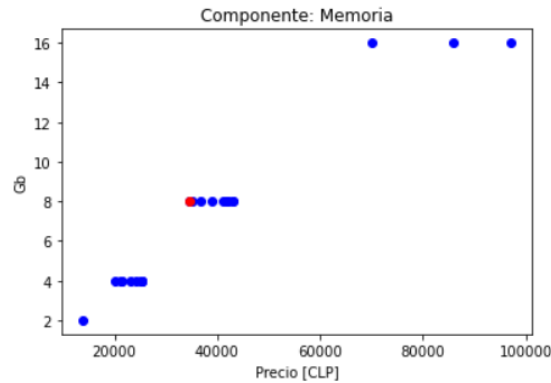


Figura 2: Distribución de memorias según su precio y capacidad. Los puntos azules corresponden a los diferentes modelos y el punto rojo corresponde a la elección del modelo.

Se observa que las memorias RAM solo pueden tomar los valores 2, 4, 8 y 16 Gb. Esto implica que la variable relacionada a  $E_2$  se comporta como una especie de función techo. Por ejemplo, si el usuario elige  $E_2 = 5$  GB, la solución entregará una RAM de 8 GB. Otro ejemplo: si el usuario elige  $E_2 = 12$  GB, la solución puede contener tres RAM de 4 GB o una RAM de 8 GB más una de 4 GB (no se consideran las combinaciones que sumen 12 usando la RAM de 2 GB ya que es incompatible con el computador propuesto). Por lo tanto, se tiene el siguiente análisis de sensibilidad:

$E_2$ (GB)	Resultado RAM	Costo total PC (CLP)
$E_2 \leq 4$	modelo 3 (4 GB)	546 730
$4 < E_2 \leq 8$	modelo 10 (8 GB)	571 330
$8 < E_2 \leq 12$	modelo 3 (4 GB) y modelo 10 (8 GB)	592 420
$12 < E_2 \leq 16$	modelo 10 (8GB) y modelo 11 (8 GB)	606 420
$16 < E_2 \leq 20$	modelo 22 (16 GB) y modelo 3 (4 GB)	627 720

Para corroborar la información tabulada, se ejecutó el programa con  $E_2 = 10$  GB y se obtuvo el mismo resultado que cuando se ejecutó con  $E_2 = 12$  GB.

Con respecto a la solución  $E_2 = 16$  GB, puede resultar extraño que las dos memorias de 8 GB sean de distintos modelos. Esto se debe a que en *stock* solo hay una RAM del modelo 10, por lo que el programa tuvo que rellenar con la segunda mejor opción: el modelo 11. Para corroborar esto, se aumentó manualmente el *stock* del modelo 10 y cuando se volvió a ejecutar el programa, el resultado entregó dos RAM del modelo 10.

En el caso de  $E_2 = 20$  GB, es preferible una RAM de 16 GB con otra de 4 GB a dos de 8 GB con una de 4 GB porque para insertar 3 memorias RAM se necesita hacer un *upgrade* de la placa madre de una con 2 *slots* a una con 4 *slots* así es que al final sale más cara esta segunda opción (en aproximadamente \$30 000).

Por último, se presenta un gráfico de "eficiencia económica", ya que divide la cantidad total de GB que ofrece una memoria RAM por su precio. Es decir, muestra cuántos GB se obtienen por 1 peso chileno al comparar cierto modelo. Entonces, mientras más GB se tengan por cada 1 CLP, se dirá que es más eficiente la compra.

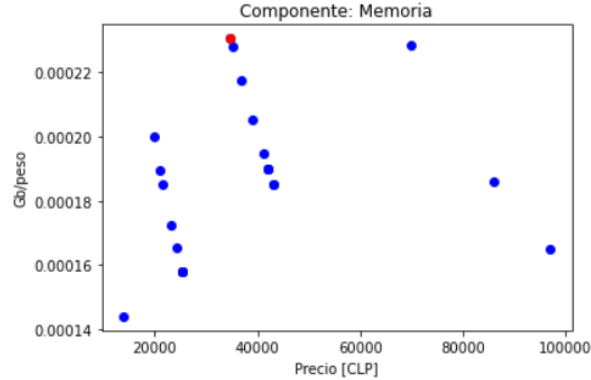


Figura 3: Distribución de memorias según su precio y eficiencia económica. Los puntos azules corresponden a los diferentes modelos y el punto rojo corresponde a la elección del modelo.

Del gráfico anterior se observa que el programa escogió el modelo de RAM más eficiente entre los modelos disponibles de 8 GB.

Es importante destacar que no es llegar y comprar la memoria (o cualquier otro componente) más barata que cumpla con las especificaciones, sino que tiene que cumplir con requerimientos de compatibilidad y potencia, lo que complica el proceso manual de selección de componentes.

### Almacenamiento ( $E_3$ )

El almacenamiento SSD no tiene problemas de compatibilidad, así es que basta con comprar el más barato que cumpla con el requerimiento de capacidad mínima. Por lo tanto, el análisis de

sensibilidad resulta simple. Por ejemplo, en el computador analizado se tiene que  $E_3 = 500$  GB, entonces si se sube el valor de la especificación el problema sería infactible (porque en la base de datos no hay almacenamiento con más de 500 GB) y si se va disminuyendo el valor, la solución no va a cambiar hasta toparse con el valor del almacenamiento que le sigue en la base de datos (480 GB en este caso). Por lo tanto, si  $0 \geq \Delta E_3 > -20$  la solución no cambia.

Se presentarán a continuación dos gráficos que son útiles para visualizar las opciones de almacenamiento disponibles y ver el modelo que eligió el programa (punto rojo).

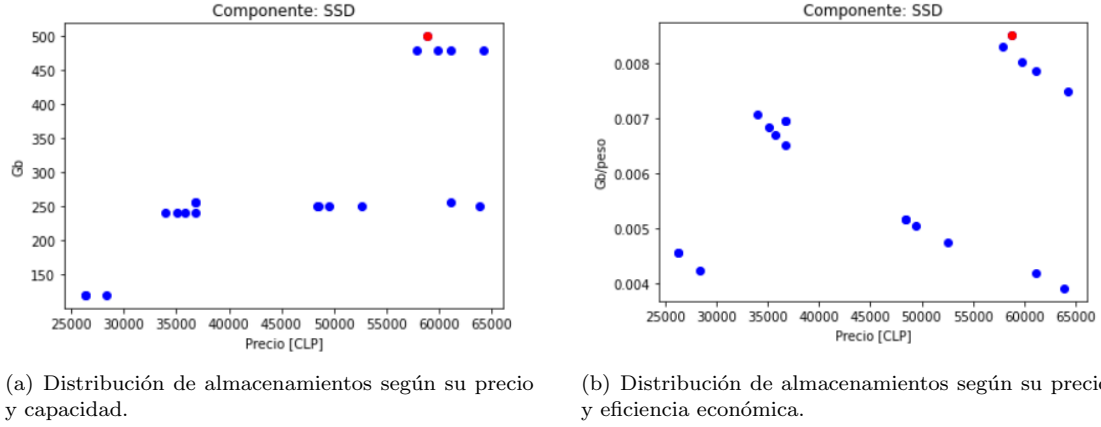


Figura 4: Los puntos azules corresponden a los diferentes modelos y el punto rojo corresponde a la elección del modelo.

Para el computador analizado, el programa elige el único disco duro de 500 GB que se encuentra disponible en la base de datos. Resulta interesante destacar que en el primer gráfico, la relación precio-calidad no tiene una correlación lineal como en el resto de los componentes. Con respecto al segundo gráfico, se puede apreciar que la solución óptima corresponde al modelo de mayor eficiencia.

#### Procesador ( $E_4$ )

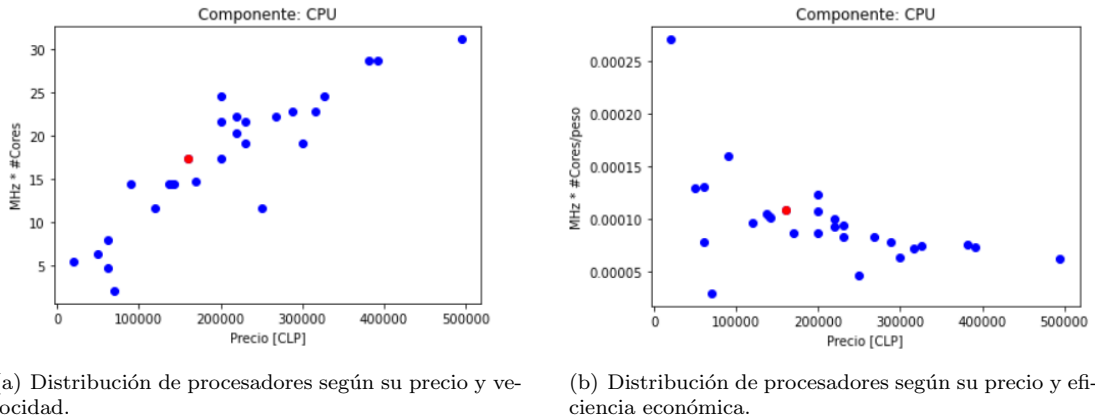


Figura 5: Los puntos azules corresponden a los diferentes modelos y el punto rojo corresponde a la elección del modelo.

En el gráfico de la izquierda se observa que del grupo de puntos que se encuentra a la izquierda del punto rojo, no hay ninguno que tenga un valor mayor. Es decir, no hay un modelo que sea más

barato y que tenga una especificación igual o mejor. Por lo tanto, para ver si existe una solución mejor habría que comparar con los puntos que están a la derecha del punto rojo. Para ello, se debe observar el gráfico a la derecha. Ahí se aprecia que hay un solo punto que tiene una mayor eficiencia que el punto rojo, pero que es  $\approx \$30\,000$  más caro, así es que tiene sentido la elección del programa.

Con respecto al análisis de sensibilidad, si  $0 \geq \Delta E_4 > -3$ , la solución no cambia.

### Tarjeta de Video ( $E_6$ )

Existen tarjetas de video de 1, 2, 4, 6 y 8 GB. Por lo tanto,  $E_6 = \{0, 1, 2, \dots, 8\}$ . Tabulando los posibles valores que puede tomar la especificación  $E_6$ , se obtuvieron los siguientes resultados

$E_6$ (GB)	Resultado Tarjeta de Video	Costo total PC (CLP)
0	No compra	390 340
1	modelo 2 (1GB)	445 330
2	modelo 1 (2GB)	453 530
3	modelo 7 (4GB)	571 330
4	modelo 7 (4GB)	571 330
5	modelo 10 (8GB)	621 330
6	modelo 10 (8GB)	621 330
7	modelo 10 (8GB)	621 330
8	modelo 10 (8GB)	621 330

Cabe mencionar que la fuente de poder también cambia cuando se modifica la tarjeta de video (las de menor capacidad requieren una fuente de poder que entrega menos potencia y las de mayor capacidad consumen más potencia).

Por otro lado, notar que para 6, 7 y 8 GB, la solución es la misma. Esto ocurre porque la tarjeta de video más barata de 8 GB es más barata que la tarjeta de video más barata de 6 GB.

## 5.2. Inclusión Post-Optimal de Restricciones

Puede existir la situación en que un usuario prefiera comprar todos los componentes en una misma sucursal, por lo tanto se agregó la siguiente restricción para considerar este caso.

$$\sum_{t=1}^T y_t \leq 1 \quad (1)$$

Al correr el programa con las mismas especificaciones se obtuvo que los componentes se comprarán todos en Las Condes y el valor óptimo es \$587 130. Es decir, \$15 800 más que cuando se compraban los componentes en distintas tiendas. La lista de compras para este caso se encuentra en el anexo en la figura 8.

## 5.3. Análisis de las Restricciones

### Restricciones que no son necesarias de analizar

- R1. En esta restricción no es posible realizar un análisis de sensibilidad, debido a que para estas componentes, el computador debe tener exactamente una unidad de cada una de ellas, no existen computadores con más o menos.
- R2. Restricción relacionada con la compatibilidad de la tarjeta de video con el espacio de la placa madre, lo que no es modificable, ni se puede utilizar para efectos del análisis.

- R3. La restricción es acerca de respetar el límite de los espacios disponibles en la RAM, por lo tanto es una restricción en la que no se puede analizar su sensibilidad, debido a que no hay variantes de los casos.
- R4. La restricción es acerca de respetar el límite de los espacios disponibles de almacenamiento para el modelo de la placa madre, por lo tanto no se puede analizar su sensibilidad, debido a que no hay variantes de los casos.
- R7. Esta restricción no es necesario un análisis de sensibilidad, ya que es una relación entre variables.
- R8. Esta restricción no es necesario un análisis de sensibilidad, ya que es una relación entre variables.
- R9. La restricción es acerca de respetar la compatibilidad de los modelos de los componentes con la placa madre, por lo tanto es una restricción que no posee variantes en las que el usuario pueda imponer sus elecciones y no es necesario un análisis de sensibilidad.
- R10. La restricción es acerca de respetar la compatibilidad de los modelos de las memorias con el procesador, por lo tanto es una restricción que no posee variantes en las que el usuario pueda imponer sus elecciones y no es necesario un análisis de sensibilidad.
- R11. Respetar la disponibilidad de la tienda es una restricción en la que no es necesario un análisis de sensibilidad debido a que debe respetarse sin importar las decisiones del usuario.
- R12. Esta restricción no se puede modificar para efectos de análisis de sensibilidad debido a que el factor de forma del gabinete es algo que viene dado, su valor no puede cambiar.
- R13. Esta restricción no se puede modificar para efectos de análisis de sensibilidad debido a que el tamaño de la tarjeta de video es algo que viene dado, su valor no puede cambiar.
- R14. Esta restricción no se puede modificar para efectos de análisis de sensibilidad debido a que el tamaño de la tarjeta de video es algo que viene dado, su valor no puede cambiar.
- R15. La naturaleza de las variables es una propiedad intrínseca de la naturaleza del modelo, por lo que no tiene sentido analizar la sensibilidad de esta restricción.

**Restricciones en las que se necesita un análisis de sensibilidad**

En este caso, para realizar el análisis de sensibilidad, variamos los datos de los parámetros de las restricciones, y a partir de esto encontramos un delta en el que los valores se pueden mover sin afectar la solución, ni el valor óptimo. A partir de este procedimiento obtuvimos los siguientes  $\Delta$ 's:

- R5. Las sensibilidades registradas para los parámetros  $E_i$  son:

Requerimiento	Intervalo de variación ( $\delta$ )
$E_2$	$(-4, 0]$
$E_3$	$(-20, 0]$
$E_4$	$(-3, 0]$
$E_6$	$(-2, 0]$

Cabe destacar que, dada la naturaleza de las variables, muchos de los límites laterales de los intervalos suelen estar caracterizados por hacer cambiar drásticamente el valor objetivo de la función de costos. Dado esto, es recomendable usar discreción determinando el *set* de valores que en la práctica si se podrían caracterizar.

- R6. El lado derecho de esta restricción puede variar entre  $(-\infty, 130]$  sin que varíe el valor objetivo del modelo. Este resultado tiene sentido, dado a que representa a la holgura, en *Watts*, que la fuente de poder tiene respecto al consumo de los demás componentes que conforman al vector de soluciones encontrado por el modelo. Exigiendo una holgura mayor en *Watts* requeriría la utilización de otra fuente de poder.

## 6. Conclusiones

Este modelo tiene por objetivo asistir al usuario con la elección de un set de piezas de la manera más eficiente respecto a los costos asociados a su compra, considerando al stock disponible en tienda, la compatibilidad tecnológica y física entre los componentes elegidos y las especificaciones pedidas por el usuario respecto a su caracterización de usuario.

El modelo es una correcta representación de la realidad ya que ocupa precios reales, tiendas existentes y además, en base a nuestros resultados, se concluye que la solución es realista e implementable, pues no arroja precios enormemente alejados de los valores reales de los computadores, como el de PC Factory que utilizamos para nuestro análisis.

También se puede concluir que el modelo es un verdadero aporte a la toma de decisiones del usuario, ya que le facilita mucho el trabajo de buscar su computador ideal al menor costo, según las especificaciones que él o ella requiera. Es más, lo realiza en muy poco tiempo y entrega un computador a menor costo que los ya existentes en el mercado.

Se podría decir que la solución es robusta frente a cambios en los parámetros relevantes, ya que en el análisis de sensibilidad se encontraron rangos de valores relativamente amplios en los que se debe mantener cada especificación del usuario para que la solución óptima no variara. Cabe destacar que los rangos siempre son negativos porque como se trata de especificaciones MÍNIMAS, si es que se aumenta el valor de  $E_i$ , automáticamente salta a un componente con mejor tecnología que el presente en la solución actual.

Nuestro modelo podría parecer similar a una sección de la página web de Pc Factory llamada "Arma tu pc", en la cual el usuario selecciona la plataforma con la que quiere construir el pc (AMD o Intel), lo que asegura la compatibilidad entre piezas al igual que nuestro modelo, pero la ventaja que presenta nuestra idea es que el usuario no debe seleccionar una a una la pieza que quiere (como hay que hacer en "Arma tu pc"), sólo ingresa las especificaciones que necesita según el uso que le dará al computador, y el modelo le arrojará la combinación de piezas óptima al menor costo posible. Si lográramos actualizar en tiempo real la base de datos a utilizar en el modelo, este sería la mejor opción para encontrar el computador ideal para cada persona al menor precio posible. Por otro lado, es interesante notar que para el caso de  $E_2 = 16$  GB, la solución obtenida fueron dos memorias de 8 GB en vez de una de 16 GB, que habría sido lo más intuitivo. Esto se debe a que las dos memorias de 8 GB entregadas por el programa en conjunto cuestan \$69 780 mientras que la de 16 GB tiene un costo de \$69 990. Otro aspecto del modelo, o más bien de los datos que utilizamos, que podría resultar contra-intuitivo a primera vista para el usuario es que algunas tarjetas de video de 8 GB son menos costosas que algunas de 6 GB, lo cual puede pasar por el tipo de tecnología asociada a la CPU.

Finalmente, en relación al rendimiento del grupo, podemos decir que la única dificultad que tuvimos fue coordinar horarios de reunión, debido a la diversidad de los integrantes que componen al equipo. A pesar de esto, logramos llegar a un acuerdo en el que si alguno no podía presentarse en una reunión, este se encargaría de una tarea específica con el compromiso de tener una reunión final para verificar la coherencia de la entrega finalizada y que todos entendiéramos cada aspecto dentro del proyecto. Además, nuestro ambiente de trabajo siempre fue grato por el compromiso y respeto que nos tenemos. Agradecemos la instancia entregada por el curso y sus profesores para lograr conocer gente nueva que nos enriquezca con nuevas experiencias.

## 7. Anexos

Además de la carpeta, los archivos y el programa se encuentran en el siguiente repositorio de github: [https://github.com/ftoyarzun/Proyecto\\_opti](https://github.com/ftoyarzun/Proyecto_opti). Ahí se encuentran los datos en los archivos *.dat* y el programa en el archivo *Programa.ipynb*

A continuación se encuentran la lista de compras que entrega el programa para los computadores básico, avanzado y comprado en una sola tienda

```
Compra 1.0 unidad/es de la Placa madre ID 36926 en la sucursal en Manuel Montt
Compra 1.0 unidad/es de la Memoria ID 37039 en la sucursal en Mall Plaza Alameda
Compra 1.0 unidad/es de la SSD ID 30966 en la sucursal en Manuel Montt
Compra 1.0 unidad/es de la CPU ID 33704 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la Fuente de poder ID 25210 en la sucursal en Manuel Montt
Compra 1.0 unidad/es de la Gabinete ID 36559 en la sucursal en Mall Arauco Maipu
Con un costo total de 281940.0
```

Figura 6: Lista de compras para armar el PC de un usuario básico

```
Compra 1.0 unidad/es de la Placa madre ID 36926 en la sucursal en Manuel Montt
Compra 1.0 unidad/es de la Memoria ID 37040 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la SSD ID 33710 en la sucursal en Mall Arauco Maipu
Compra 1.0 unidad/es de la CPU ID 33704 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la Fuente de poder ID 25211 en la sucursal en Chillan
Compra 1.0 unidad/es de la Tarjeta de video ID 38685 en la sucursal en Chillan
Compra 1.0 unidad/es de la Gabinete ID 36559 en la sucursal en Mall Arauco Maipu
Con un costo total de 361530.0
```

Figura 7: Lista de compras para armar el PC de un usuario avanzado

```
Compra 1.0 unidad/es de la Placa madre ID 32917 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la Memoria ID 37040 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la SSD ID 29235 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la CPU ID 32738 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la Fuente de poder ID 25211 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la Tarjeta de video ID 29276 en la sucursal en Las Condes
Compra 1.0 unidad/es de la Gabinete ID 36559 en la sucursal en Las Condes
Con un costo total de 587130.0
```

Figura 8: Lista de compras de una sola tienda para armar el PC propuesto por PCfactory correspondiente a la solución óptima del modelo

A continuación se encuentran fotos de los componentes que el programa encontró que eran los óptimos.



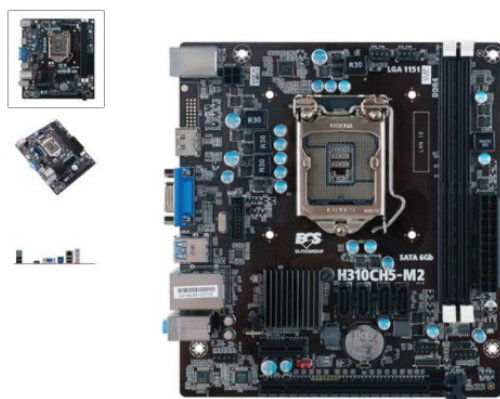


**Gear® Desktop Gamer Blue Demon Intel Core i5-10400  
8GB 1TB NVIDIA GTX 1650 4GB**

Código de Producto : ID 37617

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	50+	<b>\$ 649.990</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Normal <b>\$ 684.190</b>
Antofagasta	0	
Copiapó	0	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	0	
Viña del Mar	0	Cantidad : <input type="text" value="1"/>
Santiago	0	
» Agustinas	4	<b>Agregar al Carro</b>
» Cantagallo	3	
» Huerfanos	2	<b>Cotización</b>
» Las Condes	3	
» Manuel Montt	30+	Tenemos las siguientes formas de Pago:
» Mall Arauco Maipú	5	
» Mall Costanera Center	0	
» Mall Plaza Alameda	3	
» Mall Plaza Norte	4	
» Mall Plaza Oeste	0	
» Mall Florida Center	4	
Rancagua	0	
Curico	0	

Figura 9: PC propuesto en PCFactory



**ECS® M/B Intel H310 mATX (1151-v2)**

Código de Producto : ID 36926

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	0	<b>\$ 54.990</b>
Calama (Mall Plaza)	2	Precio Normal <b>\$ 57.890</b>
Antofagasta	5	
Copiapó	0	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	0	
Viña del Mar	0	Cantidad : <input type="text" value="1"/>
Santiago	0	
» Agustinas	0	<b>Agregar al Carro</b>
» Cantagallo	0	
» Huerfanos	0	<b>Cotización</b>
» Las Condes	0	
» Manuel Montt	0	Tenemos las siguientes formas de Pago:
» Mall Arauco Maipú	1	
» Mall Costanera Center	0	
» Mall Plaza Alameda	0	
» Mall Plaza Norte	0	
» Mall Plaza Oeste	1	
» Mall Florida Center	0	
Rancagua	0	
Curico	0	
Talca	2	
Chillan	0	
Talcahuano (Mall Trébol)	0	
Concepción	0	
Los Ángeles	0	
Valdivia	2	

NOTA: Stock desfasado 20 minutos.

Figura 10: Placa madre óptima



**G.Skill® DDR4 8GB 2400MHz Value RAM**  
Código de Producto : ID 37040

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	1	<b>\$ 32.990</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Normal <b>\$ 34.690</b>
Antofagasta	0	
Copiapó	0	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	0	
Viña del Mar	0	Cantidad : <input type="text" value="1"/>
Santiago	0	
» Agustinas	0	<b>Agregar al Carro</b>
» Cantagallo	0	
» Huerfanos	0	<b>Cotización</b>
» Las Condes	0	
» Manuel Montt	0	Tenemos las siguientes formas de Pago:
» Mall Arauco Maipú	1	
» Mall Costanera Center	0	
» Mall Plaza Alameda	0	
» Mall Plaza Norte	0	
» Mall Plaza Oeste	0	
» Mall Florida Center	0	
Rancagua	0	
Curico	0	
Talca	0	
Chillan	0	
Talcahuano (Mall Trébol)	0	
Concepción	0	
Los Angeles	0	
Valdivia	0	
	0	

NOTA: Stock desfasado 20 minutos.

Figura 11: Memoria RAM óptima



**WD® Unidad SSD 500GB SATA3 2.5" Blue**  
Código de Producto : ID 29235

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	1	<b>\$ 65.990</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Normal <b>\$ 69.490</b>
Antofagasta	0	
Copiapó	0	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	0	
Viña del Mar	0	Cantidad : <input type="text" value="1"/>
Santiago	0	
» Agustinas	0	<b>Agregar al Carro</b>
» Cantagallo	0	
» Huerfanos	0	<b>Cotización</b>
» Las Condes	0	
» Manuel Montt	0	Tenemos las siguientes formas de Pago:
» Mall Arauco Maipú	0	
» Mall Costanera Center	0	
» Mall Plaza Alameda	0	
» Mall Plaza Norte	0	
» Mall Plaza Oeste	0	
» Mall Florida Center	0	
Rancagua	0	
Curico	0	
Talca	0	
Chillan	1	
Talcahuano (Mall Trébol)	0	
Concepción	0	
Los Angeles	0	

Figura 12: Almacenamiento óptimo



Intel® CPU Core i5-9400F 2.9GHz 9MB (1151-v2)  
Código de Producto : ID 32738

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	50+	<b>\$ 159.990</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Normal <b>\$ 168.390</b>
Antofagasta	0	
Copiapó	4	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	3	
Viña del Mar	6	Cantidad : <input type="text" value="1"/>
Santiago	8	
» Agustinas	8	<b>Agregar al Carro</b>
» Cantagallo	17	
» Huerfano	10	<b>Cotización</b>
» Las Condes	15	
» Manuel Montt	21	Tenemos las siguientes formas de Pago:
» Mall Arauco Maipú	8	
» Mall Costanera Center	9	
» Mall Plaza Alameda	6	
» Mall Plaza Norte	8	
» Mall Plaza Oeste	6	
» Mall Florida Center	5	
Rancagua	9	
Curico	7	
Talca	9	
Chillan	6	
Talcahuano (Mall Trébol)	3	
Concepción	3	
Los Angeles	7	
Valdivia	8	



Figura 13: Procesador óptimo



Spektra® Fuente de Poder 500W  
Código de Producto : ID 25210

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	24	<b>\$ 18.990</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Normal <b>\$ 19.990</b>
Antofagasta	0	
Copiapó	4	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	4	
Viña del Mar	0	Cantidad : <input type="text" value="1"/>
Santiago	1	
» Agustinas	1	<b>Agregar al Carro</b>
» Cantagallo	11	
» Huerfano	8	<b>Cotización</b>
» Las Condes	0	
» Manuel Montt	6	Tenemos las siguientes formas de Pago:
» Mall Arauco Maipú	0	
» Mall Costanera Center	6	
» Mall Plaza Alameda	1	
» Mall Plaza Norte	10	
» Mall Plaza Oeste	0	
» Mall Florida Center	0	
Rancagua	11	
Curico	6	
Talca	15	
Chillan	2	
Talcahuano (Mall Trébol)	6	
Concepción	11	
Los Angeles	2	
Valdivia	8	

Figura 14: Fuente de poder óptima

**Gigabyte® Video NVIDIA GeForce GTX1650 4G D6 OC**  
Código de Producto : ID 38684

Disponibilidad	Unidades	Precio Efectivo
Internet	19	<b>\$ 171.690</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Normal
Antofagasta	2	<b>\$ 176.990</b>
Copiapó	2	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	2	
Viña del Mar	0	
Santiago		
» Agustinas	1	
» Cantagallo	6	
» Huerfanos	2	
» Las Condes	3	
» Manuel Montt	1	
» Mall Arauco Maipú	0	
» Mall Costanera Center	1	
» Mall Plaza Alameda	0	
» Mall Plaza Norte	3	
» Mall Plaza Oeste	0	
» Mall Florida Center	1	
Rancagua	3	
Curico	0	
Talca	0	
Chillan	2	
Talcahuano (Mall Trébol)	3	
Concepción	3	
Los Angeles	0	
Valdivia	1	

Cantidad :

**Agregar al Carro**

**Cotización**

Tenemos las siguientes formas de Pago:






Figura 15: Tarjeta de video óptima

**InWin® Gabinete ATX Alice Grey**  
Código de Producto : ID 36559

Disponibilidad	Unidades	Precio Oferta Efectivo
Internet	30+	<b>\$ 55.990</b>
Calama (Mall Plaza)	0	Precio Oferta
Antofagasta	0	<b>\$ 58.990</b>
Copiapó	0	(*) Otros Medios de Pago
La Serena	0	Precio Referencial
Viña del Mar	2	<b>\$ 63.190</b>
Santiago		
» Agustinas	0	
» Cantagallo	3	
» Huerfanos	0	
» Las Condes	1	
» Manuel Montt	0	
» Mall Arauco Maipú	0	
» Mall Costanera Center	2	
» Mall Plaza Alameda	1	
» Mall Plaza Norte	1	
» Mall Plaza Oeste	2	
» Mall Florida Center	1	
Rancagua	1	
Curico	0	
Talca	0	
Chillan	0	
Talcahuano (Mall Trébol)	0	
Concepción	0	
Los Angeles	0	
Valdivia	0	

Cantidad :

**Agregar al Carro**

**Cotización**

Tenemos las siguientes formas de Pago:




Figura 16: Gabinete óptimo

## Bibliografía

- [1] Agencia Bloomberg. (10 julio de 2020). Ventas de computadores aumentan ante recuperación de suministro y demanda. *La Tercera*. Recuperado de <https://www.latercera.com/pulso/noticia/ventas-de-computadores-aumentan-ante-recuperacion-de-suministro-y-demanda/V4AU4FHL6ZF7VOFYJ2JQACVI3Y/>