



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



# DIGITALIZACIÓN DE MIPYMES INDUSTRIALES: GESTIÓN DE CLIENTES, PLANIFICACIÓN DE RECURSOS Y MEJORA LOGÍSTICA

María Carolina CAYÓN GONZÁLEZ - Rafael DAVYT RUIZ  
Mauro MAGNOU ALBERRO

Tutores:

Héctor CANCELA

Pedro PIÑEYRO

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República

Montevideo – Uruguay  
Mayo de 2020

# Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a todo el equipo de funcionarios y docentes de la Facultad de Ingeniería - UdelaR, quienes nos acompañaron a lo largo de la carrera, en especial a nuestros tutores, Héctor Cancela y Pedro Piñeyro, por su guía académica y su calidez humana. También destacar el apoyo de la Unidad de Extensión de la Facultad de Ingeniería - UdelaR.

Asimismo queremos expresar nuestro agradecimiento al PTIC por abrirnos sus puertas, en especial a Patricia Quintana y Guillermo Gonsalves. A la vez, a Acuaría Catering, por ser pieza fundamental de este proyecto de grado. Principalmente a la familia Pombo, por su disposición y confianza.

También queremos manifestar nuestra gratitud hacia Hexa y Goddard Catering Group por compartir sus conocimientos y experiencia con nosotros.

No dejar de mencionar a nuestros respectivos trabajos, quienes nos apoyaron y facilitaron nuestra dedicación hacia este proyecto.

Agradecemos también a nuestros amigos, por su comprensión y compañía en todos esta etapa.

Por último, agradecer a nuestras familias, en especial a nuestros padres y madres, por ser apoyo fundamental en cada momento de esta carrera.

## RESUMEN

Las mipymes juegan un rol fundamental dentro de la economía uruguaya y la generación de empleo, pero a pesar de ello no se encuentran inmersas en los cambios tecnológicos de los últimos tiempos. La creciente oferta en la industria del software ha permitido a las empresas de menor porte acceder a sistemas informáticos. A su vez la búsqueda y elección de un sistema acorde se ha complejizado, provocando la necesidad de recurrir a consultorías y asesoramientos para abordar este proceso. En ese sentido, el trabajo se centra en el apoyo a la mipyme uruguaya Acuaria Catering, en la búsqueda de un software de gestión. Para lograr la consecución de este objetivo se siguieron varias etapas.

El primer paso fue estudiar la bibliografía existente sobre estos sistemas de gestión, más específicamente paquetes de software ERP (Enterprise Resource Planning). En segundo lugar y a modo de investigación, se estudió la situación de las mipymes uruguayas en lo que a digitalización de procesos refiere, profundizando en las empresas del rubro catering. Luego se estudió al detalle la operativa de Acuaria con el objetivo principal de relevar los requisitos para el sistema, y también generar un vínculo de confianza. Para el relevamiento las técnicas utilizadas fueron varias: entrevistas, visitas a las instalaciones y análisis de procesos y documentos. En paralelo se realizó una investigación del mercado de software, tanto local como internacional, para poder disponer de un amplio abanico de opciones. Luego de tener claros los requisitos se procedió a estudiar las diferentes opciones y determinar en cuales se debía profundizar. Se detallan las reuniones y/o demostraciones realizadas con las diferentes empresas seleccionadas, en donde se evaluaron sus sistemas y se intentó llegar a un presupuesto. De aquí surgieron las opciones para presentar a la dirección de la empresa y mediante el uso de un método para la toma de decisiones, se acompañó a Acuaria en la elección del ERP más conveniente.

Como estudio complementario se desarrolló un modelo matemático que refleja la operativa de Acuaria en lo que respecta a entregas y recolecciones de servicios. Se busca que el mismo pueda nutrirse de la información existente en el ERP y presente las rutas, tiempos y vehículos a utilizar para satisfacer los servicios de la forma más conveniente.

Este trabajo buscó ser un aporte para el proceso de crecimiento de Acuaria Catering, a la vez que pueda servir como guía para aquellas empresas que quieran embarcarse en el proceso de búsqueda y elección de un software y sus posibles beneficios.

**Palabras clave:** Digitalización de procesos, Sistemas de gestión, ERP, Modelado matemático, Problema de entrega y recolección, Mipymes, Rubro catering.

# Tabla de contenidos

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>2</b>
1.1	Justificación del proyecto . . . . .	2
1.2	Objetivos . . . . .	3
1.3	Organización del documento . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>5</b>
2.1	TICS en la productividad de las empresas . . . . .	5
2.2	Evolución histórica de los sistemas integrados de gestión . . . . .	6
2.3	Programación matemática . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Contexto nacional</b>	<b>15</b>
3.1	Mipymes en Uruguay . . . . .	15
3.2	Parque Tecnológico Industrial del Cerro (PTIC) . . . . .	18
3.3	Las TICs en el rubro catering . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Descripción del problema</b>	<b>22</b>
4.1	Establecimiento del vínculo . . . . .	22
4.2	Caso de estudio: Acuaria Catering . . . . .	23
4.3	Situación a resolver . . . . .	24
4.4	Situación actual . . . . .	25
4.5	Características que debe contener el sistema . . . . .	28
<b>5</b>	<b>Relevamiento del mercado de software</b>	<b>30</b>
5.1	Modalidad de la búsqueda . . . . .	30
5.2	Información recabada de las diferentes opciones . . . . .	32
5.2.1	Paquetes de software verticales . . . . .	33
5.2.2	Paquetes de software genéricos extranjeros . . . . .	34
5.2.3	Empresas de software genéricos locales . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Elección del software</b>	<b>48</b>
6.1	Análisis de alternativas . . . . .	48
6.2	Etapas posteriores . . . . .	55
<b>7</b>	<b>Aplicación del ERP: Problema de entrega y recolección de servicios</b>	<b>57</b>
7.1	Motivación del modelo . . . . .	57
7.2	Forma de trabajo: distribución y recolección . . . . .	58
7.3	Modelado matemático . . . . .	59
7.4	Validación del modelo . . . . .	66

## TABLA DE CONTENIDOS

7.5	Análisis con casos reales . . . . .	73
7.6	Vínculo ERP - datos para el modelo . . . . .	86
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>88</b>
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>92</b>
	<b>Apéndices</b>	<b>94</b>
<b>A</b>	<b>Primer correo para relevamiento de la utilización de paquetes de software en empresas de catering</b>	<b>95</b>
<b>B</b>	<b>Segundo correo para relevamiento de la utilización de paquetes de software en empresas de catering</b>	<b>96</b>
<b>C</b>	<b>Guía de preguntas para entrevista con GCG</b>	<b>97</b>
<b>D</b>	<b>Planillas utilizadas en la gestión de materias primas</b>	<b>98</b>
<b>E</b>	<b>Requisitos funcionales de Acuaria</b>	<b>100</b>
<b>F</b>	<b>Flujogramas</b>	<b>105</b>
F.1	Producción . . . . .	105
F.2	Recepción . . . . .	106
F.3	Tareas en depósitos . . . . .	107
F.4	Seguimiento y Facturación . . . . .	107
<b>G</b>	<b>Preparación primera entrevista Acuaria</b>	<b>108</b>
<b>H</b>	<b>Caso de ejemplo</b>	<b>110</b>
<b>I</b>	<b>Información complementaria de los paquetes de software relevados</b>	<b>113</b>

# Lista de figuras

2.1	Funciones de la información . . . . .	6
2.2	Evolución de los sistemas integrados de gestión . . . . .	8
2.3	Diagrama de un ERP . . . . .	10
3.1	Distribución territorial de las mipymes por subregiones . . . . .	16
3.2	Penetración de programas informáticos en las mipymes . . . . .	17
3.3	Participación de mipymes en actividades de capacitación . . . . .	17
4.1	Mapa de procesos de Acuaria . . . . .	25
5.1	Prueba online software ERPNext . . . . .	36
5.2	Prueba online software Odoo . . . . .	38
6.1	Gráfico radial Hexa vs Odoo . . . . .	54
7.1	Grafo de cumplimiento de servicios ejemplo inicial . . . . .	60
7.2	Tiempos de traslado - prueba 1 . . . . .	67
7.3	Solución - prueba 1 . . . . .	67
7.4	Tiempos de traslado - prueba 2 . . . . .	68
7.5	Solución - prueba 2 . . . . .	69
7.6	Tiempos de traslado - prueba 3 . . . . .	70
7.7	Solución - prueba 3 . . . . .	70
7.8	Solución - prueba 4 . . . . .	71
7.9	Tiempos de traslado entre servicios - caso real: carga alta . . . . .	75
7.10	Solución carga alta A . . . . .	78
7.11	Solución carga alta B . . . . .	79
7.12	Tiempos de traslado entre servicios - caso real: carga media . . . . .	80
7.13	Solución carga media A . . . . .	81
7.14	Solución carga media B . . . . .	82
7.15	Tiempos de traslado entre servicios - caso real: carga baja . . . . .	83
7.16	Solución de los servicios - caso real: carga baja GLPK . . . . .	84
7.17	Solución de los servicios - caso real: carga baja CPLEX . . . . .	85
7.18	Vínculo ERP - Modelo matemático . . . . .	86
D.1	Planilla utilizada para la recepción de materias primas . . . . .	98
D.2	Planilla utilizada para mantener la trazabilidad . . . . .	99

# Lista de tablas

3.1	Clasificación de empresas en Uruguay . . . . .	15
4.1	Servicios básicos brindados por Acuaría . . . . .	26
5.1	Paquetes de software de catering . . . . .	33
5.2	Paquetes de software extranjeros . . . . .	34
5.3	Empresas de software uruguayas contactadas . . . . .	39
5.4	Horas presupuestadas por Númina . . . . .	40
5.5	Horas presupuestadas por Opus . . . . .	44
6.1	Comparación de propuestas . . . . .	49
6.2	Método aplicado para la toma de decisiones . . . . .	53
6.3	Costo anual en dolares por opción . . . . .	54
6.4	Inversión en 5 años . . . . .	55
7.1	Información de servicios de la prueba 1 . . . . .	66
7.2	Información de servicios - prueba 2 . . . . .	68
7.3	Información de servicios - prueba 3 . . . . .	69
7.4	Información de servicios - prueba 4 . . . . .	71
7.5	Información de servicios - prueba 5.B . . . . .	72
7.6	Información de servicios - prueba 5.C . . . . .	72
7.7	Información de los presupuestos - caso real: carga alta . . . . .	73
7.8	Referencia de los servicios - caso real: carga alta . . . . .	74
7.9	Ventanas de tiempo - caso real: carga alta . . . . .	76
7.10	Información de los presupuestos - caso real: carga media . . . . .	79
7.11	Referencia de los servicios - caso real: carga media . . . . .	80
7.12	Información de los presupuestos - caso real: carga baja . . . . .	82
7.13	Referencia de los servicios - caso real: carga baja . . . . .	83
7.14	Comparación de resultados casos reales . . . . .	85
H.1	Stock definido al inicio - caso de ejemplo . . . . .	112
I.1	Paquetes de software de catering - información adicional . . . . .	113
I.2	Paquetes de software extranjeros - información adicional . . . . .	114

# Glosario

**BOM (Bill of Material):** Conocido en español como explosión de materiales, es una lista estructurada con la cantidad de componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto.

**EDI (Electronic Data Interchange):** Intercambio electrónico de documentos como órdenes de compra, autorizaciones de envío, avisos de envío avanzados y facturas, utilizando formatos de documento estandarizados para poder conectar distintos sistemas de información.

**Hardware:** Equipo físico utilizado para las actividades de entrada, procesamiento y salida en un sistema de información. Computadoras de cualquier tamaño o forma, dispositivos móviles, dispositivos utilizados para el ingreso, almacenamiento o salida y dispositivos de telecomunicaciones que conectan a las computadoras entre sí.

**Hosting-Servidor:** Computadora optimizada de manera específica para proveer software, almacenamiento y otros recursos a otras computadoras a través de una red. Estos pueden ser destinados a distintas funciones.

**Nube-Cloud:** centro de datos que enlaza servidores, almacenamiento, redes, datos y aplicaciones como un conjunto de servicios virtuales que los usuarios comparten dentro de una compañía si la nube es privada, o a través de Internet para el público general si la nube es pública.

**Partner:** Empresa que se asocia con otra con fines estratégicos comunes. Entre las empresas de software, generalmente una empresa es partner de otra si vende y/o implementa el software desarrollado por esta.

**Software:** Instrucciones y programas que controlan y coordinan los componentes físicos o hardware de un sistema de información.

**XML (Extensible Markup Language):** Lenguaje que facilita la comunicación directa entre las computadoras a través de Internet.



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Justificación del proyecto

El avance tecnológico y la creciente disponibilidad de herramientas informáticas, en términos de aumento de la oferta y también en su masificación por ser cada vez más sencillo acceder a ellas, ha tenido un impacto creciente en la modernización de la sociedad en su conjunto. No solo ha modificado los hábitos de las personas y la interacción que se produce entre ellas, sino que también ha influido en la realidad de las empresas dando una posibilidad de progreso y crecimiento impensada hasta hace unos pocos años.

De lo mencionado anteriormente, se forma el contexto en el cual se sientan las bases de este proyecto de fin de grado. Estos avances tecnológicos generan grandes oportunidades para aquellas micro, pequeñas y medianas empresas. Más aún, representan un desafío que es necesario abordar para mantenerse actualizado y competitivo en el mercado.

La transformación digital, y los cambios tecnológicos pueden abarcar áreas muy diversas dentro de la empresa. En primer lugar, se puede vislumbrar un cambio en la manera de registro de la información y de contacto con clientes y proveedores. También en la planificación de los recursos disponibles como ser inventarios de materia prima y producto terminado, equipamiento existente y personal, de forma de lograr un uso eficiente de esos recursos. Por último, la gestión de la cadena de suministro, el manejo de las órdenes recibidas y seguimiento de su entrega, así como la planificación de las actividades logísticas (incluyendo modelos de optimización para mejorar costos y reducir los tiempos de entrega, mejorando la eficiencia y eficacia de este proceso).

En general los sistemas informáticos que permiten la gestión de las operaciones diarias generan ganancias en eficiencia importantes; a lo que se suma, a través de la creación de bases de datos con información de buena calidad y persistencia en el tiempo, la posibilidad a futuro de realizar Reingeniería de Procesos de Negocio y de emplear herramientas de Inteligencia de Negocio para detectar oportunidades. Sin embargo, las micro, pequeñas y medianas empresas, muchas veces no cuentan con el conocimiento, el tiempo y los recursos económicos necesarios que les permitan adquirir estos sistemas que tantos beneficios pueden generar.

Este proyecto busca un primer abordaje para profundizar en la situación actual en

Uruguay con respecto al uso de la tecnología en la gestión de las micro, pequeñas y medianas empresas. Para esto se trabajará en conjunto con una empresa del rubro catering y se intentará encontrar un software adecuado para gestionar su negocio. A la vez se realizará un modelo matemático que permita gestionar los servicios, el cual pueda nutrirse con la información del sistema, mostrando así uno de sus posibles beneficios.

## 1.2. Objetivos

Resulta pertinente detallar los objetivos específicos que persigue este proyecto de fin de grado.

En términos generales se quiere:

1. Profundizar en la literatura existente con relación a sistemas informáticos que permiten gestionar de manera integrada inventarios, compras, presupuestos, producción y entrega.
2. Indagar acerca de la situación actual en lo que refiere a la digitalización de procesos y utilización de tecnología en las mipymes uruguayas.
3. Relevar el uso de la tecnología en el sector catering/alimentación.
4. Adentrarse en los procesos, la organización de la producción y las entregas de una empresa concreta del rubro, prestando especial atención a la utilización de la tecnología.

De manera específica se busca:

1. Relevar los requisitos de la empresa Acuaría Catering y entender cuales son las necesidades que un software a implementar debe satisfacer.
2. Investigar sobre las herramientas existentes en el mercado local e internacional respecto a sistemas de Enterprise Resource Planning (ERP) y Customer Relationship Management (CRM), en todos los formatos de licenciamiento. Teniendo foco en encontrar un sistema que se adapte a la empresa caso de estudio.
3. Estudiar las opciones de paquetes de software ERP y presentar a la parte interesada aquellas que se considera cumplen con sus requisitos y se adaptan a su realidad.
4. Brindar una herramienta para la toma de decisión y realizar una recomendación a la empresa.
5. Plantear un primer acercamiento a un modelo matemático que le permita a Acuaría planificar sus entregas, con el fin de plasmar la utilidad que tendría la fuente de información que un ERP le proporciona a una empresa.

### 1.3. Organización del documento

El presente documento se divide en siete capítulos, el contenido de cada uno de ellos se comenta brevemente a modo de brindar una idea general. En este capítulo se introduce al documento y la organización del mismo. En el Capítulo 2 se profundiza en la información presente en la literatura que resulta relevante para el entendimiento del proyecto de grado, como ser la tecnología de la información, sistemas integrados de gestión, ERP y programación matemática. Con relación al Capítulo 3, se brinda información acerca del contexto del cual forma parte la empresa que se utiliza como caso de estudio. Luego, en el Capítulo 4 se introduce a Acuaría Catering, la empresa con la cual se trabaja, profundizando en sus necesidades y forma de trabajo. Es parte central de este proyecto de grado la etapa de búsqueda de un software que se ajuste a las necesidades de la empresa, toda la información relativa a ello se encuentra en el Capítulo 5. El proceso de elección del software hasta la toma de la decisión se detalla en el Capítulo 6. En el Capítulo 7 se presenta un modelo matemático para representar la entrega y recolección de los servicios. Por último, en el Capítulo 8 se procede a presentar las conclusiones.

# Capítulo 2

## Marco Teórico

Esta sección presenta una introducción en los temas estudiados con mayor profundidad a lo largo del proyecto, para una mejor comprensión del mismo.

### 2.1. TICS en la productividad de las empresas

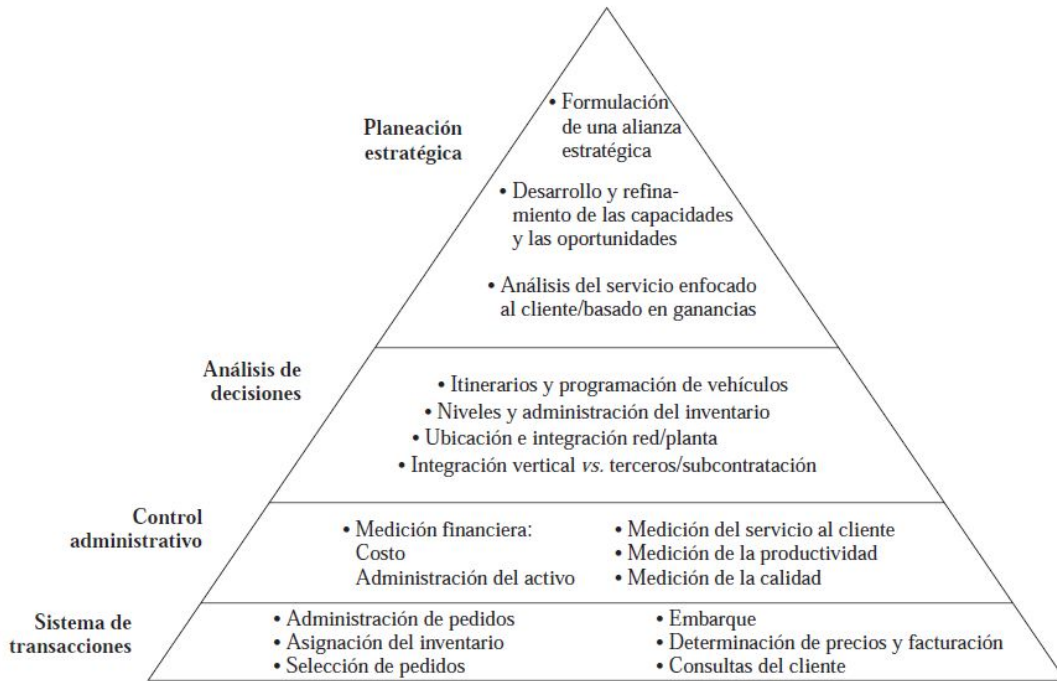
Antes de definir que son las TICS, corresponde definir que son los sistemas de información:

“Componentes interrelacionados que trabajan en conjunto para recolectar, procesar, almacenar y diseminar información para soportar la toma de decisiones, la coordinación, el control, el análisis y la visualización en una organización” (Laudon y Laudon, 2012).

Tecnologías de la información y la comunicación (TICS) refiere a todas las herramientas utilizadas para capturar, conocer, transmitir, procesar y almacenar información en formato digital. Es decir, son herramientas tecnológicas, tanto hardware como software, que se utilizan para gestionar sistemas de información.

Con relación a su uso en las empresas, se parte de la estrategia de negocio para definir las necesidades de información y estas determinan a su vez las necesidades de tecnologías de la información. Luego de implantadas se amplían las posibilidades de la empresa, permitiendo redefinir la estrategia, comenzando nuevamente el ciclo.

En este mismo sentido, Bowersox *et al.* (2007) define a los sistemas de información de la cadena de suministro (SCIS) como un hilo que vincula las actividades logísticas y que se desarrolla en cuatro niveles. Es decir, el sistema de información colabora con el desempeño de la empresa en los cuatro niveles de jerarquía que se pueden ver en la Figura 2.1, vinculando los objetivos y la toma de decisiones en cada nivel, en función de la estrategia de la empresa.



**Figura 2.1:** Funciones de la información.

Fuente: [Bowersox et al. \(2007\)](#).

Los sistemas de información empresariales permiten desde el área transaccional incrementar la eficiencia operacional y sirven de apoyo para tomar mejores decisiones en los distintos niveles estratégicos. Esta pirámide refleja cómo a través de las TICS correctamente gestionadas en todos los niveles, las empresas pueden llegar a un desarrollo competitivo.

## 2.2. Evolución histórica de los sistemas integrados de gestión

Desde que surgieron las primeras computadoras y con el transcurso de los años se han ido desarrollando nuevas tecnologías que colaboran con el desempeño y la gestión de las empresas.

Los primeros sistemas que surgieron para empresas eran herramientas destinadas al área contable. A lo largo de toda la década del 60 se fueron desarrollando mejoras en estos sistemas. Sobre el final de la misma surgió el primer sistema informático orientado a respaldar registros contables basados en el método de doble entrada, conocidos como General Ledger ([Ferran y Salim, 2008](#)).

En paralelo se fueron desarrollando sistemas para otras áreas de las empresas pero eran módulos sin conexión entre sí. Esto generaba conflictos, datos y procesos redundantes e inconsistencias. Si bien facilitaba la gestión individual de cada área, generaba problemas a la hora de integrar la información. Un ejemplo fue una primera aproximación a lo que serían los MRP I (Material Requirements Planning), sistemas de planificación de requerimiento de materiales, que permitían, a través de entradas, procesos y análisis, agrupar por línea de producción y determinar las materias primas necesarias y utilizadas.

Otro ejemplo fueron sistemas destinados a los recursos humanos para mantener un registro de la información del personal así como de la nómina.

El concepto de EOQ (Economic Order Quantity) desarrollado por Harris (1913), y el sistema de reposición de inventario por punto de pedido, presentado por Wilson (1934), ambos en la primera mitad del siglo XX, fueron punto de partida para el desarrollo posterior de los MRP (Delgado y Marín, 2000).

Al igual que una buena parte de los desarrollos tecnológicos de la humanidad, diversas fuentes adjudican el comienzo de los MRP, a la Segunda Guerra Mundial. Con las investigaciones de Delgado y Marín (2000), Andonegi *et al.* (2005), y Oltra (2012), se puede explicar como se da la relación entre la guerra y la evolución del software empresarial.

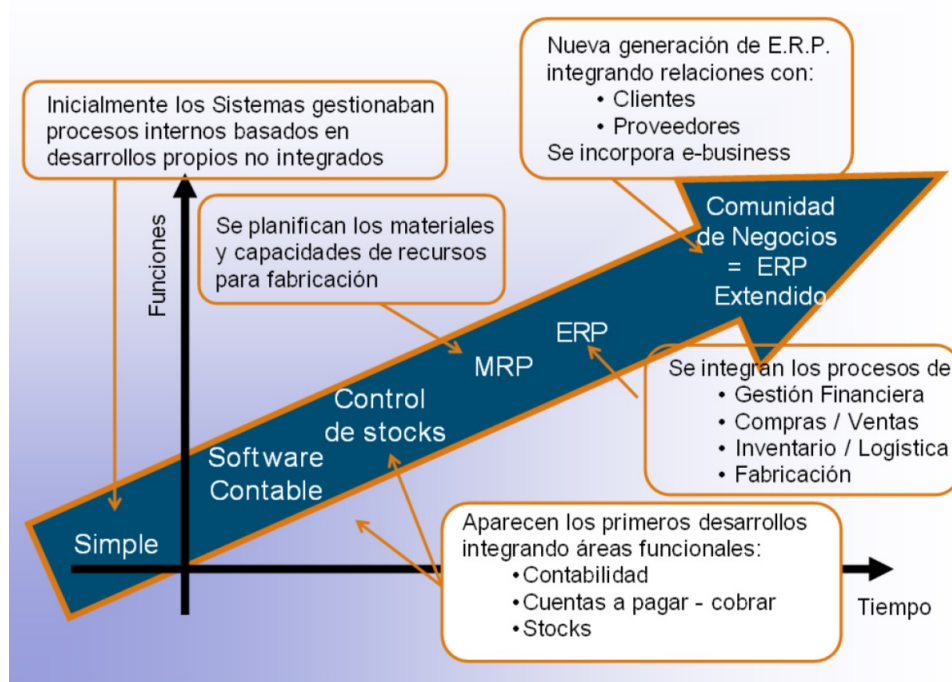
Durante la guerra surge la investigación de operaciones y las primeras computadoras, con el objetivo de resolver grandes problemas de cálculo y programación matemática referidos a la planificación. Estas primeras máquinas eran demasiado caras para usarlas en la industria y recién en 1950 se comenzaron a expandir en las universidades de Estados Unidos. A finales de la década del 50 comenzaron a expandirse las computadoras en el entorno empresarial y en la década del 60 surgen las primeras empresas dedicadas al desarrollo y venta de software.

El MRP I (Material Requirements Planning) surge frente a la necesidad de determinar cuanto y cuando solicitar los materiales utilizados por una empresa. Este se compone por 3 pilares fundamentales, el BOM (bill of material), un sistema de control de inventario y un programa maestro de producción. Los sistemas utilizados hasta este momento eran basados en los conceptos de punto de reorden y EOQ previamente mencionados, pero estos no eran útiles para la planificación de materiales con demanda dependiente. Estos son artículos cuya demanda queda determinada por su relación con otro material de un nivel más alto y no queda independientemente determinada por el mercado. En el MRP I, el programa maestro de producción se basa en la demanda, la posición de inventarios y el BOM de los materiales para planificar la producción y la demanda de materias primas. Es una serie de procedimientos, reglas de decisión y registros diseñados para convertir el programa maestro de producción en necesidades netas tanto de producción como de abastecimiento, para cada periodo de planificación.

El MRP I permite grandes avances como el control y reducción de inventarios, reducción de tiempos de producción y aumentos de eficiencia, pero también posee algunas limitaciones. Carece del control de la capacidad de carga de trabajo y tampoco analiza la disponibilidad de recursos financieros para realizar las compras de insumos, en caso que el sistema determine la necesidad de comprar.

El MRP II surge como respuesta a estos problemas, permitiendo prever con antelación conflictos de carga de trabajo por estación, y reservando recursos financieros en caso de necesitar comprar materiales. Estos evalúan si se tiene la capacidad y los recursos para llevar a cabo el plan de producción, y si no es posible, el programa maestro es alterado. Es decir, en el MRP II se integran la producción, el inventario, las compras y las finanzas.

En el correr de las décadas 80 y 90 la aplicación de estos sistemas fue cada vez mayor y se buscó seguir integrándolos con las demás áreas. Recién en los 90 surgen los ERP, sistema que no solo implica una integración de todas las áreas, sino un cambio en el concepto de gestión.



**Figura 2.2:** Evolución de los sistemas integrados de gestión.

Fuente: [Oltra \(2012\)](#).

En la actualidad, existen una amplia variedad de paquetes de software utilizados para la gestión de las organizaciones, más allá de los mencionados previamente. Los nombres suelen ser acrónimos asociados a las funcionalidades o al sector de la empresa que permite gestionar el software. Algunos de los más conocidos y utilizados por las empresas son los SCM, CRM y ERP.

**SCM** (Supply Chain Management), traducido como administración de la cadena de suministro engloba dos conceptos, el sector de una empresa que se dedica precisamente a eso, o algún tipo de aplicación informática que asiste en la gestión de todas las funciones asociadas a este sector. Esto puede ser la gestión eficiente del inventario, las compras a proveedores a través de predicción de la demanda y la planificación y gestión de recursos productivos. La frontera del sistema es amplia ya que puede incluir o conectarse con proveedores, socios, distribuidores y clientes.

**CRM** (Customer Relationship Management), traducido como gestión de la relación con el cliente, al igual que el SCM, encierra dos conceptos: por un lado la estrategia de negocio focalizada hacia el cliente y por otro todos los posibles sistemas informáticos destinados a colaborar con las tareas que implica gestionar el área comercial. Este puede servir de plataforma en la relación con el cliente incluyendo la recepción de órdenes de compra, la generación de un historial de clientes y sus compras, entre otras funcionalidades. La aplicación de este sistema facilita el análisis y el uso del conocimiento de los clientes. Esto permite identificar cuales se desean retener y cómo hacerlo de manera eficiente a través de marketing bien dirigido, aumentando las ventas y la rentabilidad de la empresa.

La Asociación para la Gestión de Operaciones (APICS), antes conocida como American Production and Inventory Control Society, y desde 2019 también responsable de la Asociación para la gestión de la cadena de suministro (ASCM), define CRM como: filosofía de marketing basada en poner al cliente primero. Este recopila y analiza infor-

mación diseñada para el soporte de decisiones de ventas y marketing, para comprender y respaldar las necesidades existentes y potenciales de los clientes. Incluye gestión de cuentas, entradas de catálogo y pedidos, procesamiento de pagos, créditos y ajustes, y otras funciones (Blackstone, 2013)<sup>1</sup>.

**ERP** (Enterprise Resource Planning), cuya traducción es planificación de recursos empresariales. Se profundiza en este sistema considerando que es el software más completo, y como se verá, es el que cumple con las condiciones del proyecto.

El diccionario de APICS Blackstone (2013) define ERP como un marco para organizar, definir y estandarizar los procesos de negocio necesarios para planificar y controlar efectivamente una organización, buscando así que la misma pueda usar su conocimiento interno para buscar una ventaja externa.<sup>1</sup>

Oltra (2012) cita varias definiciones hechas por diferentes autores en distintos años, algunas de las cuales se exponen a continuación:

Para Davenport (1998) - “un sistema ERP es un paquete de software comercial que integra toda la información que fluye a través de la compañía: financiera y contable, de recursos humanos, de la cadena de abastecimiento y de clientes.”

Según Holland y Light (1999) - “un ERP automatiza las actividades corporativas nucleares, tales como: manufactura, recursos humanos, finanzas y gestión de la cadena de abastecimiento, incorporando las mejores prácticas para facilitar la toma de decisiones rápida, la reducción de costos y el mayor control directivo.”

Lee y Lee (2000) definen un ERP como - “un paquete de software integrado de uso empresarial. En el ERP todas las funciones necesarias del negocio, tales como finanzas, manufactura, recursos humanos, distribución y ordenes, se integran firmemente en un único sistema con una base de datos compartida.”

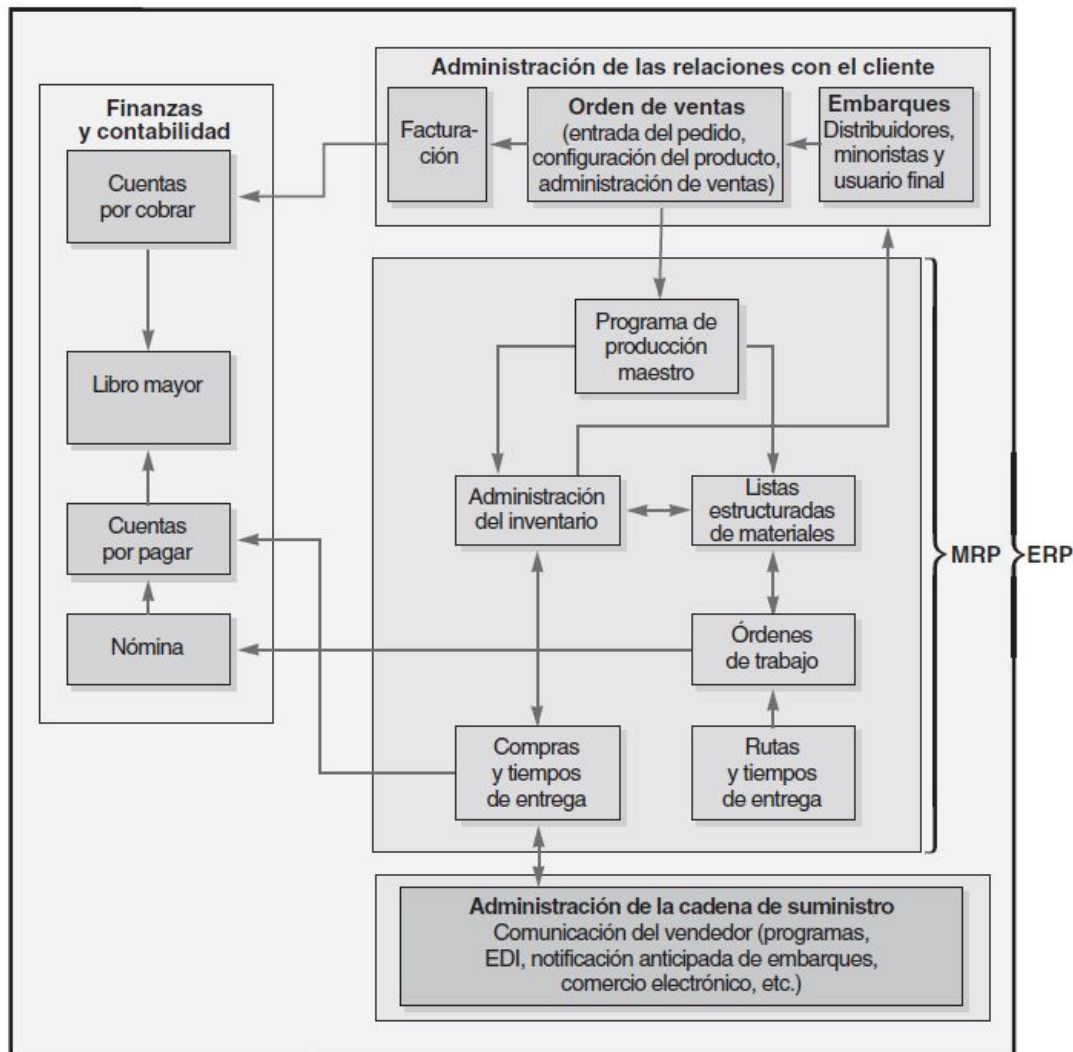
Los hermanos Laudon y Laudon (2001) explican a los ERP como - “sistemas de información que integran los procesos claves del negocio de forma tal que la información pueda fluir libremente entre las diferentes partes de la empresa, mejorando con ello la coordinación, la eficiencia y el proceso de toma de decisiones.”

Según McGaughey y Gunasekaran (2009), - “un ERP es un sistema de información que integra procesos de negocio, con el objetivo de crear valor y reducir los costos, haciendo que la información correcta esté disponible para las personas adecuadas y en el momento adecuado para ayudarles a la toma de decisiones en la gestión de los recursos de manera productiva y proactiva. Un ERP se compone de varios paquetes de software multimódulo que sirven y dan soporte a múltiples funciones en la empresa.”

---

<sup>1</sup>Traducción propia.





**Figura 2.3:** Flujos de información en un ERP con algunos de los módulos típicos: MRP, CRM, SCM y Finanzas y contabilidad.

Fuente: Heizer y Render (2009).

En la actualidad también existe el concepto de ERP extendido, o ERP II, que consiste en el ERP tradicional, incorporando relaciones de integración con proveedores y clientes a través del e-business. Esta parece ser la tendencia en el mundo de los negocios, una economía global integrada. La vinculación entre distintos sistemas ERP de diversas empresas es posible gracias a las tecnologías conocidas como EDI (Electronic Data Interchange) o XML (Extensible Markup Language), forma en la cual fluye la información entre un sistema y otro. A continuación se expresan algunas ventajas y posibles desventajas de un ERP.

### Beneficios de un sistema ERP

Implantar un sistema ERP en una empresa y utilizarlo correctamente puede generar muchas ventajas. Si la empresa dispone de varios sistemas informáticos para los distintos procesos de negocio o distintos sectores, el ERP los integra a todos. Esto permite unificar

y ordenar toda la información de la empresa en un solo lugar, una base de datos única, disminuyendo la carga de trabajo asociada al manejo de información (datos duplicados y operaciones innecesarias) y las posibilidades de error. Se borran las barreras interdepartamentales que se dan en las compañías y la información fluye, eliminando improvisaciones que suelen darse por falta de comunicación. La información es gestionada en tiempo real, permitiendo que cualquier suceso quede a la vista de forma inmediata y posibilitando la toma de decisiones de forma más rápida y segura. En resumen, la información es confiable, precisa y oportuna y es compartida entre todos los componentes de la organización. De esta manera se logra un mejor control de la empresa y así se obtienen grandes beneficios:

- Automatización y optimización de procesos.
- Control y reducción de inventarios.
- Control, análisis y mejora de la productividad.
- Obtención de reportes de información que pueden ser analizados para realizar mejoras.
- Integración con proveedores y clientes permitiendo intercambiar información y coordinar eficientemente la cadena de suministro.
- Aumento de comunicación entre sectores y unidades de negocios.
- Eventual ventaja estratégica sobre los competidores.

### **Desventajas de un ERP**

Así como se pueden destacar muchas ventajas de un ERP, también es necesario mencionar el lado negativo que puede tener. En primer lugar el precio, suelen ser productos caros, aún más cuanto más probado y reconocido sea el sistema. Otro factor que aumenta su valor es el desarrollo a medida para una empresa. Es necesario que la empresa disponga de cierta infraestructura para utilizar el sistema, esto representa un costo tanto de hardware como de servidores. También deben destinarse recursos de tiempo y económicos a capacitar a toda la empresa en la utilización del nuevo sistema. En segundo lugar la empresa debe estar dispuesta al cambio. La implementación puede requerir cambios importantes en la empresa y sus procesos, y si no hay una buena disposición, es posible que las mismas no logren adaptarse al sistema. Luego de instalado el sistema y funcionando, con el uso y la cotidianeidad pueden surgir problemas, nuevas operaciones a introducir en el sistema o mejoras en los procesos existentes. A la vez es necesaria la carga de datos constante para que la sistema sea de utilidad.

### **Tipos de ERP**

Existen diferentes clasificaciones de los sistemas ERP según los parámetros a los que se haga referencia. Se pueden clasificar según su diseño, instalación, versatilidad de la solución y tipo de software.

**Según su diseño**, refiere a para quién está diseñado el ERP utilizado por la empresa:

- Diseñados a medida: son creados específicamente para la empresa que lo utilizará y por lo tanto se adapta perfectamente a las necesidades de la misma. Dado que se producen para una empresa en particular los mismos suelen ser costosos.

- Predefinidos: son una solución genérica conformada por módulos que de manera general satisfacen las necesidades de las empresas. Tienen como ventaja frente a los diseñados a medida que ya han sido probados, facilitando su introducción en la empresa. A su vez, en términos de costos resultan más económicos, lo que hace que sean muy utilizados por las empresas de menor tamaño. Una manera de lograr que dichos paquetes de software brinden una solución más personalizada es mediante la implantación de módulos adicionales o personalizando los existentes, pero esto necesariamente implica costos adicionales que dependiendo del nivel de desarrollo necesario pueden ser hasta superiores al valor del ERP.

**Según su instalación**, hace referencia al lugar en el que se encuentra el software, puede ser en un servidor local o en la nube.

- Local: los servidores y dispositivos están instalados en la propia empresa. Es decir, su utilización se va a limitar al equipo donde esté instalado este sistema de planificación de recursos y su red local.
- En la nube: los servidores están instalados en la nube. Esto significa que se puede acceder a este programa desde cualquier dispositivo, siempre y cuando este último cuente con una conexión a Internet. Un posible problema es que la información está ubicada en los servidores del proveedor y no en un equipo propio. De todas formas, los proveedores suelen hacer copia de seguridad de los datos, por lo que se puede prevenir cualquier tipo de pérdida. Por otro lado, suele ser más económico o por lo menos requerir una inversión inicial menor ya que no demanda gran infraestructura.

**Según la versatilidad que posea el software:**

- ERP vertical: diseñados específicamente para un determinado sector. Esto hace que estén preparados para cubrir las necesidades de las empresas pertenecientes a dicho sector.
- ERP horizontal / genéricos: de manera general sirven para cualquier empresa y por lo tanto necesitan mayor adaptación que uno vertical.

**Según el tipo de código utilizado:**

- Código abierto: el acceso al código fuente del ERP es libre, lo que permite modificarlo e incorporar funcionalidades que se ajusten a las necesidades de negocio de la empresa usuaria.
- Código privado: no permite el acceso al código fuente, sólo puede ser modificado por sus desarrolladores.

## 2.3. Programación matemática

Para la realización de esta sección se utilizaron notas de los cursos de la Facultad de Ingeniería - UdelaR, IIO<sup>2</sup> y M CCP<sup>3</sup>.

<sup>2</sup>Introducción a la Investigación de Operaciones.

<https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=994> última consulta: 01/05/2020

<sup>3</sup>Modelado Cuantitativo para Problemas de Producción.

<https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=327> última consulta: 01/05/2020

Un modelo es una representación que se construye para poder estudiar, comprender y/o predecir una cierta realidad. Generalmente implican simplificaciones aplicando abstracción y suposiciones de la realidad ya que esta puede ser muy compleja.

Un modelo cuantitativo es un modelo matemático cuyos símbolos representan cantidades numéricas y sus relaciones.

Programa matemático: es un modelo cuantitativo donde se planifican recursos para optimizar un cierto objetivo, cumpliendo determinadas restricciones. Además de la función objetivo y las restricciones, el modelo involucra variables de decisiones y parámetros.

Los modelos de programación matemática pueden clasificarse en:

- Programación Lineal (LP).
- Programación Entera (IP).
- Programación Lineal y Entera (MILP).
- Programación No Lineal (NLP).
- Programación No Lineal y Entera (MNLP).

La clasificación que se le da al modelo es importante para determinar la complejidad de resolución.

Si el problema es de difícil optimización, se puede formularlo de manera más fácil y transformarlo en un problema relajado. Algunas relajaciones típicas son ignorar alguna restricción de positividad o la exigencia de que algunas variables sean números enteros. Otra relajación muy conocida es la relajación lagrangeana, en la cual se introducen todas las restricciones del problema en la función objetivo, multiplicando cada una de ellas por un factor de Lagrange. Finalmente, si se cumplen ciertas condiciones, la solución del problema relajado es solución del problema original. Estos parámetros de Lagrange muchas veces son difíciles de determinar analíticamente y para ello se debe resolver un nuevo problema llamado Problema Dual. Este consiste en buscar la relajación más fuerte posible, cuyo valor óptimo esté lo más próximo posible del valor óptimo del problema original. En este nuevo problema, se le llama Primal al problema original. Sea  $d$  la solución óptima del problema dual y  $p$  la del primal, es necesario definir el Gap de dualidad o discrepancia de dualidad, como  $\delta = p - d$  ya que no siempre se llega a un óptimo en el dual que coincida con el del primal.

LP trata del modelado y resolución de problemas con variables de decisión continuas sujetas a restricciones lineales en los que se obtiene el mejor valor de cierta expresión lineal de ellas (función objetivo). Para este tipo de programación se conoce y predomina el mecanismo eficiente de resolución llamado método simplex, el cual recorre las aristas de la región factible del LP (que es un conjunto poliédrico<sup>4</sup>). El método simplex exige que se haya formulado el problema en su forma estándar, en la que sólo se tienen restricciones de igualdad. Usualmente las formulaciones son hechas en forma canónica, donde las restricciones están en forma de desigualdad. Cualquier problema de LP se puede formular en las 2 formas y ambas requieren la positividad de las variables.

Para la resolución se usan paquetes informáticos que ofrecen un lenguaje para describir el modelo, funciones para facilitar el ingreso de datos, algoritmos eficientes (solvers), y

---

<sup>4</sup>En un espacio tridimensional, un poliedro es un conjunto limitado por superficies planas

facilidades para desplegar y analizar los resultados. Al intentar la resolución existen tres posibles situaciones; no factibilidad, lo que implica que hay restricciones contradictorias, no acotado que sucede cuando da un valor objetivo ilimitado y por último la existencia de solución concreta.

GLPK (GNU Linear Programming Kit) es un paquete gratuito que se utiliza para resolver problemas de programación lineal de gran escala (LP), programación de enteros mixtos (MILP) y otros problemas relacionados. GLPK admite el lenguaje de modelado GNU MathProg, que es un subconjunto del lenguaje AMPL (A Mathematical Programming Language).

Cplex Optimizer es otro software de optimización, comercializado por IBM ILOG, el cual permite resolver problemas LP de gran escala, MILP y programación cuadrática. Un programa cuadrático es la forma más simple de problema no lineal. Cplex admite diversos lenguajes de modelado como AMPL, AIMMS, OptimJ, GAMS y TOMLAB. Dispone de distintos algoritmos y realiza un procesamiento en paralelo de memoria compartida, lo que permite una optimización concurrente por varios métodos para determinar la mejor opción. Además tiene la capacidad de ajustar parámetros y diagnosticar inviabilidad.

# Capítulo 3

## Contexto nacional

Este capítulo sirve como introducción al contexto de trabajo de la empresa caso de estudio desde tres perspectivas. En la Sección 3.1 se profundiza acerca de la realidad de las mipymes uruguayas. Luego, en 3.2 se describe el entorno físico de trabajo donde se encuentra ubicada la empresa (PTIC). Por último, en la Sección 3.3 se presenta el relevamiento realizado por el equipo de estudio a las empresas del rubro catering.

### 3.1. Mipymes en Uruguay

Forma parte fundamental de este proyecto el conocimiento del contexto de trabajo en el cual opera Acuaría, para esto es necesario abordar el concepto de mipyme dentro de nuestro país. Mipyme es el acrónimo de micro, pequeña y mediana empresa y su definición varía según el país o el bloque comercial, quienes determinan diferentes parámetros para la clasificación.

En Uruguay la definición formal de mipyme se encuentra establecida en el decreto No.504/007 del 2 de enero del 2008. Para determinar si una unidad económica es una micro, pequeña o mediana empresa se tienen en consideración la cantidad de empleados y las ventas netas anuales excluyendo el IVA expresada en unidades indexadas (UI). En la Tabla 3.1 se resumen las diferentes clasificaciones:

Tipo de empresa	Personal ocupado	Ventas netas anuales
Micro	1 a 4 personas	UI 2.000.000
Pequeña	5 a 19 personas	UI 10.000.000
Mediana	20 a 99 personas	UI 75.000.000

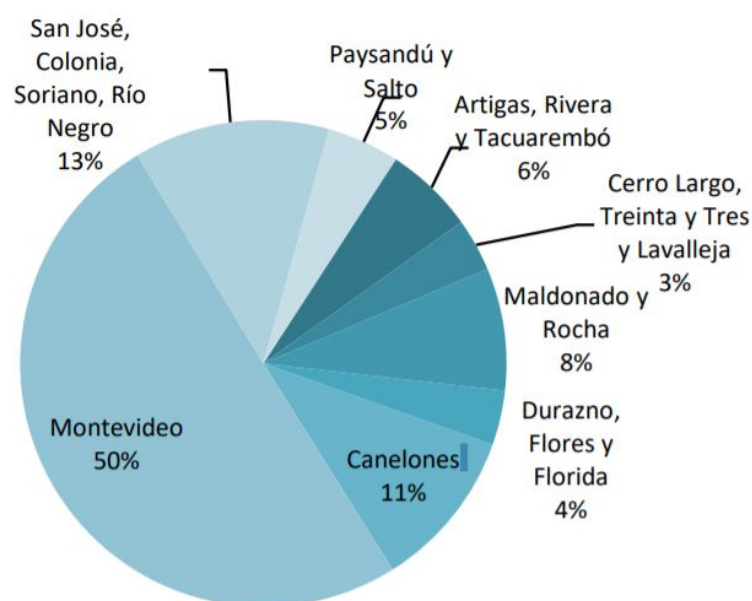
**Tabla 3.1:** Clasificación de las empresas en Uruguay.

Fuente: Elaboración propia en base al decreto No.504/007.

Se entiende como personal ocupado a estos efectos, tanto a aquellas personas empleadas en la empresa como a sus titulares y/o socios por los cuales se realicen efectivos aportes al Banco de Previsión Social. No son consideradas como micro, pequeñas o medianas empresas aquellas que, cumpliendo las condiciones establecidas, estén controladas por otra empresa que supere los límites establecidos o pertenezcan a un grupo económico que, en su conjunto, supere dichos límites.

Observando la importancia de las mipymes se puede destacar que estas ocupan un rol fundamental siendo las responsables de la generación del 59,9 % de los puestos de trabajo en Uruguay. Desagregando esta cantidad, el 21,2 % es en empresas medianas, 22,7 % en pequeñas empresas y 16 % en micro empresas (Asesoría General en Seguridad Social, 2018).

De forma de conocer en mayor medida la realidad de las mipymes en Uruguay, resulta de interés la edición 2017 de la Encuesta Nacional de mipymes MIEM y Equipos Consultores (2017). En la misma se afirma que existen 151.910 emprendimientos mipymes, lo cual significa un aumento del 11 % desde el año 2012, siendo el 85 % micro, 12 % pequeñas y 3 % medianas empresas. Dentro de los sectores el 10 % pertenece a Industria, el 39 % a Comercio y el 51 % a Servicios. En lo que respecta a la antigüedad se pueden observar diferencias significativas entre los emprendimientos; las microempresas presentan un promedio de 10 años, las pequeñas de 15 y las medianas de 22. En cuanto a la distribución geográfica, se puede observar una relación equitativa entre la capital y el interior del país, concentrando cada uno de estos el 50 % de las mipymes. Esto se debe a un crecimiento significativo en las empresas del interior de país, más específicamente las pertenecientes al área comercial. En la Figura 3.1 se representa la distribución territorial de las empresas dividida por subregiones:



**Figura 3.1:** Distribución territorial de las empresas por subregiones (en %). Año 2017.  
Fuente: MIEM - Equipos Consultores.

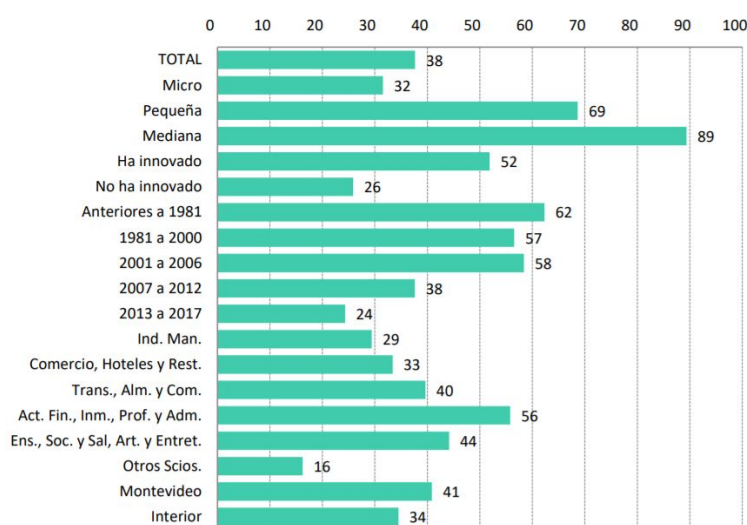
Los cargos de dirección son ocupados mayoritariamente por el género masculino, siendo la distribución de 65 % hombres y 35 % mujeres. En lo que respecta a niveles de estudio se puede observar que el 33 % cuenta con educación terciaria o superior, 36 % educación media superior, 19 % educación media básica y el 11 % educación primaria.

Dentro del Capítulo “Factores de competitividad”, perteneciente al informe de la encuesta antes mencionada, se reflejan datos vinculados al área tecnológica, las cuales son de especial interés para este proyecto. En lo que respecta a la tenencia de computadoras o laptop, el 62 % de las mipymes declara tener al menos una. Esto muestra un comporta-

miento creciente desde las microempresas (57%), hasta las medianas (98%), situándose las pequeñas en el medio (89%).

En cuanto a la conexión a Internet, el 70% declara utilizar este recurso. Este uso responde al mismo comportamiento que el indicador anterior, siendo las microempresas las que poseen menor uso con 66%, las pequeñas 93% y las medianas 99%.

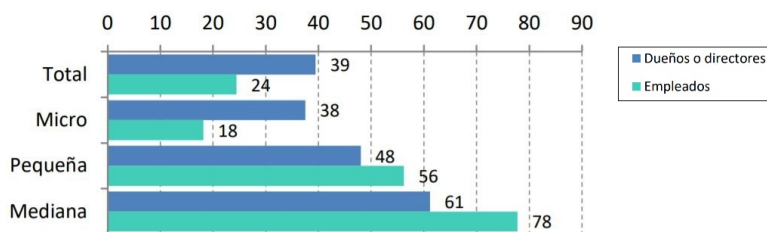
En lo que respecta a la utilización de programas informáticos, los datos muestran que solo el 38% tienen acoplado el uso de estos en tareas administrativas, contables o financieras. Una vez más las medianas empresas son quienes poseen los valores más altos, alcanzando el 89% mientras que las microempresas llegan tan solo a 32%. En la Figura 3.2 se puede observar la distribución porcentual de la penetración de programas informáticos según diferentes variables:



**Figura 3.2:** Penetración de programas informáticos según variables seleccionadas (en %). Año 2017.

Fuente: MIEM - Equipos Consultores.

En cuanto a la capacitación dentro de la empresa, se visualizó que dentro de los últimos dos años el 39% de los dueños o directores participaron de algún tipo de capacitación, mientras que tan solo el 24% de los empleados lo hizo. Al analizar la Figura 3.3 podemos observar que las microempresas respetan esta relación mientras que las pequeñas y medianas la invierten.



**Figura 3.3:** Participación de dueños y empleados en actividades de capacitación según variables seleccionadas (en %). Año 2017.

Fuente: MIEM - Equipos Consultores.



Otro punto de interés para este proyecto es profundizar sobre el deseo de mejora y el apoyo técnico o de consultoría de las mipymes. En lo que respecta al ánimo de mejora, las empresas ponen el foco en el marketing y las ventas, estando el 35 % de estas interesadas en perfeccionar dicha área. A esto lo sigue la mejora en la productividad (18 %) y en el área financiera (9 %). A la vez, tan solo el 11 % de las empresas declaran haber contado con asesoramiento técnico o consultorías para mejorar su funcionamiento, siendo las medianas (34 %) las que más utilizaron esta herramienta. Las áreas más demandadas para esto fueron las contable, financiera y tributaria (19 %), seguida por marketing (12 %) y administración (7 %). El apoyo al sector de producción, optimización de servicios y tiempo se encuentra en el final de la lista, representado con el 2 %.

### 3.2. Parque Tecnológico Industrial del Cerro (PTIC)

Dentro de la realidad en Uruguay, se puede destacar el Parque Tecnológico Industrial del Cerro (PTIC) como un fuerte promotor del surgimiento y el crecimiento de las mipymes. Es dentro de este complejo público-privado que se encuentra ubicada la empresa foco de estudio.

El PTIC es llevado adelante por la Intendencia de Montevideo (IM) desde el año 1998, trabajando dentro de un predio de 20 hectáreas en donde antiguamente funcionaba EFCSA (Establecimiento Frigorífico del Cerro Sociedad Anónima).

Los objetivos que persigue el PTIC son:

- Generar mayor valor para el Parque.
- Generar mayor valor para sus empresas.
- Insertar al PTIC como un agente de desarrollo local.

En la actualidad el Parque emplea de forma directa a más de 1200 personas, distribuidas en 70 empresas en los sectores alimentario, textil, metalúrgico, maderero, plástico, electrónico, medioambiental, papel y vidrio, naval y de servicios.

El trabajo de grado aquí presente nace bajo el proyecto “Parque Tecnológico Industrial del Cerro, generando desarrollo, emprendimientos y economía local”, el cual es financiado por la Agencia Nacional de Desarrollo y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la República. También cuenta con la Facultad de Ingeniería - UdelaR y el Instituto de Promoción Económico Social del Uruguay como instituciones socias. Este proyecto tiene como objetivos:

1. Promover el desarrollo de nuevos emprendimientos.
2. Aumentar la productividad en los emprendimientos existentes.

Sumado a esto UdelaR, mediante Facultad de Ingeniería, ha desarrollado en conjunto con el PTIC diversas actividades que buscan promover mejoras en los procesos y en la cultura productiva de las empresas que conforman el Parque. Dentro de estas se destacan pasantías de ingeniería en el área ambiental, prácticas curriculares de Ingeniería de Producción, Mecánica y Química, proyectos de fin de carrera y apoyo al plan de obras de saneamiento. En los últimos años se pueden destacar financiamientos para los proyectos PTIC - UdelaR por parte de la Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el

Medio (CSEAM) y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), apoyo a cooperativas INACOOOP y asistencias técnicas FONDES.

### 3.3. Las TICs en el rubro catering

Frente a la falta de información que refleje la realidad de las empresas vinculadas al Catering en el Uruguay, se consideró pertinente comenzar por relevar la situación actual de las empresas del rubro en lo que a utilización de tecnología para la gestión refiere.

Primero se procedió a realizar una lista de empresas utilizando diversas fuentes, empresas conocidas del mercado local, blogs de eventos y Google Maps. Adicionalmente, se obtuvieron sugerencias por parte de Acuaria. Finalmente, se llegó a una lista de cincuenta empresas del rubro, dispares en lo que a especialización, tamaño y ubicación geográfica refiere, en busca de obtener una perspectiva general del sector.

El medio de comunicación elegido para el contacto inicial fue vía e-mail, el cual permitía llegar a todas las empresas de manera masiva y formal, por ello, se consideró el más adecuado para establecer un primer acercamiento. Una vez elegido el canal, se procedió a estructurar el mensaje a enviar, el cual se dividió en tres grandes bloques. Una primer parte dedicada a brindar contexto, explicando el rol como estudiantes y el rumbo y motivo de la investigación. Un segundo bloque solicitando información acerca de cómo gestionan diversos aspectos de su empresa, como ser manejo de sus recursos, pedidos, facturación y el rol de la tecnología en dicha gestión. Por último, el saludo y agradecimiento final. Cabe resaltar que se realizó especial hincapié en la confidencialidad de la información brindada y la puesta a disposición del material que se generara a raíz de este trabajo. Además, se optó por poner como asunto de dicho e-mail “Investigación - Facultad de Ingeniería - UdelaR” para denotar el respaldo de la institución (Anexo A).

Para realizar seguimiento a las respuestas, se optó por un archivo excel conteniendo nombre de la empresa, teléfono, e-mail, página web, dirección y una columna indicando si se había recibido respuesta y en caso afirmativo cuál era el contenido de la misma.

De las cincuenta empresas contactadas, cuatro de ellas respondieron al e-mail, dos con ánimos de agendar una reunión presencial para obtener mayor información acerca del proyecto, una indicando que no era posible proporcionar dicha información y una brindando la información solicitada. La empresa que brindó información, mencionó que no hacían uso de sistemas informáticos para la gestión de compras o la producción, que para ello se utilizaba un cuaderno y una persona encargada. Lo que sí gestionaban con un sistema contable eran las ventas, pero no se quiso brindar información acerca del nombre de dicho sistema. En lo que refiere a las dos empresas que plantearon agendar una visita presencial, las mismas finalmente no se pudieron concretar al no obtener más respuesta.

Como la mayoría de las empresas contactadas no proporcionaron una respuesta a este e-mail de carácter abierto solicitando información, se optó por redactar un segundo e-mail (Anexo B) realizando preguntas concretas en esta oportunidad. A continuación se detallan dichas preguntas:

1. ¿Utilizan algún sistema informático? ¿Cuál? En caso contrario explique brevemente cómo gestionan la recepción pedidos, el control de stock de materia prima y producto terminado, control de las ventas y la facturación. Por ejemplo: con carteleras, anotaciones en cuadernos, calendarios, Excel, documentos de Word, Google Drive o lo que sea que utilicen para gestionar su empresa.

2. ¿Ha considerado utilizar algún sistema informático? ¿Para gestionar qué aspectos? ¿Porqué no lo han implementado aún?
3. ¿Le han ofrecido algún sistema informático para gestionar su negocio? ¿Cuál?
4. ¿Considera que un sistema informático sería de utilidad para su negocio?

En esta oportunidad obtuvimos dos respuestas, una contestando de manera detallada a cada una de las interrogantes y otra solicitando una reunión presencial. A modo de resumen, la empresa que contestó a las preguntas mencionó que para la gestión de los presupuestos, seguimiento de consultas y cuentas por cobrar utilizaba Excel, Word, archivos en pdf, Drive y agenda en papel. Su postura frente a la adquisición de un software fue conservadora y reacia por varios motivos. En primer lugar, al tratarse de una empresa pequeña, les generaba gran preocupación incurrir en un nuevo costo fijo. A su vez, consideraban que un software no sería lo suficientemente flexible para poder lidiar con los imprevistos y cambios de último momento propios del negocio. Tenían la percepción de que un software lejos de facilitar las tareas o disminuir los errores, podía aumentar la carga de trabajo provocando que la organización se volviera más burocrática. Sin embargo, reconocían que un software les permitiría procesar un mayor volumen de datos, lo cual podía contribuir al crecimiento de la empresa. Mencionaron que, a lo mejor, su postura negativa en cuanto a los beneficios de aplicar un software de gestión se debía a que nunca habían probado ni le habían ofrecido uno de manera formal.

Por otro lado, la reunión presencial se concretó el día jueves 16 de mayo con Julio Feoli, gerente financiero y encargado del área de sistemas, en las instalaciones de la empresa GCG (Goddard Catering Group). Para acudir a dicha reunión, se elaboró un libreto con preguntas guía (Anexo C). La primera parte de este libreto era de carácter introductorio, para tener una noción de la escala de la empresa y sus productos. Luego, adentrar un poco más en la gestión y el uso de sistemas informáticos para llevarla adelante.

En primer lugar parece pertinente brindar una breve descripción de la empresa. GCG es una empresa multinacional cuya casa matriz está ubicada en Miami. Se instaló en Uruguay en 1998 luego de adquirir una empresa local, con el objetivo de brindar servicio de catering a los vuelos comerciales. Con el paso de los años, la filial en Uruguay creció, y como el mercado de la aviación presentaba un crecimiento limitado, diversificaron su actividad a diferentes nichos. En la actualidad brindan soluciones gastronómicas para la aviación y comedores institucionales (empresas, instituciones públicas, colegios, entre otros), definiéndose a sí mismos como una empresa de “catering industrial”. En GCG trabajan aproximadamente 450 personas en total, de las cuales alrededor de 180 se dedican a la producción específicamente. La operativa es diferente según el tipo de servicio que se esté brindando. Por un lado, se producen productos terminados, como ser el caso de los menú para los vuelos. En otras ocasiones se trasladan los insumos a los puntos de venta, como es el caso de las cantinas de las escuelas, en donde se termina de preparar el plato.

Adentrándonos en el software que utilizan, el mismo no abarca la producción, sí incluye en cambio, las etapas anteriores y posteriores. Es decir, engloba los pedidos al proveedor, la recepción de la mercadería y el envío de los productos finales e intermedio hacia el cliente o punto de venta. Se trata de ICG Manager, un sistema de gestión de origen español, con representación en el territorio uruguayo, desde donde se brinda soporte actualmente. Si bien la empresa reconoce las ventajas de utilizar el software destaca que hay varios aspectos que podrían mejorar.

Uno de los motivos de la no conformidad es que el proceso productivo no está incluido en el sistema. Cuando se visitó la empresa (16 de mayo del 2019) se estaba trabajando en terminar de introducir las recetas al sistema para poder comenzar a utilizar el módulo de producción de ICG Manager. Dicho módulo se encuentra disponible desde la implementación inicial del software (hace 10 años), pero nunca se utilizó, por falta de personal asignado para llevarlo adelante. En el momento de la visita, la producción en la planta de CGC estaba siendo programada en base a planillas de Excel, las cuales eran impresas en papel para utilizarlas en cada sector.

A su vez, la empresa cuenta con un software a medida para organizar la producción en los puntos de venta al cual se le llamó POS Manager y se encuentra en funcionamiento desde 2018. Ambos sistemas están vinculados y a partir del menú cargado en el punto de venta se dispara la solicitud de los ingredientes necesarios (en algunos casos el plato ya pronto), para el sistema ICG Manager. También permite programar las entregas semanales de manera eficiente a medida que se carga el menú semanal. Al estar vinculados, si se genera un nuevo plato, ingrediente u otro agregado, se carga en el ICG Manager (software general de gestión), y migra al software de los puntos de venta de forma automática.

Las solicitudes de producción al depósito se realizan de forma manual, así como también la determinación de qué y cuánto comprar. En cambio, el pedido a proveedores sí se hace a través del software principal de gestión, desde el cual salen los mails de contacto con los proveedores.

Al momento de la reunión no manejaban la trazabilidad, pero esperaban poder hacerlo cuando quedara implementado el módulo de producción del software principal (ICG Manager), el cual permite hacer el loteo de productos terminados. Un problema importante que tenía la empresa en cuanto al lote, es el etiquetado, para el cual ya disponían de las herramientas pero no lo realizaban.

GCG se enfrentó a un problema que suele ser recurrente en la implementación de un software cuando no son tomadas las medidas correspondientes; la resistencia al cambio por parte de los empleados. Para enfrentar este inconveniente GCG demandó de mucho apoyo por parte de la empresa de software, con capacitaciones y reuniones colectivas que permitieron acompañar a los funcionarios en el proceso de cambio.

A modo de síntesis y teniendo en cuenta la baja tasa de respuesta por parte de las empresas del sector, se considera que no se ha podido realizar un relevamiento representativo de la situación actual en lo que a implementación de paquetes de software para la gestión en el rubro catering refiere.

Sin embargo, considerando las respuestas obtenidas y el informe acerca de la digitalización de las mipymes en Uruguay, se podría pensar que las empresas del rubro catering no son la excepción, y que por ende presentan una tasa muy baja de utilización de tecnología para la gestión. Si bien una de las empresas consultadas, utiliza un software para la gestión, se trata de una empresa multinacional de gran porte, por lo que es de esperar que sus procesos se encuentren digitalizados. Aún así cabe destacar las dificultades presentadas durante la implementación de los sistemas, lo que lleva a tomar conciencia de la importancia del cuidado en estos procesos de cambio. Más allá de esto, el grado de digitalización de esta empresa no se tomará como representativo de la mayoría de las empresas de catering uruguayas, las cuales son en su gran mayoría de dimensiones menores.

# Capítulo 4

## Descripción del problema

En este capítulo se presenta a Acuaria Catering, profundizando en su funcionamiento y necesidades a resolver. En la Sección 4.1 se explica el vínculo establecido con dicha empresa y se mencionan las instancias que sirvieron como insumo para recabar la información detallada a lo largo del capítulo. La presentación de la empresa objeto de estudio se da en la Sección 4.2 mientras que la situación que se quiere resolver se explica en 4.3. La forma de trabajo de Acuaria se introduce en la Sección 4.4. Por último, en 4.5 se presentan aquellas características que deben estar presentes en el sistema que se quiera implementar en la empresa.

### 4.1. Establecimiento del vínculo

El presente proyecto de grado utilizará como caso de estudio a la empresa Acuaria Catering. El nexo con dicha empresa se enmarca en el convenio entre la Facultad de Ingeniería - UdelaR y el PTIC. Este convenio consiste en que los estudiantes brinden asistencia técnica en procesos de mejora en los que la empresa se quiera embarcar. En este caso en particular, frente a la necesidad de adquirir un sistema informático, se solicita la consultoría de estudiantes. Es así que se establece el nexo entre este equipo de trabajo y la empresa.

Al tratarse de un trabajo en conjunto entre la Facultad de Ingeniería - UdelaR y el PTIC, son los tutores del proyecto quienes realizan la presentación y establecen el contacto con representantes del Parque, quienes proporcionan el celular de Carlos Pombo, director de Acuaria, para que se establezca una conexión directa entre los estudiantes y la empresa.

Una vez establecido el contacto telefónico, se realizaron múltiples reuniones en las instalaciones de Acuaria, participando de ellas su director Carlos Pombo y en algunas instancias también su hijo Nicolás Pombo quien realiza tareas vinculadas a las finanzas y proyectos de inversión.

La primera reunión se realizó el 10 de abril de 2019 en las instalaciones de Acuaria con su director. El objetivo de este primer encuentro consistió en conocer rasgos generales de la empresa y su contexto. Se adentró en aspectos como sus inicios, productos, clientes, empleados, actividades realizadas con otros grupos de estudiantes, visión a futuro de la empresa, expectativas con relación al trabajo en conjunto, entre otros. Además, se explicó el rol y trabajo a realizar por parte del grupo.

Previo a esta reunión se realizó una guía de posibles preguntas para sacar el mayor provecho de la misma (Anexo G). Además, para contar con el mayor conocimiento posible

de la empresa antes de acudir al encuentro, se procedió a buscar en la web y redes sociales información acerca de la misma.

Como se mencionó anteriormente, el primer encuentro sirvió para realizar un acercamiento inicial a la realidad de la empresa y establecer un vínculo de colaboración. En una segunda instancia, la cual se llevó a cabo el 13 de mayo de 2019, el foco estuvo puesto en el estudio de los procesos principales. Para esto se inició en la sala de reuniones abordando temas como la modalidad de trabajo en las distintas áreas, los procedimientos existentes y diversos aspectos relevantes para la operativa de la empresa. Luego, se procedió a realizar una visita guiada por las instalaciones. Allí se explicó al detalle el funcionamiento de los diferentes sectores y cómo se realizaba la organización para cumplir satisfactoriamente con los pedidos.

Posterior a esta reunión, la administración envió diversos archivos; una memoria descriptiva, catálogo de productos, plantillas de presupuesto, ventas 2018, organigrama, descripción de cargos, planillas de trazabilidad y recepción de materia prima, entre otros.

Con la información enviada, la obtenida en las entrevistas y el recorrido de las instalaciones, se procedió a realizar un bosquejo del mapa de procesos y flujograma de los procesos principales. Para validar estos documentos, se agendó una tercera reunión el 1 de junio de 2019. Allí se debatieron y perfeccionaron dichos documentos de manera que representaran fielmente la realidad de la empresa.

Luego de estos tres encuentros y junto a la información proporcionada, es que se llegó a un profundo entendimiento de las necesidades de la empresa y su funcionamiento. A lo largo de las secciones posteriores se plasma la información recabada y cómo la misma permitió definir requisitos excluyentes y funcionales para la posterior búsqueda de un software que se adapte a sus necesidades.

## 4.2. Caso de estudio: Acuaría Catering

Acuaría Catering es una empresa familiar instalada en el Parque Tecnológico Industrial del Cerro. Se fundó en el año 2008 por su actual director Carlos Pombo, bajo un convenio de trabajo de Emprende Uruguay (actual INEFOP) en el CEDEL Carrasco, locación que mantuvo hasta el 2011 cuando se trasladó al PTIC.

El diferencial de la empresa yace en ofrecer servicios de catering personalizados, en donde el cliente puede optar por conformar el pedido según sus preferencias bajo la amplia gama de productos y servicios existentes.

En la actualidad cerca del 90% de sus clientes pertenecen a organismos estatales o internacionales, destacándose entre estos la ONU, Antel, ANCAP, UTE, y el BROU. A la vez realiza servicios para empresas privadas (centrándose en laboratorios y teatros) y eventos de particulares. Por lo tanto hay una fuerte predominancia de clientes fijos por sobre los puntuales. Debido a esto la empresa ha iniciado una búsqueda con el fin de aumentar sus eventos sociales, lo cual le permita acrecentar sus trabajos los fines de semana, equilibrando así los servicios y la carga de trabajo.

Acuaría cuenta con una plantilla de 13 empleados fijos<sup>1</sup> que se distribuyen entre producción, depósito y reparto, mantenimiento, administración y dirección. A la vez se cuenta con un equipo esporádico de contrataciones necesarias para dar servicios en los eventos

---

<sup>1</sup>Información recabada en la reunión efectuada el 10 de abril de 2019

(como son mozos y cocineros). Una problemática en el área de recursos humanos se produce durante el periodo de zafra, que engloba los meses de octubre a diciembre, donde se llegan a realizar significativas cantidades de horas extras por parte de los empleados, a la vez que se efectúan contrataciones temporales.

Para la entrega y recolección de los servicios, se cuenta con dos vehículos propios. Por un lado una camioneta que se utiliza principalmente para el traslado de vajilla, bebidas, mantelería, utensilios y mobiliario. Y por el otro un camión refrigerado que se utiliza tanto para el transporte de alimentos como del resto de los implementos necesarios para brindar el servicio.

Actualmente la modalidad de trabajo de la empresa consta de tres etapas. La instancia inicial se da entre el cliente y la administración (generalmente con el director de la empresa), al realizarse una solicitud de servicio. En esta etapa se realiza el intercambio pertinente para elaborar el pedido según la demanda del cliente y se presenta el presupuesto. Tras la aprobación del mismo se divide el pedido en tres secciones; una destinada al sector administrativo, otra al sector de producción y una tercera al sector de depósito. Estos documentos se manejan bajo un formato unificado y en papel, expuestos en las carteleras de los sectores ya mencionados. Por último se unifica lo elaborado en producción con los productos existentes en depósito (como puede ser bebidas o cristalería) y se realiza la entrega del pedido. Las contrataciones que cuentan con un servicio de mozo, cocina in situ o cristalería conllevan una cuarta etapa según el trabajo a realizar. Más adelante se detallan en mayor profundidad las diferentes etapas que conforman el proceso.

En sus años de trayectoria la empresa se ha caracterizado por un espíritu de continua búsqueda de crecimiento y mejora. Esta modalidad de trabajo los ha llevado a explotar las herramientas brindadas por el PTIC, destacándose en los últimos años el trabajo en conjunto con estudiantes de diseño industrial que generaron la creación de la identidad de la marca, encuentros con el equipo de psicología de INEFOP para abordar el área de relacionamiento interpersonal y la participación de técnicos de regulación alimentaria quienes generaron protocolos de procesos productivos y estandarización de la limpieza.

Al inicio de este proyecto la empresa contaba con un local de 300  $m^2$  en donde se realizaban todos los procesos productivos, administrativos y de almacenaje. A fines del 2019 se culminó un proceso de expansión, en el cual se aumentó un 70% la superficie de la empresa. Esto le permitió la creación de un nuevo depósito de materia prima y vajilla, un lavadero industrial y un espacio reservado para el armado de servicios. A esto se le sumó la inversión en una cámara de congelados, la cual en conjunto con las dos cámaras de frío ya existentes, busca un cambio en la matriz de compras y productiva.

La nueva modalidad de trabajo apunta a la generación de stock de producto terminado y productos intermedios, permitiendo equilibrar la carga de trabajo en el año, disminuyendo la cantidad de horas extra demandadas en zafra. A la vez busca aumentar significativamente el stock de materia prima, logrando así negociar mejores convenios con los proveedores o eliminar intermediarios en el abastecimiento, disminuir la frecuencia de ciertas compras y mitigar el riesgo asociado a la falla de las entregas.

### 4.3. Situación a resolver

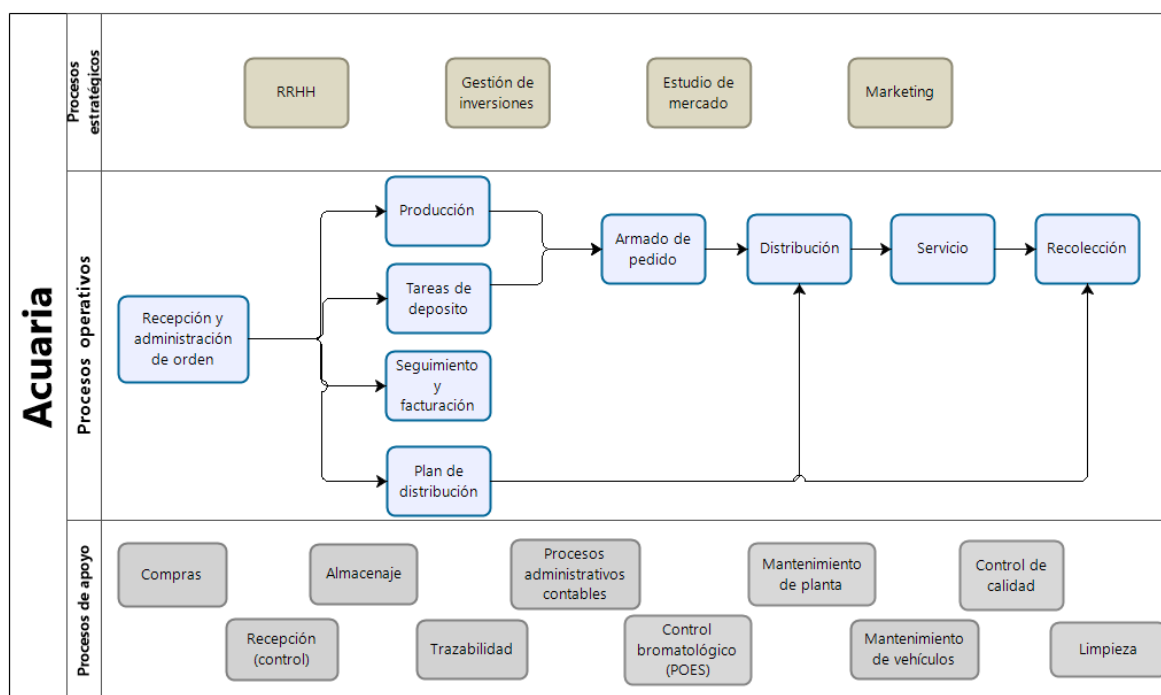
Frente a este escenario de cambios, la empresa desea implementar un sistema que centralice la información y coordine las actividades entre los diferentes sectores. Se busca

lograr con dicho sistema un mayor control del stock de materia prima, producto terminado y semi-terminado, y generar una trazabilidad en su producción. Un abordaje para lograr este cometido sería la implementación de un sistema integral de gestión como puede ser un software ERP. Este trabajo se centra en encontrar un software que se adapte de manera satisfactoria a las necesidades y requisitos de Acuaria.

A su vez, tal y como se menciona en la descripción, Acuaria es una empresa que se encuentra en una búsqueda constante por mejorar. Es así que otro aspecto que se quiere optimizar es la logística de distribución, la cual incluye las entregas y recolección de los servicios. Se busca brindar un primer abordaje a esta problemática por medio del diseño de un modelo matemático. En un futuro, cuando quede implantado el ERP, dicho modelo se podría nutrir de la información que este provee y así desplegar una posible ruta óptima que permita conseguir ahorros de tiempo y dinero.

#### 4.4. Situación actual

Previo a adentrarse en la búsqueda de una solución para los problemas antes mencionados, es menester conocer la realidad de los procesos involucrados al momento del inicio de este proyecto. A continuación, en la Figura 4.1, se presenta el mapa de procesos de la empresa que ayudará a comprender la metodología de trabajo.



**Figura 4.1:** Mapa de procesos.  
Fuente: Elaboración propia.

A su vez, se desarrollaron flujogramas de aquellos procesos de principal interés a la hora de la selección de un software, los cuales se presentan en el Anexo F. Estos son:

- Producción.



- Recepción.
- Tareas de depósito.
- Seguimiento de facturación.

Al momento del relevamiento<sup>2</sup>, todos los procesos presentes en el mapa de procesos eran realizados de forma manual, a excepción de la facturación que se realizaba de forma electrónica debido a requisitos legales. Para esto se utilizaba un software ofrecido por la empresa Memory. El resto de los procesos eran gestionados a través de planillas escritas, carteleras e instrucciones de trabajo.

El problema reside en que el trabajo realizado de esta forma es controlable dentro de ciertos volúmenes de producción. A medida que la carga aumenta es más probable que se produzcan fallas, como puede ser el traspapeleo de un servicio o una parte del mismo.

A continuación se presenta el desarrollo del proceso principal de la empresa: primero el cliente se pone en contacto solicitando la cotización de un servicio (los tipos de servicios básicos están detallados en la Tabla 4.1). Luego, se envía una propuesta y la misma es evaluada por el cliente quien puede solicitar modificaciones, aprobar o rechazar el servicio sugerido.

Nombre del servicio	Detalle
Coffee break	Bocaditos y cafe/té
Lunch	Bocaditos fríos, calientes y dulce
Almuerzo/Cena	Bocados fríos y calientes, plato principal y postres
Parrilla	Bocados fríos y calientes, parrilla, mesa de ensaladas y postres
Brindis	Bocados fríos y dulces
A medida	Puede incluir cualquiera de los previamente nombrados: bocados fríos, calientes, dulces (bocaditos o mini postres), platos calientes, platos fríos, entradas, postres grandes o individuales, estaciones de comidas que se cocinan en el lugar o servicio de parrilla.

**Tabla 4.1:** Tipos de servicios básicos.

Fuente: Elaboración propia.

Todos los servicios pueden o no incluir vajilla, cristalería, mantelería y bebidas. También pueden incluir cocinero en el lugar del evento así como servicio de mozos.

Como ya se explicó anteriormente, una vez aprobado el servicio, se imprimen tres cotizaciones con un mismo formato pero que contienen la información pertinente para cada sector. Estos documentos se cuelgan en la cartelera ubicada en los respectivos sectores (depósito, cocina y administración). Allí se presentan los servicios que se atenderán en la semana, renovándose al cierre de la misma con los que serán atendidos la semana siguiente. En caso que surja un nuevo servicio dentro de la semana corriente, simplemente se lo adiciona a la cartelera luego de la confirmación.

Resulta importante aclarar que dentro de la cocina existen tres subsectores, cada uno responsable de la planificación y producción de lo que le corresponde: Panificación,

---

<sup>2</sup>Información recabada en la reunión efectuada el 13 de mayo de 2019

Bocados y platos salados y Repostería. Los trabajadores del equipo de producción tienen puestos predeterminados pero pueden cambiar de sector dependiendo de la demanda.

Los responsables de cada subsector son quienes realizan la planificación de la producción y solicitan a la administración nuevas materias primas en caso de necesitarlo. Luego la administración realiza una validación de lo solicitado, ya que lo mismo se basa principalmente en los conocimientos y la experiencia del responsable del subsector que realiza el pedido.

Profundizando en la situación actual del proceso de compra y recepción, vale destacar algunos puntos que posiblemente tengan que ser considerados para el software:

- No hay una estructura definida para las compras, se compra a demanda de la cocina o el depósito.
- Hay flexibilidad con los proveedores, tienen muchos e incluso más de uno para el mismo producto. Todos los proveedores entregan la mercadería en Acuaría, a excepción de alguna emergencia.
- Una vez los proveedores entregan el producto, la administración recibe el material, hace el control y registro en la planilla de recepción de materiales (Anexo D).
- Al ingresar la mercadería al depósito, se realizan los protocolos correspondientes a la manipulación de alimentos.

Luego de esto se realiza el registro de trazabilidad. El mismo se lleva adelante en otra planilla, también en papel, en la cual se registra cada vez que se da de alta y baja de inventario un producto (Anexo D).

Volviendo al proceso principal, a medida que los subsectores de la cocina completan la producción de los distintos componentes de cada servicio los van tachando en la cartelera y almacenando en el lugar asignado para el pedido.

Por otra parte, el funcionario del sector depósito es responsable de planificar la agenda del día, para cumplir con los servicios en tiempo y forma. En el sector depósito se gestiona la vajilla, mantelería y las bebidas. Al igual que el responsable de cocina, el del depósito debe planificar la semana en lo que respecta a los insumos que se necesitarán para cumplir con los servicios, y solicitar a la administración en caso de necesitar abastecimiento, por lo que este proceso también se basa en el conocimiento y experiencia de esta persona.

Previo a la salida el equipo del depósito realiza una doble validación en conjunto con el equipo de cocina, a medida que se van cargando los componentes de los servicios a realizar. Luego de realizado el servicio de catering, se retorna a la empresa con todo lo referente a cristalería, mantelería u otros materiales, donde se limpian y se vuelven a almacenar.

El cobro de los servicios es realizado en su mayoría en un plazo de 45 días luego de entregada la factura. Se debe dar seguimiento posterior a las cuentas por cobrar, lo que se gestiona de manera interna por parte de la dirección. La parte contable asociada a los salarios de los trabajadores es llevada por una contadora externa.

De esta manera finaliza el ciclo que sigue una orden desde su emisión hasta su entrega y posterior facturación. Como se puede observar, la mayoría de los procesos se registran y coordinan de manera manual. Es así que se puede anticipar que el software impactará en gran medida en la metodología de trabajo, ya que modifica muchos de estos procesos al digitalizarlos.

## 4.5. Características que debe contener el sistema

Esta sección se adentrará en los requisitos funcionales y aquellas características excluyentes que debe poseer el software a elegir. Esto servirá de insumo para la posterior búsqueda de un sistema informático que se adapte a las necesidades de la empresa.

Hasta aquí se ha profundizado en cómo la empresa trabaja con su sistema actual, adquiriendo los conocimientos necesarios para obtener una perspectiva de aquellas funcionalidades que necesitan estar presentes en un software. También se obtuvo una noción de restricciones de infraestructura, conocimientos técnicos e incluso de la cultura de la empresa.

Para esta etapa se siguió trabajando en conjunto con Acuaria. En esta oportunidad preguntándoles directamente qué ventajas esperaban obtener como resultado de la implementación de un software. Con este intercambio se buscó conseguir una noción de las expectativas de la empresa y asesorar en aquellos puntos que resultaran poco probables de alcanzar con la adquisición de un software. A su vez se consultó qué requisitos exigían específicamente y se generó un intercambio acerca de su viabilidad.

Lo primero que se planteó por parte de la empresa refirió a la disminución del riesgo de no cumplimiento de un servicio por olvido. Con la modalidad de trabajo descripta, en la cual se utilizan planillas manuales y carteleras para el comunicado de pedidos, el riesgo de extravíar o pasar por alto una hoja de servicio es grande, aumentando significativamente en períodos zafrales. Se busca mediante la digitalización de los procesos una disminución en la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos, y por ende una mejora en el nivel de servicio.

Otra ventaja mencionada corresponde a la mejora de la gestión de stock, teniendo un mayor control de este y permitiendo realizar compras más asertivas. En cuanto a la producción, generar una organización que permita trabajar de forma más eficiente, utilizando de mejor manera las materias primas y los recursos humanos.

Por último, Acuaria expresó un especial interés en que el software permita realizar la trazabilidad de los alimentos. La caducidad y el rastreo de estos es un factor muy sensible para este tipo de industrias, por lo que poder realizar este seguimiento de una manera precisa y confiable representa una prioridad para la empresa. Si bien es algo en lo que Acuaria quiere poner su foco para brindar un servicio seguro, también la necesidad surge debido a un requisito de la Intendencia de Montevideo y las normas técnicas UNIT 1271:2018 [UNIT \(2018\)](#). El documento “Buenas prácticas de manufactura en pequeñas empresas alimentarias” profundiza en el Capítulo 15 sobre la trazabilidad en este tipo de empresas.

Considerando los beneficios que Acuaria espera obtener, las necesidades planteadas, el conocimiento adquirido acerca de la empresa a lo largo de las distintas reuniones y visitas, y el estudio realizado acerca de la temática de software, se procedió a realizar la definición de requisitos y el documento “Requisitos funcionales de Acuaria” (Anexo E). En el mismo se realiza un punteo de requisitos separados en diferentes categorías: general, ventas, producción, depósitos, análisis y mantenimiento.

Con el objetivo de delimitar las empresas y sistemas a buscar en el mercado, se definieron una serie de requisitos excluyentes, los cuales se redactaron teniendo en cuenta la realidad de Acuaria, su cultura organizacional, su plantilla de trabajadores y sus conocimientos técnicos. A continuación se detallan los requisitos excluyentes:

**Versión en español:** para que todos los empleados que van a utilizar el software puedan hacerlo sin inconvenientes, es fundamental que el mismo se presente en español.

**Soporte en Uruguay:** al igual que en la mayoría de las mipymes uruguayas, Acuaria no cuenta con personal específico de IT, o de un trabajador con vasto conocimiento en lo que a sistemas informáticos refiere. Esto resulta en una mayor necesidad de apoyo y seguimiento en el proceso de adquirir un software, en comparación a una empresa que sí cuenta con este departamento. Tener apoyo local permitiría cubrir ciertos aspectos, capacitación presencial, relevamiento de requisitos in situ y en caso de una urgencia o al comienzo de la implantación solicitar asistencia presencial. A su vez, la posibilidad de un contacto en persona facilitaría la evacuación de dudas e influiría en el compromiso de Acuaria. Por todo lo detallado anteriormente es que se considera que contar con soporte local presentaría grandes beneficios. A la vez, recurrir a un soporte exclusivamente a través de Internet para un cambio de esta magnitud, podría representar una complejidad demasiado grande para los integrantes de la empresa.

**Servidor externo:** basados en la falta de personal específico de IT, o de un trabajador con vasto conocimiento en sistemas informáticos y considerando que la empresa actualmente no dispone de infraestructura para tener un servidor en sus instalaciones, se definió como lo mas conveniente que el software sea hospedado en la nube. Priorizando que sea la misma empresa que implemente el sistema quien se encargue de la puesta en marcha y mantenimiento del servidor.

**Módulos:** a fin de poder cubrir las necesidades básicas de la empresa el sistema debe contar con los siguientes módulos:

- Módulo de inventario.
- Módulo de compras.
- Módulo de producción.

**Trazabilidad:** por pedido expreso de Acuaria es que se incluye la trazabilidad como requisito excluyente. Visualizando que esto podría aportar a la imagen empresarial a la vez que ayudaría a evitar posibles problemas legales.

Teniendo en cuenta el conocimiento adquirido acerca de la empresa y los requisitos definidos en mente se sentaron las bases para la búsqueda del software, la cual se profundizará en el próximo capítulo.

# Capítulo 5

## Relevamiento del mercado de software

La Sección 5.1 detalla el proceso seguido para la búsqueda de un software que se adapte a las necesidades de Acuaria. La 5.2 recorre todas las etapas, desde la investigación y recopilación de opciones en el mercado, siguiendo con las reuniones para profundizar en las necesidades concretas de Acuaria y cómo las empresas podían satisfacerlas y adaptarse a su realidad, hasta llegar por último a un presupuesto.

### 5.1. Modalidad de la búsqueda

En esta sección se profundiza en la modalidad de trabajo empleada para realizar la investigación de las diferentes opciones disponibles, tanto en el mercado local como en el internacional.

Lo primero que se realizó fue una lista de empresas que podían ofrecer un ERP, para luego chequear si lograban satisfacer los requisitos mencionados en el Capítulo anterior. Para la conformación de esta lista se realizó una división; por un lado aquellas empresas presentes en el ámbito nacional, y por el otro las extranjeras. Para las empresas nacionales se obtuvieron los datos de diferentes fuentes: recomendaciones de terceros y de los tutores, contactos debido a la actividad laboral o social, búsqueda en Internet, empresas reconocidas por su trayectoria, entre otras. En lo que respecta a las extranjeras o que solo tienen una versión web, se utilizó como insumo para la obtención de nombres mayoritariamente blogs en los cuales se presenta un ranking con los mejores ERP y CRM. Teniendo en cuenta que podía existir una cuota de parcialidad e incluso una motivación publicitaria, se realizó el filtro considerando solamente a las empresas que se encontraban presentes en más de un blog. También se utilizaron motores de búsqueda ingresando palabras clave como “ERP empresa de catering”, “ERP”, “Mejores ERP en la nube”, entre otros.

Con la finalidad de organizar la información recabada en la búsqueda y realizar un seguimiento de los resultados que se obtenían se creó una tabla con el registro de distintos datos dependiendo de si se trataba de una opción local o extranjera.

Para las opciones locales los datos almacenados son los siguientes:

- Nombre de la empresa.
- Página web.

- Teléfono.
- E-mail.
- Dirección.
- Comentarios.

En lo que refiere a las versiones web o en el extranjero, los datos almacenados son los que se detallan a continuación:

- Nombre de la empresa y producto.
- Página web.
- País de origen.
- Software local o en la nube.
- Código abierto o cerrado.
- Versión en español.
- Prueba gratis.
- Comentarios.

Con la información relevada organizada se abrieron dos líneas de acción. Por un lado, establecer un contacto vía e-mail con las empresas locales en busca de más información y en caso de que resulte oportuno concretar una reunión. Por el otro, un proceso de filtrado teniendo en cuenta los requisitos excluyentes, que permitiera quedarse con aquellas opciones viables de implementar en Acuaria, para luego realizar un simulacro con dos casos de prueba en estos sistemas.

En lo que refiere a establecer el contacto con las empresas locales, el medio de comunicación seleccionado fue el e-mail. Se creó una cuenta de Gmail específica para la realización del relevamiento (proyectoacuaria@gmail.com), siempre contando con el apoyo y autorización de la dirección de Acuaria. De esta manera toda la información recabada y reuniones pautadas quedarían registradas en un solo lugar, permitiendo a todos los miembros del equipo tener acceso a la información en todo momento. Comunicarse directamente con un correo de perfil institucional y no un contacto personal, fortalecería la imagen frente a las empresas de software, pudiendo así obtener una mejor cantidad y calidad de respuestas.

El correo enviado con el asunto “Software para empresa de catering - Acuaria” se armó de forma genérica para todas las empresas de software, y se dividió en dos grandes bloques. Primero una introducción de la empresa y manifiesto de la necesidad, mencionando ligeramente los requisitos funcionales fundamentales que debe disponer el software. El segundo bloque disponía de una serie de preguntas y también permitía que se agregara toda la información que pudiera ser conveniente.

Las preguntas que se realizaron son las siguientes:

- ¿Qué módulos incluye o puede incluir el sistema que ofrecen?
- ¿Qué posibilidades de adaptación o modificación tiene?

- ¿Cuánto tiempo estima que puede llevar la implementación del mismo, tratándose de una empresa pequeña de entre 10 y 15 empleados en total, si es que puede estimarlo?
- ¿Este producto tienen versión mobile?
- ¿Hacen sistemas de gestión a medida y/o módulos para conectar con el sistema estándar?
- ¿Incluye servicio de mantenimiento? ¿Cuál es el precio?
- ¿Como es el tipo de licenciamiento?
- ¿Ya tienen experiencia implementando estos sistemas en empresas del mismo rubro o similar?

Para poder gestionar las respuestas de una manera ordenada, se dividió la lista de empresas nacionales en dos tandas y se procedió a enviar el correo electrónico. De esta manera el seguimiento de las respuestas sería viable, teniendo en cuenta que la mayoría de las empresas posiblemente buscaran agendar una reunión en lugar de responder a las preguntas de manera impersonal.

En los primeros encuentros el equipo de trabajo acudió a las empresas de software sin la participación de Acuaria. El objetivo inicialmente fue verificar que el producto ofrecido se ajustara a lo buscado y luego, en caso de ser así, hacer partícipe a la dirección. A lo largo de este capítulo se explica en detalle el proceso seguido para las diferentes empresas consideradas, ya que no fue para todas el mismo.

Como se puede apreciar, el proceso de búsqueda de un software resulta engorroso e insueme mucho tiempo. Por esto es difícil abarcar y poder analizar un gran número de opciones presentes en el mercado, teniendo que limitar la búsqueda a un número acotado de opciones. Esto genera que no se investiguen o se hagan a un lado opciones que podrían satisfacer las necesidades de la empresa.

A lo largo del relevamiento, se encontró una página web Española llamada SoftDoit la cual ofrece un servicio de consultoría online de paquetes de software. La misma tiene como objetivo optimizar el proceso de búsqueda de un software. En cuanto a su funcionamiento los pasos son los siguientes: el usuario contesta una serie de preguntas relativas a su empresa (tamaño, sector, requerimientos, necesidades, etc), la plataforma analiza cada respuesta y genera un ranking personalizado con las mejores soluciones existentes en el mercado y luego envía por e-mail dichas opciones. Esta forma de funcionamiento asegura un servicio rápido, sencillo e individualizado, además tiene la particularidad de que la empresa consultante no debe abonar para recibir la recomendación. Cabe mencionar que no fue posible utilizar dicha página para obtener asesoramiento ya que actualmente no se encuentra disponible para el mercado uruguayo, pero se resalta su gran utilidad.

## 5.2. Información recabada de las diferentes opciones

En esta Sección se profundizará acerca de las versiones web que se probaron y cómo se realizó la selección para llegar a un número manejable de opciones a considerar. También se hará una descripción de aquellas empresas del ámbito local con las cuales se concretaron reuniones y el desenlace que estas tuvieron.

### 5.2.1. Paquetes de software verticales

La búsqueda se inició poniendo especial foco en encontrar un software con versatilidad vertical, es decir, que haya sido diseñado de manera específica para el sector de catering. La hipótesis que motiva esta opción es que un desarrollo específico para el rubro se ajustaría mejor a la realidad de Acuaria. Se encontraron algunas empresas en el extranjero que ofrecían software específicos para empresas de catering, no así en el ámbito local (Tabla 5.1). Como se puede observar, la gran mayoría no cuenta con versión en español, teniendo en consideración que este es un requisito excluyente, no se continuó ahondando en dichas opciones. Con relación a las dos opciones que sí tienen versión en español, para obtener más información se estableció contacto vía e-mail con ambas empresas.

Software	Versión en español	Soporte local	Prueba Gratis / Demostración
Galdon ERP Catering y Eventos	Si	No	Demostración
Spoonfed	No	No	Demostración
FlexiBake	No	No	Demostración
CaterTrax	No	No	Demostración
Gather	No	No	Demostración
CaterZen	No	No	Demostración
Caterease	No	No	Demostración
Total Party Planner	No	No	Demostración
Function Tracker for Caterers (Catering Tracker)	No	No	Ambas opciones
Flex Catering	Si	No	Demostración
Better Cater	No	No	Ambas opciones

**Tabla 5.1:** Paquetes de software extranjeros específicos de catering.

Más información en el Anexo I.

Fuente: Elaboración propia.

En lo que refiere a Galdon ERP Catering y Eventos, se trata de un software español que permite planificar, controlar y asignar recursos a cada evento y llevar un control de sus gastos. Cuenta con un módulo de producción que abarca el control de materia prima en función de los platos a preparar, generación de partes de producción, consulta de disponibilidad de los materiales y productos necesarios para cada evento, control de gastos de producción, generación automática de órdenes de servicio, etiquetado, etc. Otras funcionalidades incluidas son, control de stock, control de cobros de clientes y pagos a proveedores, CRM e informes para el análisis de la información. Se estableció el primer contacto llenando el formulario que se encontraba en la página web de la empresa, obteniendo una respuesta vía e-mail. Allí se proporcionó material informativo por parte de la empresa que permitió visualizar algunas funcionalidades mencionadas del software. Como se consideró que el mismo se podía adaptar a la realidad de Acuaria, se procedió a consultar la viabilidad de instalar el software en Uruguay. Frente a la falta de respuesta, se procedió a buscar en la web la existencia de un partner en Uruguay, finalmente sin éxito.

Flex Catering es un software australiano que trabaja con empresas de catering corporativas y de eventos. Permite la gestión de pedidos y eventos, la generación de listas



de preparación y hojas de cálculo, la gestión de costos, entre otras cosas. Luego de un contacto telefónico con un representante de ventas se confirmó que el software cuenta con versión en español. De manera de conocer las funcionalidades, se proporcionó un enlace con vídeos explicativos de los diferentes módulos. En lo que al soporte refiere, el mismo es en línea, es decir no cuentan con una empresa que los represente en Uruguay.

En ambos casos, al no contar con soporte local y siendo este un requisito excluyente por las características de Acuaria, se procedió a descartar estas opciones.

Frente a la imposibilidad de implementar un sistema específico para el rubro se decidió ampliar la búsqueda a ERP genéricos, tanto en el ámbito local como en el internacional.

### 5.2.2. Paquetes de software genéricos extranjeros

Bajo la modalidad de búsqueda descrita en la sección anterior, se llegó a los paquetes de software presentes en la Tabla 5.2.

Software	Versión en español	Soporte local	Prueba gratis / Demostración
MRPeasy	Si	No	Si
XTuple Manufacturing Edition	Si	No	Si
Dolibarr	Si	No	Si
ERPNext	Si	Si	Si
ADempiere	Si	No	Si
Odoo	Si	Si	Si
Openbravo	Si	No	Si
ViennaAdvantage	No	No	Si
ERP5	No	No	No
Metafresh	No	No	Si
Compiere	Si	No	Si
OFBiz	Si	No	Si
PolyPM	Si	No	Si
Procurify	No	No	Si
Bitrix24	Si	No	Si
HarmonyPSA	No	No	Si
ERPAG	No	No	Si
Tally.ERP 9	No	No	Si
Sage Business Cloud X3	Si	No	Si
WinTeam	No	No	Si
Clearview InFocus	No	No	Si
MyGestion	Sí	No	Si

**Tabla 5.2:** Paquetes de software extranjeros genéricos.

Más información en el Anexo I.2.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los requisitos excluyentes explicitados en el capítulo anterior, se procedió a realizar filtros de manera de depurar los sistemas listados en la Tabla 5.2 y llegar a aquellas opciones que resultaban realmente viables de implementar.

El primer filtro aplicado corresponde al idioma en el cual se encuentra el sistema, descartándose todos aquellos que no cuentan con una versión en español, quedando un total de trece opciones. Luego, con base en el requisito de soporte local permanecieron aquellos sistemas que tenían representación con partners en Uruguay.

Una vez realizados estos filtros, las opciones que cumplían con todos los requisitos eran ERPNext y Odoo. Estos disponen de la posibilidad de hacer una prueba gratis, lo cual permitió aplicar casos propios de Acuaria mediante la definición de los ejemplos “Elaboración de alfajores y sándwiches” y “Elaboración de alfajores y sándwiches con producto intermedio y terminado en stock”. Con la primera prueba se buscó representar una producción básica bajo pedido partiendo de materias primas, mientras que en con la segunda se incluye la complejidad de contar con producto intermedio y terminado. Para la conformación de los casos de prueba se partió de las recetas proporcionadas por Acuaria de dichos productos, se ingresaron los proveedores, las materias primas necesarias para cumplir con la receta y datos de stock (Anexo H).

### **ERPNext**

Se trata de un sistema gratuito y de código abierto desarrollado por la empresa Frappé Technologies. Dicho ERP cuenta con catorce módulos que pueden integrarse en base a las preferencias del usuario.

En el mercado uruguayo se encuentra la empresa Gestión Total como único partner, la cual cuenta con el apoyo de la Asociación Nacional de Micro y Pequeña Empresa. Dicha asociación busca defender, representar y promocionar este tipo de empresas. En este caso, desde el respaldo hacia un sistema integrado, el cual apunta a la mejora de la gestión, la competitividad y la productividad.

El sistema cuenta con una versión gratuita y también brinda la posibilidad de realizar una prueba gratis por tiempo limitado de la opción paga. Se optó por utilizar la prueba gratis por tiempo limitado y no la versión gratuita para testear el software, ya que en caso de implantar este software sería la versión que se usaría.

Inicialmente se cargaron los datos correspondientes a materia prima, producto intermedio y producto terminado, especificados en el ejemplo “Elaboración de alfajores y sándwiches”. Luego de esto se definieron los vínculos de dichos materiales mediante la funcionalidad “Lista de materiales”, la cual permite establecer las relaciones de dependencia para producción (Figura 5.1). Con esta información, y con niveles de stock ya establecidos (según el ejemplo correspondiente), se logró visualizar el estado del depósito. Así, se enviaron los pedidos de venta, generándose las ordenes de trabajo correspondientes para el cumplimiento del pedido.

## CAPÍTULO 5. RELEVAMIENTO DEL MERCADO DE SOFTWARE

**Producto**

**3: Tapa de alfajor**

Producto a manufacturar o re-empacar

Cantidad

**80,000**

Cantidad del producto obtenido después de la fabricación / empaquetado desde las cantidades determinadas de materia prima

Fijar tipo de posición de submontaje basado en la lista de materiales

Esta activo

Es por defecto

Permitir Elemento Alternativo

Nombre del producto

**Tapa de alfajor**

Unidad de medida (UoM) del producto

**Unidad(es)**

---

Proyecto

Divisa / Moneda

**UYU**

Valor de materiales basado en

Tasa de Valoración ▼

---

**OPERACIONES**

Con Operaciones

Actualizar costo de las operaciones.

---

**MATERIALES**

Quality Inspection Required

Productos

	Código del Producto	Cantidad	UoM	Precio	Importe	
<input type="checkbox"/>	1: 7: Harina	1,000	Gramo	\$ 10,00	\$ 10,000.00	↔
<input type="checkbox"/>	2: 11: Manteca	200	Gramo	\$ 0,00	\$ 0,00	↔
<input type="checkbox"/>	3: 13: Huevos	1	Unidad...	\$ 20,00	\$ 0,00	↔
<input type="checkbox"/>	4: 14	40,000	Gramo	1,00	40,00	↔
<input type="checkbox"/>	5: 17: Miel	20	Gramo	\$ 2,00	\$ 40,00	↔
<input type="checkbox"/>	6: 19: Esencia de vainilla	0,010	Litro	\$ 1,00	\$ 0,01	↔
<input type="checkbox"/>	7: 20: Coco rallado	100	Gramo	\$ 2,00	\$ 200,00	↔
<input type="checkbox"/>	8: 9: Azucar	400	Gramo	\$ 0,00	\$ 0,00	↔

**Figura 5.1:** Receta de tapa de alfajor en ERPNext.

Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización de las pruebas se concluyó que este software podía llegar a satisfacer las necesidades de Acuaria. Es así que se envió un e-mail a Gestión Total, partner de ERPNext en Uruguay, para coordinar una reunión que permitiera profundizar en las funcionalidades del software, obtener información relevante y una noción de costos. La empresa contestó las preguntas realizadas, tras lo cual se intentó coordinar una reunión que nunca fue concretada por falta de respuesta.

## Odoo

Se trata de un software belga que cuenta con una versión “comunitaria”<sup>1</sup> de código abierto y una versión empresarial. Su organización se divide en áreas de aplicación y dentro de ellas en módulos. Se identifican ocho áreas: marketing, comunicación, recursos humanos, fabricación, operaciones, finanzas, ventas y sitios web. Con ellas se busca cubrir todas las necesidades del negocio: CRM, comercio electrónico, contabilidad, inventario, punto de venta, gestión de proyectos, envíos, etc. Incluso presenta la opción de integrarse con otras páginas como ser eBay, DHL, entre otras.

Para el caso de la versión empresarial es necesario adquirir una licencia cuyo precio se compone de diferentes factores, cada uno con un valor mensual:

- Cantidad de usuarios.
- Módulos elegidos (precio diferente según el módulo).
- Integraciones extra.
- Tipo de servidor.
- Implementación.

En lo que refiere al tipo de servidor, existen dos opciones: hospedarlo por cuenta de la empresa, ya sea en la nube o dentro de un servidor local, caso en el que no aplicaría un costo de hosting, o con el servicio oficial de Odoo. Este recibe el nombre de “Odoo.sh Cloud Platform” y varía el precio dependiendo de tres factores, service workers, almacenamiento en GB y entorno de pruebas.

Con relación al servicio de implementación, existen dos opciones pagas y una alternativa gratuita en la cual la empresa se encarga de implementar el sistema de manera independiente con la información disponible en la web. Por un lado se encuentra el llamado “Pack de éxito de Odoo” recomendado cuando el software se implementa para menos de cincuenta usuarios. En esta modalidad se asigna un experto que ofrece asistencia personalizada para adaptar la solución y optimizar los procesos de trabajo como parte de la implementación inicial. Se puede optar por un servicio básico, estándar, personalizado o profesional que varía en las horas de dedicación y por ende en su precio. Este importe se paga directamente a Odoo. Por el otro, elegir un partner local recomendado para más de cincuenta usuarios y en el caso de Uruguay hay nueve opciones. Este servicio de implementación se paga directamente al partner elegido.

Para la realización de la prueba se utilizó la versión de código abierto del sistema, la cual cuenta con el mismo interfaz que la empresarial, pero con menos funcionalidades. Al igual que en la prueba de ERPNext, el primer paso consistió en cargar las materias primas, productos intermedios y productos terminados. Luego se continuó con la carga de los distintos proveedores para poder ingresar compras de materia prima. Además se generaron las recetas de los productos intermedios y terminados que contienen la explosión de materiales. Por último, se generó la orden de producción. En la Figura 5.2 se presenta la pantalla con la carga de las materias primas, productos intermedios y terminados a modo de brindar una idea de la interfaz del sistema.

---

<sup>1</sup>Software colaborativo que permite ser modificado libremente

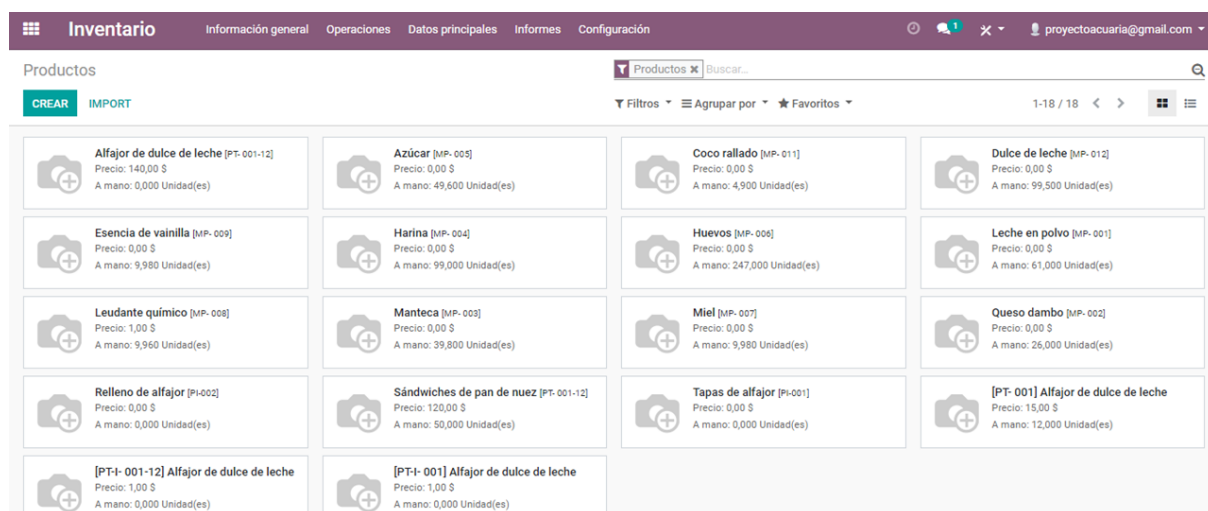


Figura 5.2: Carga de materia prima, producto intermedio y producto terminado Odoo. Fuente: Elaboración propia.

Al culminar las pruebas se concluyó que el software podía satisfacer las necesidades de Acuaria, más aún teniendo en cuenta que se probó la versión gratuita con menos funcionalidades que la empresarial. Además cabe destacar que cuenta con una interfaz de usuario que resulta muy intuitiva y amigable. Con el fin de obtener más información acerca del sistema se envió un email a los diferentes partners. Más adelante se brindan los detalles acerca del contacto con dichas empresas.

### 5.2.3. Empresas de software genéricos locales

En la Tabla 5.3 se mencionan las empresas locales contactadas y se realiza algún comentario, como la profundidad del vínculo establecido o el motivo por el cual fue descartada. A continuación, se desarrollará el proceder con las empresas que aportaron más valor a este trabajo.

<b>Empresa</b>	<b>Software</b>	<b>Comentario</b>
Hexa	A medida	Presupuestado
Númina	Kore ERP	Presupuestado
OPUS	OPUS	Presupuestado
Arnaldo Castro	Odoo	Presupuestado
Cabatel	Odoo	Contacto efectivo y presupuesto informal
Soft	Odoo	Contacto efectivo y presupuesto informal. Web caída y no figura más en la lista de partners
TDT Consultants	Odoo	Contacto efectivo y presupuesto informal
Eximia	ERP	Reunión y presupuesto informal
K2B	Alcance	Reunión sin presupuesto
ICG	ICG Manager	Sin oficinas en Montevideo
Zureo	Zureo ERP	Poca información en la web y contacto comercial no manifiesta interés
Zetasoftware	ZLibra	Contacto efectivo, no tiene módulo producción ni trazabilidad.
Gestión Total	ERPNext	No se concretó reunión y no se recibió más respuesta
Itools	Gestión de empresas edición avanzado	No se recibió respuesta
Tecnotec	SisfaGestion	No se recibió respuesta
Designware	Bricks	No se recibió respuesta
Preteco (by Oracle)	-	No se recibió respuesta
Shaman	-	No se recibió respuesta
Nexit	Odoo	No se recibió respuesta
Opensur	Odoo	No se recibió respuesta
Sofis	Odoo	No se recibió respuesta

**Tabla 5.3:** Empresas de software locales.

Fuente: Elaboración propia.

### **Númina**

Se trata de una empresa uruguaya con más de 15 años de trayectoria en el mercado de desarrollo e implementación de soluciones informáticas. Todas las soluciones brindadas son desarrolladas y mantenidas por Númina con el fin de garantizar la calidad de los servicios. Cuenta con una vasta experiencia de trabajo con importantes empresas locales.

Esta fue la primera empresa contactada siguiendo el procedimiento explicado al inicio del Capítulo. En respuesta a nuestro e-mail, la empresa afirmó que contaba con un ERP propio llamado “KORE” y que lo ideal sería coordinar una reunión para relevar en detalle el funcionamiento de Acuaría y así armar una propuesta acorde.

El primer encuentro transcurrió el 11 de junio de 2019 en las oficinas de Númina con su asesor comercial. La reunión tuvo dos instancias; una primera en donde se explicó a Númina el contexto y los procesos principales de Acuaría, con el fin de evaluar como el

sistema podría adaptarse a la empresa. Tras esto se presentó el sistema estándar de ERP que la empresa ofrece, pudiendo visualizar sus principales funcionalidades. Para dicha prueba se utilizó un ejemplo de una fábrica de ensamblaje, por ser este similar a los procesos de Acuaria. Finalizada la reunión se proporcionó a la empresa un documento con el mapa de procesos (4.1), para que el sector comercial pudiera realizar todas las consultas pertinentes al equipo de desarrollo.

Tras contar con la evaluación del equipo de desarrollo, quien indicó los cambios necesarios a realizar para adaptar el sistema a Acuaria, se generó una propuesta comercial la cual se presentó de manera presencial. Es así como el 25 de junio de 2019 se concretó una reunión dentro de las instalaciones de Acuaria, en donde participaron miembros del equipo de estudio, el asesor comercial de Númina y Carlos Pombo y Nicolás Pombo.

La propuesta incluía los siguientes módulos con las respectivas recomendaciones de usuarios y qué accesos tendría cada uno dentro de las 11 licencias presupuestadas:

- Finanzas - 2 usuarios.
- Contabilidad - 1 usuario.
- Stock - 5 usuarios.
- Cuentas corrientes - 5 usuarios.
- Gerencia - 1 usuario.
- Contabilidad - 1 usuario.
- CRM - 5 usuarios.

La cantidad de horas presupuestadas se detallan en la Tabla 5.4.

Concepto	Cantidad de horas
Consultoría, modelado y capacitación	62
Lanzamiento y apoyo	40
Seguimiento (2da, 3er y 4ta semana)	34
Desarrollo	100

**Tabla 5.4:** Horas presupuestadas.

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo el proyecto la inversión necesaria se componía por:

- Software: U\$S 13.651 + IVA.
- Horas de consultoría, implementación y capacitación: U\$S 6.295 + IVA.

En cuanto a los servicios de asistencia, aplicables al pasar 60 días de la implementación, se presentaron dos modalidades. El servicio de asistencia en software premium, con costo mensual de U\$S 284 + IVA, brindaba las actualizaciones de nuevas versiones del producto, respaldo telefónico y vía e-mail, asistencia remota sin límite y 7 horas mensuales de visitas técnicas en la empresa. El servicio de asistencia en software y hardware premium, el

cual incluía todo lo mencionado en el servicio de asistencia de software premium más el mantenimiento de toda la infraestructura tecnológica de la empresa (equipos, servidores, funcionamiento de la red, etc). Su valor era de U\$S 554 + IVA más un valor inicial de acondicionamiento de U\$S 270 + IVA. En lo que refiere al hosting, es el cliente quien debe hacerse cargo.<sup>2</sup>

### **Eximia**

Empresa centrada en el desarrollo de software de gestión que tras la creación de una aplicación que trabaja bajo “reglas de negocios” ofrece respuestas flexibles y rápidas a las necesidades de los clientes.

Luego del contacto inicial, el 14 de junio de 2019 se concretó una reunión en las oficinas de Eximia. Esta tuvo la misma estructura que la realizada en Númina; se inició con la presentación de Acuaria y sus procesos para luego recibir una pequeña demostración que permitiera conocer el sistema y su potencial. También se procedió a explicar la modalidad de trabajo que consistía en reglas de negocio y se resaltó su flexibilidad y simplicidad.

En la reunión se brindó una idea de posibles presupuestos de manera verbal. A modo de formalizar la propuesta, se enviaron varios e-mails y se realizaron llamadas telefónicas buscando obtener un presupuesto. Luego de varios intentos sin éxito, se optó por finalizar el proceso con esta empresa ya que no se contaba con el presupuesto y se había generado una pérdida de confianza y credibilidad hacia la misma.

### **K2B**

Empresa que trabaja con lenguaje Genexus, centrada en el desarrollo de ERP. Cuenta con más de 8 años de experiencia y presencia en varios países. Su producto ERP recibe el nombre de Alcance y está conformado por los módulos; gestión de suministros, contable, financiero, resultados, personal, presupuestal y comercial.

Tras el contacto con la encargada de desarrollo de negocios, se invitó al equipo de trabajo a una presentación online del ERP, con el fin de que antes de acudir a la reunión presencial se contara con conocimiento general de las funcionalidades del software. Luego de esta demostración se procedió a agendar una reunión en las oficinas de K2B, la cual se concretó el 28 de junio de 2019. Esta se enfocó en comprender los procesos y necesidades de Acuaria, para determinar si el software existente podía satisfacer los requerimientos. Luego se realizó una pequeña demostración, de manera de visualizar las funcionalidades del sistema, en esta oportunidad prestando especial atención a aquellas funcionalidades que podían resultar útiles para Acuaria. Cabe resaltar que la primera demostración online se realizó en conjunto con otros clientes por lo que fue de carácter impersonal.

Una vez culminado el encuentro, la empresa se comprometió a presupuestar la adquisición del software junto con su mantenimiento. Dado que son partners de Hexa, y el equipo también se encontraba en contacto con dicha empresa, se decidió por parte de K2B que lo más conveniente era derivar el proyecto a su partner, considerando que la solución ofrecida se adaptaba de mejor forma a las necesidades de Acuaria. Es así que el proceso con K2B culminó sin obtener un presupuesto.

---

<sup>2</sup>Propuesta válida del 25 de junio de 2019 al 25 de agosto de 2019.



## Hexa

Hexa es una empresa que ofrece diversos servicios de TI, centrándose en el asesoramiento tecnológico de información y el desarrollo de soluciones web y aplicaciones móviles. La empresa cuenta con una dilatada trayectoria y con una amplia cartera de clientes nacionales y regionales, tanto públicos como privados. Dentro de su oferta disponen de desarrollos a medida, sistema integral de gestión, así como sistemas específicos para rentadoras de autos, gestión de almacenamiento y gestión de mantenimiento.

Tras un contacto telefónico, se concretó la primera reunión el 10 de julio de 2019. La lógica de la misma fue diferente a los encuentros mencionados previamente, ya que se presentó la necesidad de Acuaria y el contexto de trabajo bajo el marco de proyecto de grado. Esto se debió a la existencia de vínculos previos entre el equipo y la empresa. Por parte de Hexa se manifestó la necesidad de estudiar la viabilidad de la propuesta, al tratarse de una mipyme y un proyecto pequeño, en relación a los que acostumbran.

Es así como el 18 de julio de 2019 se concretó un segundo encuentro en las instalaciones de Hexa. Allí se manifestó el interés en el proyecto al visualizar un posible nicho de mercado en las empresas de catering, frente a la inexistencia de un software en el mercado local que aplique de forma específica para este tipo de empresas.

Si bien ninguno de los sistemas ya desarrollados que ofrece la empresa aplicaría de forma directa para Acuaria, se vislumbró la posibilidad de reutilizar algunas bases ya existentes en otros sistemas, de forma de simplificar el proceso de desarrollo.

Frente al conocimiento de las dimensiones de Acuaria y visualizando los beneficios de desarrollar este nuevo sistema, Hexa expresó la disposición de ofrecer un precio menor a cambio de utilizar Acuaria como la empresa beta<sup>3</sup> para el desarrollo. En otras oportunidades, Hexa ya ha utilizado esta modalidad de desarrollo con éxito, tal es el caso del software para rentadoras de autos. Esta modalidad le permite utilizar una empresa piloto para desarrollar un producto específico para un rubro, que luego pueda ser comercializarlo a diversas empresas en el mercado. Tras esto se profundizó en el funcionamiento de Acuaria y sus necesidades, poniendo énfasis en los requisitos fundamentales para el sistema.

El 25 de julio de 2019 se concretó el tercer encuentro entre el equipo y Hexa, con el objetivo de seguir avanzando en los requisitos del sistema. Allí se presentaron los diagramas de flujo relevados en Acuaria (Anexo F) y el documento de “Requisitos funcionales de Acuaria” (Anexo E).

Tras el análisis de la información relevada se presentó por parte de Hexa una propuesta comercial. A continuación se mencionan las principales funcionalidades del sistema:

- Presupuesto y venta: funcionalidad de venta de productos terminados y servicios.
- Gestión de pedidos a producir: administra las necesidades de productos y cantidades a producir.
- Gestión de la lista de materiales: administra la información vinculada a los productos que intervienen en los procesos productivos.
- Gestión de inventarios.

---

<sup>3</sup>Empresa que utiliza la versión inicial de un software (versión beta) con el fin de eliminar errores y dar estabilidad al sistema.

- Gestión de la capacidad de producción: define y gestiona el ecosistema de producción; sus líneas, maquinas, tiempos y recursos.
- Gestión de las ordenes de producción: administra el proceso productivo.
- Gestión de resultados y medición de desempeño.

La cotización se realizó sin límite de usuarios, diferenciándolos en los permisos de acceso. De acuerdo a la metodología de trabajo de Hexa el proceso se divide en las siguientes fases.

- Fase 1: Relevamiento de información y análisis de requerimientos.
- Fase 2: Diseño de solución.
- Fase 3: Desarrollo.
- Fase 4: Testing.
- Fase 5: Migración - Implantación.
- Fase 6: Capacitación.
- Fase 7: Transferencia tecnológica.

Se presupuesta un costo de U\$S 4.950 + IVA asociados al desarrollo, instalación y configuración del ambiente. En cuanto al mantenimiento, la empresa ofrece un servicio de respaldo correspondiente a cinco horas mensuales de asistencia remota, con un costo de U\$S 150 + IVA. El sistema se almacena en la nube de ANTEL<sup>4</sup> y cuenta con el soporte del equipo de HEXA; teniendo un valor de U\$S 130 + IVA.<sup>5</sup>

## Opus

Opus Software es una empresa con más de 30 años en el mercado de soluciones informáticas, con una cartera de clientes nacional y también dentro de Sudamérica. Su ERP, el cual comercializan desde 1988, se caracteriza por ser modular y completamente customizable, adaptándose a las necesidades del cliente. Definen su forma de trabajo como modalidad de proyecto en la cual se releva la realidad del cliente y se diseña una solución a su medida.

El primer contacto vía e-mail se estableció con el gerente de soporte, quien brindó una breve descripción acerca del producto “Opus ERP” y la modalidad de trabajo. A su vez dio respuesta a las preguntas planteadas en el e-mail de contacto, detallando los módulos presentes, la posibilidad de adaptar el producto a medida y comentando que poseían experiencia en el rubro gastronómico. Para obtener más información acerca del producto y profundizar en las necesidades de Acuaria se coordinó una reunión. La misma se llevó a cabo el 9 de julio de 2019 en las instalaciones de Acuaria, participando de ella

---

<sup>4</sup>Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL), es la compañía estatal de telecomunicaciones de Uruguay.

<sup>5</sup>Propuesta válida del 2 de agosto de 2019 al 16 de setiembre de 2019.

Carlos Pombo, el gerente de soporte de Opus y el equipo de trabajo. Entre los temas tratados, el foco estuvo puesto en identificar los puntos en común entre el software y la forma de trabajo actual. A la vez se realizaron asociaciones con una aplicación probada del sistema en una rotisería, empresa con un funcionamiento muy similar a Acuaría.

Luego de esta primera reunión introductoria, el 22 de julio de 2019 se coordinó una demostración del software en las oficinas de Opus. En esta oportunidad se mostró por medio de ejemplos concretos las funcionalidades del mismo. También se presentaron dos interfaces de usuario diferentes y la posibilidad de contar con un escáner de código de barras para dar de alta el stock, como una potencial expansión en las funcionalidades. Se explicó la modalidad de proyecto con la que se trabaja, la cual consiste en relevar las necesidades a detalle para diseñar una solución acorde a las expectativas y perfil de cada cliente. Esta modalidad se centra en un acompañamiento constante durante todo el proyecto.

Una vez finalizadas estas dos instancias, con la información recabada, la empresa diseñó una propuesta comercial. El proyecto presentado contaba con una duración aproximada de 7 meses en los cuales se prevé una dedicación de 400 horas, según la distribución presentada en la Tabla 5.5.

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad de horas</b>
Relevamiento	80
Parametrización general	20
Capacitación del personal	160
Puesta a punto del sistema	20
Lanzamiento (puesta en marcha)	120

**Tabla 5.5:** Horas presupuestadas.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta la distribución del trabajo a lo largo de este proyecto:

- Mes 1:
  - Relevamiento fino y detallado (metodología y procesos).
  - Instalación del servidor central de los módulos adquiridos.
  - Instalación de los módulos contratados de Opus en cada servidor central.
  - Comienzo de la parametrización general.
  - Instalación de los puestos de trabajo de la empresa en todos los lugares.
  
- Mes 2:
  - Aprobación del relevamiento fino.
  - Comienzo del desarrollo de los productos o procesos atípicos.
  - Adiestramiento en el sistema contable.
  - Adiestramiento en el sistema de cuentas corrientes.
  
- Mes 3 y 4:

- Adiestramiento en el sistema de workflow documental.
- Adiestramiento en producción.
- Adiestramiento en stock e inventarios.
- Implementación fórmulas dinámicas.
- Implementación en lotes.
- Mes 5:
  - Instalación e implementación de las bandejas.
  - Facturación electrónica.
  - Implementación de documentación a medida.
  - Apoyo logístico y operativo en el lanzamiento.
  - Apoyo en la instalación funcional.
- Mes 6:
  - Apoyo global, auditorías, controles y evaluación.
  - Consolidación de las mecánicas administrativas.
  - Adiestramiento de nivel superior.
  - Definición de procedimientos periódicos internos y externos.
  - Fin del proyecto.
- Mes 7:
  - Finalización del adiestramiento global.

El proyecto brindaría un sistema con licencia para 15 usuarios y contaría con los siguientes módulos:

- Cuentas Corrientes.
- Producción.
- Fórmulas Dinámicas.
- Inventarios.
- Lotes.
- Workflow.
- Facturación Electrónica.

En relación con los costos, demanda una inversión inicial de U\$S 3.000 + IVA seguido por un pago mensual de U\$S 2.000 + IVA por 6 meses (lapso de tiempo en el cual se prevé se extienda el proyecto), generando así un precio total de U\$S 15.000 + IVA al finalizar el proyecto.

Una vez culminada la etapa de implantación, es decir los 6 meses, se comienza a cobrar una cuota mensual de asistencia técnica de \$ 10.000 + IVA. Dicha asistencia se compone por apoyo telefónico, comunicación remota y visita de técnicos y/o instructores en caso de no poder solucionarse la problemática de manera remota. Estas dos últimas modalidades de apoyo pueden tener costos asociados, a evaluarse en cada caso. El mantenimiento cuenta con la actualización automática de cualquier nueva prestación del sistema.

En lo que respecta a facturación electrónica, la misma se presupuesta de manera separada, teniendo un costo inicial de U\$S 2.000 + IVA y asistencia técnica mensual \$ 3.500 + IVA. Es así que la totalidad del proyecto asciende a U\$S 17.000 + IVA y el costo fijo posterior por mantenimiento \$ 13.500 + IVA. Cabe resaltar que el hosting se encuentra a cargo del cliente.<sup>6</sup>

### **Arnaldo Castro - Odoo**

Luego de realizar la prueba gratuita del software Odoo, se verificó que a priori el mismo podía adaptarse a las necesidades de Acuaria. Cómo se había mencionado anteriormente, en caso de que se optara por una solución internacional la misma debía tener representación en Uruguay, es así como surgió la necesidad de contactar a uno de sus representantes en el ámbito local. Odoo cuenta con un total de nueve partners locales, diferenciados en dos niveles, “Silver Empresas” y “Ready Empresas”<sup>7</sup>, Arnaldo Castro pertenece al primer grupo, por lo que se seleccionó para realizar las averiguaciones iniciales. Luego, si efectivamente el software se adaptaba completamente a las necesidades de Acuaria y era del agrado de la dirección, se podría profundizar en el contacto con otras empresas partner.

Arnaldo Castro S.A. es una organización con más de 80 años brindando servicios en tecnologías de la información. Su amplia trayectoria abarca tanto el mercado nacional como el internacional, con sucursales en Argentina y Paraguay además de su casa matriz en Montevideo, Uruguay.

El contacto inicial se dio a través de la página de Odoo tras llenar un formulario, para luego ser contactados directamente vía e-mail y teléfono por una ejecutiva comercial de Arnaldo Castro. Tras intercambiar información y responder a una serie de preguntas con relación a la cantidad de ítems (materia prima, productos intermedios, productos terminados), facturas y usuarios, se hizo llegar vía e-mail un bosquejo de propuesta comercial. El presupuesto resultó dentro del rango esperado, por lo que se coordinó una reunión para conocer el funcionamiento del sistema e intercambiar sobre las necesidades de Acuaria con el fin de llegar a un propuesta formal.

El 20 de agosto de 2019 se concretó este encuentro en las instalaciones de Arnaldo Castro. En una primera instancia se dialogó acerca de la realidad de Acuaria y se tomó nota acerca de los módulos que serían necesarios incluir para poder satisfacer las necesidades. Luego se procedió a realizar una demostración con un ejemplo desarrollado previamente para una empresa de estas características. En dicho ejemplo se contempló el proceso com-

---

<sup>6</sup>Propuesta recibida del 31 de julio, sin validez definida.

<sup>7</sup>Las empresas Silver cuentan con mayor cantidad de usuarios implementados.

pleto para la fabricación de un platillo, desde el ingreso de la materia prima, el pedido, la carga de la receta, su producción y almacenaje.

Luego de este encuentro la empresa presentó una propuesta comercial buscando satisfacer las necesidades de Acuaria. Dicha propuesta presentaba la instalación de seis módulos:

- Inventario.
- Fabricación.
- Compras.
- Ventas.
- Facturación electrónica.
- Contabilidad.

La propuesta fue presentada en dos etapas de instalación, una inicial para los primeros cuatro módulos y una final con los restantes dos.

El precio vinculado a la ejecución del proyecto es de U\$S 6.150 + IVA. La empresa ofrece tres tipos de soporte (estándar, medio y avanzado), los cuales varían en prestaciones y costos. El soporte estándar tiene un costo de \$ 2.900 + IVA, el medio 5.450 + IVA y el avanzado \$ 10.500 + IVA, y corresponden a 2, 5 y 12 horas mensuales de asistencia remota respectivamente. El sistema es instalado en servidores en la nube a cargo de Arnaldo Castro, los cuales suman un costo de \$ 2.400 + IVA mensuales. Por otro lado, es necesario el pago de un licenciamiento por módulo usado del sistema Odoo, el mismo es abonado de forma anual y en base a los módulos utilizados tendrían un valor de U\$S 648.<sup>8</sup>

### **Otros partners - Odoo**

Tras el contacto con Arnaldo Castro se realizaron consultas a otros partners de Odoo, con el fin de obtener presupuestos informales. Se recibió respuesta por parte de Cabatel, Soft y TDT Consultants, las cuales servirían como contacto inicial en caso de tener, por parte de Acuaria, interés en avanzar con el sistema Odoo.

De las empresas relevadas a lo largo de esta Sección, serán consideradas para el análisis posterior Númina, Opus, Hexa y Arnaldo Castro, considerando que son las alternativas con las cuales se concretó una propuesta formal.

---

<sup>8</sup>Propuesta válida del 30 de julio de 2019 al 19 de agosto de 2019.

# Capítulo 6

## Elección del software

En la Sección 6.1 se presenta un análisis de las alternativas relevadas y se plantean herramientas para la toma de decisiones que permiten arribar a una conclusión acerca de qué software adquirir. Luego en 6.2 se realiza un acercamiento a las etapas posteriores a la elección del software.

### 6.1. Análisis de alternativas

Una vez finalizada la etapa de relevamiento de opciones, se procedió a presentar los resultados de la investigación a las diferentes partes interesadas. Para esto, el 4 de septiembre de 2019 se organizó una reunión en las instalaciones del PTIC contando con la presencia de Carlos Pombo - Director de Acuaria, Héctor Cancela - Tutor del proyecto, Pedro Piñeyro - Tutor del proyecto, Patricia Quintana - Ingeniera del PTIC, Guillermo Gonsalvez - Presidente del PTIC y Agustina Márquez - Encargada de comunicación del PTIC.

El objetivo central de esta reunión radicó en comunicar a Acuaria las diferentes opciones de software relevadas junto con sus puntos fuertes y débiles. Otros fines secundarios refirieron por un lado a la instancia académica en la cual se enmarca este proyecto con la exposición de los avances a la fecha, y por el otro al vínculo entre la Facultad de Ingeniería - UdelaR y el PTIC, de manera de presentar a las autoridades los frutos de este convenio.

Esta instancia se dividió en dos partes, al comienzo se expuso con una presentación y luego se continuó con un intercambio entre todas las partes donde se expresaron opiniones y por parte del equipo de estudiantes se evacuaron dudas. En lo que refiere a la presentación se trataron los siguientes títulos:

- Introducción - ¿Qué es un ERP?
- Riesgos presentes en la implantación de un software.
- Requisitos excluyentes.
- Infraestructura y requisitos necesarios para la implantación.
- Presentación de las empresas de las cuales se obtuvo presupuestos.
- Explicación al detalle de Arnaldo Castro y Hexa.

- Próximas etapas.

Cabe mencionar que los cambios en una organización vienen acompañados de riesgos potenciales, por lo tanto se consideró la presentación formal como una buena instancia para advertir acerca de dichos riesgos, considerando que el conocimiento de los mismos puede tener influencia en la elección del software. Entre los riesgos identificados se encuentran:

- Resistencia del personal.
- Escenarios de la realidad no contemplados dentro del software.
- Baja o nula utilización del sistema.
- Datos desactualizados en el sistema.
- Capacitación y/o soporte insuficiente.
- Falta de tiempo por parte de la empresa.

Si no se actualiza la información en el sistema de manera disciplinada y rigurosa posiblemente comience el uso en paralelo de sistemas informales y posteriormente se abandone el sistema ERP o deban invertirse recursos para actualizarlo y volver a utilizarlo.

El peligro de que el sistema informal le gane al formal es constante y si la administración no usa el formal (ERP), puede generar un ambiente de crisis llevando por ejemplo a pérdida de servicios o falta de stock de algún ingrediente.

De manera de reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos listados, se sugiere fuertemente contar con la figura de un líder de proyecto. Esta persona será la encargada de velar por todos los aspectos que refieren al proceso de adquisición e implantación del software, fomentando su uso y sirviendo de apoyo frente a problemas que surjan. Es fundamental que la administración se esfuerce por mantener exactitud en los datos y motive a todos los usuarios a utilizar el ERP correctamente. Todos los empleados de la empresa deben entender cómo serán afectados y deben comprender sus nuevas responsabilidades.

A modo de resumen, en la Tabla 6.1 se presentan aquellas propuestas comerciales a considerar. En la misma se busca exponer de manera objetiva las diferentes propuestas con sus características, con el fin de facilitar la toma de decisión del software a ser instalado. Es importante mencionar que resulta necesario adaptar las propuestas de forma tal que puedan compararse con la misma referencia.

Empresa	Númina	Opus	Arnaldo Castro	Hexa
Tipo de software	Adaptación	Adaptación	Predefinido	Desarrollo a medida
Asistencia	Libre, presencial 7 hs mensuales	Remota libre	Remota, 5 hs mensuales	Remota, 5 hs mensuales
Facturación electrónica	Si	Si	Si	No
Inversión	U\$S 19.946 + IVA	U\$S 17.000 + IVA	U\$S 6.150 + IVA	U\$S 4.950 + IVA
Asistencia - Mantenimiento	U\$S 284 + IVA	U\$S 356 + IVA	U\$S 198 + IVA	U\$S 150 + IVA
Hosting	Por parte del cliente	Por parte del cliente	U\$S 63 + IVA	U\$S 130 + IVA

**Tabla 6.1:** Comparación de propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las posibilidades de asistencia de Arnaldo Castro se opta por la intermedia, al ser comparable con la propuesta de Hexa y considerando que las empresas restantes ofrecen asistencia libre.



En lo que refiere a la inversión inicial, todas las propuestas tienen condiciones diferentes, variando en la cantidad y el momento de las cuotas, la divisa de la transacción, entre otras cosas. Se uniformizan todas las propuestas en un monto total en dólares utilizando el tipo de cambio \$ 37,90<sup>1</sup>.

Algo similar sucede con la asistencia y mantenimiento, que se expresan en un valor de cuota mensual en dólares, correspondiente a la modalidad de soporte presentada en la misma tabla. En el caso de Odoo, este valor incluye el costo mensual de la licencia de todos los módulos de la propuesta, que debe ser abonado anualmente. Finalmente el costo de hosting de la propuesta de Arnaldo Castro - Odoo, también es convertido a dólares.

Como se puede apreciar en la Tabla 6.1, existe una diferencia notoria en el precio de las diferentes opciones, siendo Hexa y Arnaldo Castro las más económicas, y quedando fuera del rango de precio estipulado por Acuaria, Opus y Númina. Por este motivo, a la hora de analizar a fondo las diferentes opciones con sus puntos fuertes y débiles solo se toma en cuenta a Hexa y Arnaldo Castro.

La principal diferencia entre estas dos opciones radica en que Hexa ofrece un software confeccionado a medida y Arnaldo Castro parametriza uno existente. Esto repercute en una serie de aspectos que impactan en las fortalezas y debilidades de cada opción.

En lo que refiere a la solución brindada por Arnaldo Castro, es decir el software Odoo, se vislumbran una serie de ventajas que se presentan a continuación:

- Software probado a nivel mundial: la posibilidad de que ocurran errores con el sistema en sí se reduce por su amplio uso en empresas a lo largo del mundo, inclusive alguna de estas puede ser del rubro catering.
- Disponibilidad de información online: permite la posibilidad de auto-capacitación y resolución de problemas de manera autónoma. El alcance mundial viene acompañado de una vasta disponibilidad de información acerca de cómo utilizar el sistema, tanto oficial como generada por usuarios recurrentes.
- Se puede probar: tanto en su versión gratuita online como agendando una demostración en Arnaldo Castro, es posible utilizar el sistema antes de adquirirlo, lo que permite ver si el software satisface las necesidades de la empresa y evaluar la posibilidad de adaptación al sistema.
- Conocimiento de la interfaz: ya sea por la información disponible en la web o por la realización de una prueba gratis o demostración, se puede conocer antes de su adquisición la interfaz de usuario y evaluar si la misma resulta amigable e intuitiva.
- Software modular: permite la implementación en etapas, o incluso, agregar nuevas funcionalidades a medida que se pueda o surjan nuevas necesidades.
- Actualizaciones del sistema: existe la actualización o creación de versiones, que resuelvan fallas o mejoren el desempeño del sistema, que pueden sumar funcionalidades que resulten de interés para Acuaria.
- Varios partners en Uruguay: posibilidad de obtener una serie de presupuestos para evaluar la adquisición en miras de elegir la mejor opción. También, flexibilidad para

---

<sup>1</sup>Valor tomado de la cotización del BROU el 05/10/19 <https://bit.ly/2TItl3N>

modificar la empresa a cargo del soporte y mantenimiento frente a disconformidad en el servicio brindado, sin necesidad de cambiar de software.

- Versión mobile: esta modalidad es especialmente útil para el chequeo de pedidos y entregas que se podrían realizar desde un celular o tablet.

Con relación a las desventajas del software Odoo, se presentan las siguientes:

- Cierta rigidez para adaptar el sistema: al ser un software genérico parametrizado, es posible que sea necesario modificar algún proceso de Acuaria para que resulte compatible con el sistema. Esto generalmente es más sencillo y económico que adaptar el software por completo a los procesos de Acuaria. De todos modos cuenta con suficiente flexibilidad como para hacer modificaciones en caso de ser necesarias (por ejemplo la facturación electrónica).
- Existencia de un intermediario: el contacto no se da de primera mano con Odoo, lo que genera cierta lejanía con la empresa en sí.

De igual modo, se procede a presentar las ventajas de optar por la opción brindada por Hexa:

- Hecho a medida: de carácter personalizado por lo que apunta a satisfacer las necesidades de Acuaria y se adapta a sus procesos.
- Posibilidad de adaptación continua: ante posibles cambios en Acuaria el software se puede adaptar, negociado con Hexa su costo.
- Implementación incremental: en caso de ser necesario permite comenzar con aquellas funcionalidades que se fijan, para que el cambio se efectúe de manera paulatina.
- Proyecto colaborativo: fuerte compromiso de ambas partes al tratarse de un proyecto en conjunto en el cual la empresa de software no espera un beneficio únicamente monetario. A la vez se consigue un sistema desarrollado a medida a un costo significativamente menor al propuesto en el mercado.
- Versionado: el mantenimiento mensual prevé actualizaciones del sistema, aunque en la práctica se considera poco probable por el número reducido de clientes.

En lo que a las desventajas de la propuesta de Hexa refiere, entre ellas se encuentran:

- Acuaria como empresa piloto: ser la primer empresa que utilizará el software implica una mayor probabilidad de encontrarse con aspectos no contemplados en el sistema o con errores en el funcionamiento del mismo, lo cual puede afectar en el desempeño de la empresa. También demandará una gran disponibilidad de tiempo por parte de Acuaria para llevar a cabo el trabajo en conjunto.
- Desconocimiento de la interfaz: no se sabrá que tan amigable o intuitivo es el software hasta llegar a las etapas finales de desarrollo.
- Total dependencia en la capacitación y soporte: frente a dudas solo existe la opción de consultar a Hexa, lo que implica utilizar las horas de soporte que son limitadas. No existe la posibilidad de buscar en Internet como resolver inconvenientes o profundizar en utilidades presentes en el sistema a las que no se les esté dando uso.

- Dificultad para migrar de sistema: en caso de disconformidad con relación al software o proveedor, cambiar de sistema es la única opción, ya que Hexa es propietaria del código.
- Sin versión mobile.

Luego de la presentación formal de los resultados de la investigación de mercado, se procedió a pautar una reunión el 11 de setiembre de 2019 en las instalaciones de Acuaria, con el fin de aclarar dudas y ahondar en las ventajas y desventajas de las dos opciones viables de adquirir. De esta reunión se desprendió el deseo de la empresa de juntarse con Arnaldo Castro y Hexa, para obtener de primera mano la información brindada por el equipo de estudio y también evacuar dudas acerca de los aspectos presentados en la instancia formal.

La reunión con Hexa se realizó el 19 de setiembre de 2019 en sus instalaciones y asistieron a la misma Carlos Pombo y Nicolás Pombo, el equipo de desarrollo y comercial de Hexa y los integrantes del equipo de trabajo. Lamentablemente el principal contacto dentro de Hexa, quien posiblemente liderara el proyecto, no consiguió asistir a la reunión. Esto hizo que el intercambio de ideas y requisitos se tuviera que repetir parcialmente, alargando la reunión y apartándola de su objetivo inicial. Por otro lado, se obtuvo una idea de como sería la visual del sistema, algo que se había destacado como una desventaja de Hexa anteriormente. Para esto la empresa mostró un sistema de gestión existente que tienen desarrollado para otro cliente, pero que tiene la misma base de fondo.

El encuentro con la empresa Arnaldo Castro se concretó el 26 de setiembre de 2019 en sus instalaciones, con el objetivo principal de recibir una demostración del software Odo. De dicha reunión participó Carlos Pombo y Nicolás Pombo, la gerenta comercial de Arnaldo Castro y el equipo de estudio. Desafortunadamente no se contó con la presencia de la persona a cargo de realizar las demostraciones, no pudiendo sacar el mayor provecho a la reunión. De todos modos, la representante de Arnaldo Castro realizó una pequeña demostración, enseñando algunas funcionalidades básicas, así como también presentando la interfaz del sistema. También la instancia se utilizó para aclarar dudas y explicar la variedad de módulos con los que cuenta Odo, en caso de que Acuaria se encontrara interesada en algún otro módulo no incluido en la propuesta comercial presentada.

Para que el proceso de toma de decisión resultara objetivo, y con el fin de ayudar en la elección del sistema, se presentó un método formal para la toma de decisiones. Dicho método consiste en seleccionar características relevantes para la evaluación de las opciones. Luego se procede a ponderar la importancia de las características que serán usadas como criterios de decisión. Posteriormente se evalúan las alternativas asignando un puntaje del 1 al 5 según que tan satisfactoriamente cumple con esa característica el software evaluado. Una vez se tiene la ponderación de la característica y el puntaje asignado en la misma a cada opción, se los procede a multiplicar y luego sumar, llegando así a un puntaje final para la opción. Aquella alternativa con mayor puntaje resulta la mejor.

A continuación se detallan las características consideradas, cabe mencionar que los costos se evaluarán de manera independiente y serán vistos más adelante.

- Soporte y mantenimiento: se valoran las horas y formato de asistencia, siendo mejor conceptuadas las empresas con más acompañamiento.
- Reputación de la empresa: se evalúa la presencia de la empresa, ya sea en Uruguay, la región o el mundo, obteniendo un mayor puntaje cuando mayor es el alcance.

- Nivel de dependencia del cliente: se valora la facilidad para migrar de sistema o proveedor.
- Adaptación de funcionalidades existentes: facilidad para realizar modificaciones en funcionalidades existentes, siendo mayor cuando más sencillo es.
- Desarrollo de nuevas funcionalidades: facilidad para incluir nuevas funcionalidades, siendo mayor cuando más sencillo es.
- Madurez del software: cuanto más aplicado fue el sistema, menor es la probabilidad de errores de diseño.
- Interfaz de usuario: se valora que tan intuitivo y amigable resulta el software para el usuario.
- Rigidez del sistema: se evalúa la facilidad de adaptación del sistema a los procesos de la empresa.

El puntaje brindado a cada software en las diferentes categorías lo asignó el equipo de estudio, quien cuenta con un sólido conocimiento de las diferentes opciones. Con relación a la ponderación de cada característica, Carlos Pombo y Nicolás Pombo se encargaron de brindar un valor, considerando los aspectos que para Acuaría tienen mayor importancia. Para asignar la ponderación, se parte de un total de 100 puntos a ser distribuidos entre las ocho características, de esta manera se evitan las tendencias al alza o a la baja.

En la Tabla 6.2 se presentan los resultados obtenidos de aplicar el método. Cabe mencionar que si bien las opciones que se encuentran en consideración son únicamente Hexa y Arnaldo Castro, se incluyó también a Opus y Númina en la comparación de manera de tener una referencia para asignar los puntajes.

Características	Hexa	AC-Odoo	Opus	Númina	Ponderación
Soporte y mantenimiento	3	3	4	5	15
Reputación	5	5	4	3	4
Nivel de dependencia del cliente	2	4	2	2	15
Adaptación de funcionalidades existentes	4	4	3	3	10
Desarrollo de nuevas funcionalidades	2	5	2	2	8
Madurez del software	1	5	1	3	12
Interfaz de usuarios	4	4	2	3	18
Rigidez del sistema	5	3	5	2	18
<b>Total</b>	325	391	290	289	100

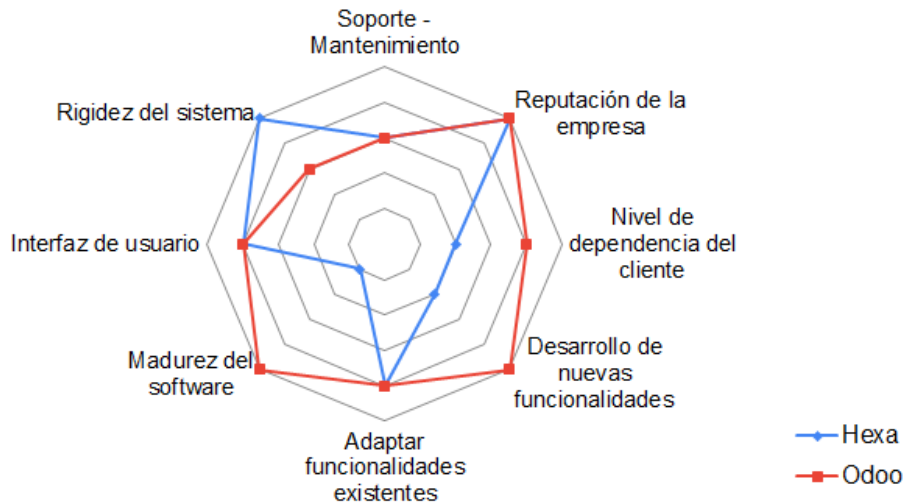
**Tabla 6.2:** Método aplicado para la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación del método se desprende que Odoo mediante Arnaldo Castro representa la mejor opción al obtener el mayor puntaje.

Una manera visual para comparar las cualidades de las dos alternativas es el gráfico radial presente en la Figura 6.1. Allí se presentan las dos opciones con las puntuaciones asignadas en el método en las diferentes características, sin considerar su ponderación. Como se puede apreciar, Odoo supera o iguala a Hexa en todos los puntos excepto en la rigidez del sistema. Se puede concluir que para que Hexa supere a Odoo en puntaje,

la característica rigidez del sistema debería tener una ponderación muy alta por sobre el resto de los criterios.



**Figura 6.1:** Gráfico radial Hexa vs Arnaldo Castro-Odoo.

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, el costo de las diferentes opciones no se incluyó como criterio de decisión en la aplicación del método. Dado que se trata de un cambio a largo plazo, se procede a realizar un análisis de los mismos en un período de 5 años para las empresas Hexa y Arnaldo Castro.

En la Tabla 6.3 se resumen los costos anuales en dolares, para esto se convirtieron los precios de hosting y mantenimiento de Arnaldo Castro de pesos uruguayos a dolares tomando como cotización \$ 37,90.<sup>1</sup>

Cabe mencionar que en el caso de Arnaldo Castro se plantean dos alternativas, la alternativa A considera el mantenimiento de 5 horas mensuales y la B el de 2 horas mensuales.

Opción	Mantenimiento (U\$S)	Hosting (U\$S)	Licencia (U\$S)	Total Anual (U\$S)
Hexa	1.800	1.560	0	3.360
Arnaldo Castro A	1.726	760	648	3.134
Arnaldo Castro B	918	760	648	2.326

**Tabla 6.3:** Costo anual en dolares por opción.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos de la Tabla 6.3 se construye la Tabla 6.4, en donde se suma la opción Arnaldo Castro C, la cual corresponde a optar por un mantenimiento de 5 horas mensuales los primeros 2 años y luego cambiar a uno de 2 horas mensuales en los 3 restantes. Esto se evalúa bajo el supuesto de que al inicio será necesario contar con mayor acompañamiento por parte de Arnaldo Castro, y una vez que se tenga un mayor conocimiento del sistema se podrá acotar las horas de mantenimiento.

Opción	Precio de compra (U\$\$)	Costo acumulado 5 años (U\$\$)	Total 5 años (U\$\$)
Hexa	4.950	16.800	21.750
Arnaldo Castro A	5.400	15.667	21.067
Arnaldo Castro B	5.400	11.630	17.030
Arnaldo Castro C	5.400	13.245	18.645

**Tabla 6.4:** Inversión en 5 años.  
Fuente: Elaboración propia.

Analizando las propuestas con mantenimientos iguales (Hexa y Arnaldo Castro A) se puede observar que la inversión en 5 años es similar para ambas opciones. Cabe mencionar dos aproximaciones realizadas en la comparación de los costos de las propuestas. La primera se da frente a los costos de mantenimiento y hosting referentes a la propuesta de Arnaldo Castro, los cuales se brindan en pesos y son necesarios traducirlos a dolares. Para realizar dicha conversión fue tomada la cotización \$ 37,90<sup>1</sup>, como cierta para todo el período. Por otro lado, no se tomaron ajustes por inflación anuales.

El hecho de que Arnaldo Castro cuente con una propuesta flexible en cuanto al mantenimiento es una gran ventaja porque permite presentar una alternativa más económica (opción C). Cabe mencionar que la alternativa B se presenta de forma ilustrativa, sirviendo como punto intermedio para el calculo de la alternativa C. No se considera una opción viable tener un soporte de 2 horas mensuales al comienzo de la implantación del sistema.

Teniendo en consideración las ventajas y desventajas expuestas a lo largo de este capítulo, los resultados brindados por el método objetivo utilizado, el gráfico radial y la similitud en la inversión en el largo plazo para condiciones iguales, se recomendó a la empresa por parte del equipo de estudio optar por la alternativa de Arnaldo Castro, es decir Odo. Más aún, dentro de las opciones de soporte planteadas para Arnaldo Castro la alternativa C, que contempla un soporte de 5 horas mensuales los primeros 2 años y luego uno de 2 hora mensuales, sujeto a cambios bajo necesidad.

Tras la recomendación y el apoyo por parte del equipo de estudio y el intercambio con ambas empresas, finalmente Acuaría tomó la decisión de seguir con el proceso de adquisición del software con Arnaldo Castro. Cabe mencionar que desde el equipo de estudio se planteó la posibilidad de obtener presupuestos con las otras empresas partners de Odo en Uruguay, pero Acuaría optó por continuar el proceso con Arnaldo Castro.

## 6.2. Etapas posteriores

Una vez tomada la decisión y optando por la propuesta presentada por Arnaldo Castro comenzó una etapa en la cual Acuaría se volvió protagonista y el equipo de estudio pasó a cumplir un rol de acompañamiento. Es así que el 11 de noviembre de 2019 se coordinó una reunión en las instalaciones de Arnaldo Castro. En la misma participaron dos desarrolladores encargados de parametrizar el sistema, el equipo de estudio y Nicolás Pombo, quien cumplirá el rol de líder del proyecto por parte de Acuaría. El encuentro se centró en el planteamiento de dudas por parte de Acuaría, tomando como insumo toda la información proporcionada por el equipo de estudio. También se mostró el sistema, en esta ocasión como algo secundario dado que en otras instancias ya se había ahondado en su funcionamiento.

Las principales preocupaciones planteadas por parte de Acuaría refirieron a cómo re-

solver la trazabilidad de los alimentos en el sistema, la unificación de las órdenes de producción y cómo sería la generación de propuestas para enviar a los clientes. Esto último debía contemplar la posibilidad de enviar un documento sin cotización, únicamente detallando las cualidades del servicio para que el cliente lo apruebe o realice las modificaciones pertinentes. Luego de la aprobación, sí se generaría un presupuesto que incluya el precio del servicio.

Algunas dudas no pudieron ser respondidas en la reunión por la necesidad de chequear información y realizar averiguaciones, siendo contestadas vía e-mail algunas semanas después del encuentro. En dicho contacto se aclaró que si bien Odoó cuenta con la funcionalidad de trazabilidad, sería necesario desarrollo para contemplar la operativa tal como la realiza Acuaria. En cuanto a la solicitud de unificar las ordenes de producción, también sería necesario aplicar un desarrollo. Por último, con relación a la generación de la propuesta comercial del servicio, se aclaró que sería posible incluir todo lo solicitado por Acuaria sin necesidad de desarrollo, a la vez que se adjuntó un ejemplo de cómo luciría el documento.

Debido a la necesidad de desarrollo para algunas de las nuevas funcionalidades planteadas, los presupuestos presentados a lo largo de este trabajo pueden sufrir modificaciones. Frente a la zafra que se da en el rubro en el mes de diciembre, y teniendo en cuenta las licencias en los meses de enero y febrero, el contacto se vió interrumpido por algunos meses, siendo retomado en marzo de 2020. Al momento de cierre de este proyecto, Arnaldo Castro se encontraba a la espera de una respuesta por parte de Acuaria para enviar una nueva propuesta comercial incluyendo los cambios mencionados.

# Capítulo 7

## Aplicación del ERP: Problema de entrega y recolección de servicios

En este capítulo se presenta toda la información vinculada al modelo matemático para el problema de entrega y recolección de servicios. En la Sección 7.1 se brinda la fundamentación por la cual se decide realizar dicho modelo. La Sección 7.2 presenta la modalidad en la cual Acuaria realiza la distribución y recolección de servicios actualmente. La formulación y validación del modelo matemático se encuentran en las secciones 7.3 y 7.4 respectivamente. Luego se aplica el modelo a tres casos reales en la Sección 7.5. Por último en la Sección 7.6 se establecen los datos que son necesarios provea el ERP al modelo.

### 7.1. Motivación del modelo

Teniendo en cuenta el esfuerzo económico y la dedicación necesaria que implica la implementación de un ERP para una empresa pequeña como Acuaria, es sumamente importante sacar el mayor provecho a dicho sistema. Es así que surge la necesidad de explicitar el potencial que permite un ERP. Estos sistemas sirven como fuente de información para la organización, mejora y entendimiento de los procesos, y es la recolección y distribución uno de los principales dentro de la empresa. La puntualidad es un factor fundamental en este rubro y de ella depende la reputación de la empresa. Por eso se elige este proceso para establecer el vínculo entre el ERP y otras posibles formas de mejora, como ser el modelado matemático que contribuye a la toma de decisiones.

Se busca por medio de un modelo matemático realizar la planeación de las entregas de los diferentes servicios, así como también su recolección en caso de que se requiera. Dicha planeación implica la determinación de los horarios de salida y llegada a Acuaria, visita de los diferentes servicios, tiempos de espera y armado del recorrido con su correspondiente vehículo. El beneficio de lograr un modelado matemático de este proceso impacta en las decisiones operativas, pero también puede tener implicancias en las decisiones tácticas y estratégicas. Es así que se pueden vislumbrar posibilidades de mejoras en aspectos como pueden ser cambios en la flota de vehículos, turnos de trabajo, cantidad de trabajadores y segmentación de potenciales clientes.



## **7.2. Forma de trabajo: distribución y recolección**

En la actualidad la planeación vinculada a la distribución y recolección de los servicios se realiza de forma manual en base a la experiencia de los operarios. Dicha planeación se inicia al cierre de la semana organizando los servicios a cumplir en la semana entrante, para luego ir ajustando el plan en base a las situaciones o nuevos servicios que se concreten. Esta actividad es llevada adelante por el encargado del depósito y el director de la empresa.

El primer dato que se tiene en cuenta para realizar la planeación es el referente al horario de llegada al servicio, es decir, la hora a la cual el vehículo debe arribar de manera que esté todo listo para la hora de comienzo del evento. Este dato se determina teniendo en cuenta el tiempo de descarga o carga de los implementos y cajones con los alimentos, y el tipo de servicio, lo cual define la necesidad de cocción de alimentos, preparado del salón, etc. Cabe mencionar que el tiempo de descarga o carga suele ser similar entre los distintos tipos de servicios brindados. El segundo dato de relevancia refiere a la dirección de entrega; al realizar la planificación se busca definir rutas que contengan los servicios mas cercanos y permitan cumplir con los horarios pautados, de forma de minimizar los traslados realizados por los vehículos. A la vez, se debe evaluar si es necesario realizar entregas y recolecciones de mercadería, siendo este último efectuado cuando se utiliza utilería o vajilla de la empresa.

Dada la ubicación de las instalaciones de Acuaria, en los accesos de la ciudad de Montevideo, en muchos casos la distancia entre servicios es significativamente menor a la que existe con la empresa. Debido a esto se vuelve recurrente la espera entre repartos intentando reducir la cantidad de traslados. Para cubrir todos sus servicios, la empresa cuenta con dos vehículos propios de diferente capacidad; un camión refrigerado Kia K2500 de 4000 kg y una camioneta Hyundai H1 de 600 kg, mediante los cuales se efectúan todos los traslados.

### 7.3. Modelado matemático

Existen diversos modelos en la literatura para resolver problemas de ruteo, entre ellos se encuentra VRPTW<sup>1</sup> y VRPPD<sup>2</sup>. Cada uno de ellos contempla diferentes aspectos propios de la operativa de Acuaria. Por un lado VRPTW tiene en cuenta las ventanas de tiempo y por el otro VRPPD considera entregas y recolección. A pesar de esto, la realidad de la empresa implica otras complejidades, lo que genera que ninguno de estos modelos sea totalmente representativo. Es así que se optó por crear un modelo que se adapte a las características de Acuaria en lugar de adaptar los procesos a un modelo ya existente.

Para esto se realizaron las siguientes suposiciones:

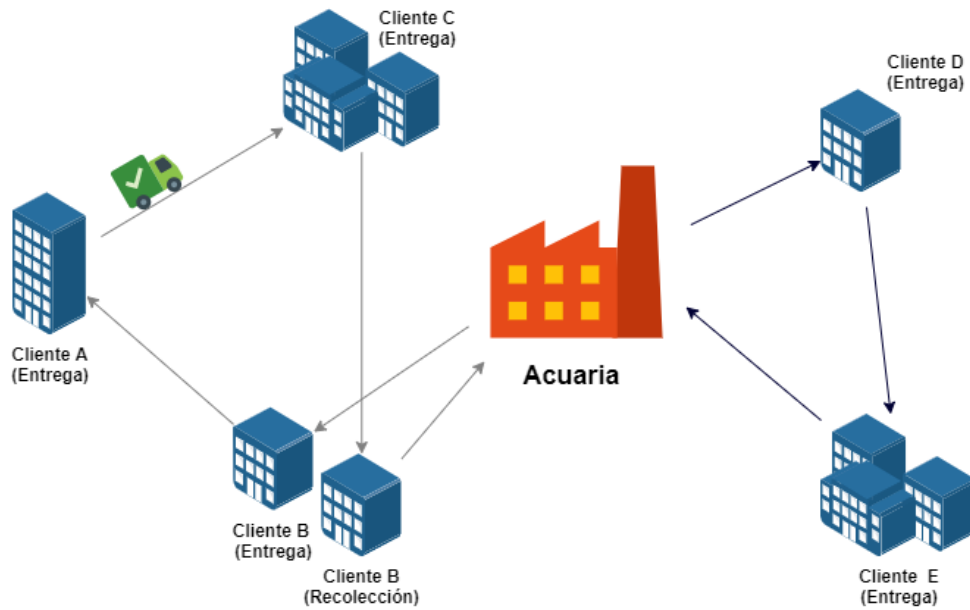
- Los servicios que implican entrega y recolección serán tomados en cuenta como dos servicios independientes asociados a una misma dirección pero con tiempos de cumplimiento diferentes.
- El volumen de un único servicio no supera la capacidad del vehículo de mayor tamaño.
- No se pueden fraccionar los servicios, en caso de querer hacerlo por algún motivo se deben representar como servicios diferentes.
- Se le llamará ruta al par compuesto por un vehículo y una ronda.
- La ronda define el número de salida de un vehículo desde Acuaria en el período de tiempo modelado.
- Cada servicio es atendido por una ruta en un turno determinado, el cual refleja la posición dentro de la misma.
- La planificación es realizada por día de trabajo.

En la Figura 7.1 se presenta un diagrama con el fin de esclarecer estos conceptos:

---

<sup>1</sup>Vehicle Routing Problem with Time Windows - Ruteo de vehículos con ventanas de tiempo

<sup>2</sup>Vehicle Routing Problem with Pickups and Deliveries - Ruteo de vehículos con entrega y recolección



**Figura 7.1:** Grafo de cumplimiento de servicios.  
Fuente: Elaboración propia.

En el presente ejemplo se utiliza un solo vehículo que cumple con seis servicios correspondientes a cinco clientes (el cliente B cuenta con entrega y recolección). Para esto se definen dos rutas:

- Ruta gris: Acuaria  $\rightarrow$  B (entrega)  $\rightarrow$  A (entrega)  $\rightarrow$  C (entrega)  $\rightarrow$  B (recolección)  $\rightarrow$  Acuaria.
- Ruta negra: Acuaria  $\rightarrow$  D (entrega)  $\rightarrow$  E (entrega)  $\rightarrow$  Acuaria.

La ruta gris representa la primera ronda que realiza el vehículo y la ruta negra la segunda. Luego, dentro de la ruta gris, se parte desde Acuaria, se atiende el servicio B (entrega) en el turno uno, A (entrega) en el dos, C (entrega) en el tres, B (recolección) en el cuatro y se retorna a Acuaria en el turno cinco.

A continuación se presentan las definiciones de los conjuntos, parámetros y variables, seguido del modelo con su función objetivo.

**Conjuntos:**

- $N_E$  : Conjunto de servicios de entrega.
- $N_R$  : Conjunto de servicios de recolección.
- $N = N_E \cup N_R$  : Conjunto total de servicios.
- $Ac = \{0\}$  : Acuaria, nodo inicial y final en todas las rutas.
- $V$  : Conjuntos de vehículos disponibles.
- $K$  : Ronda, número de salida que hace el vehículo.
- $T$  : Turno, posición ordenada del servicio en la ruta que lo recorre.

### Parámetros

- $TT_{n,m}$  : Tiempo de traslado del servicio  $n$  al servicio  $m$ ;  $n, m \in N$ .
- $QC_{v,k}$  : Capacidad de carga del vehículo  $v$  utilizado en la ronda  $k$ ;  $v \in V, k \in K$ .
- $VP_n$  : Volumen del servicio  $n$ ;  $n \in N$ .
- $T_n^{min}$  : Momento inicial de la ventana de tiempo de entrega del servicio  $n$ ;  $n \in N$ .
- $T_n^{max}$  : Momento final de la ventana de tiempo de entrega del servicio  $n$ ;  $n \in N$ .
- $T_n^{dur}$  : Tiempo de duración de la carga o descarga del servicio  $n$ ;  $n \in N$ .
- $T1$  : Horario inicial factible para la salida de las rutas.
- $T2$  : Horario final factible para la llegada de las rutas.
- $T3$  : Tiempo máximo factible de espera.
- $TPC$  : Tiempo de preparación del camión.
- $\alpha$  : Índice de ponderación 1.
- $\beta$  : Índice de ponderación 2.
- $C$  : Constante auxiliar 1.
- $D$  : Constante auxiliar 2.

### VARIABLES

$TSD_{v,k}$ :	Tiempo de salida del depósito del vehículo $v$ en la ronda $k$ ; $v \in V, k \in K$ .
$TLD_{v,k}$ :	Tiempo de llegada al depósito del vehículo $v$ en la ronda $k$ ; $v \in V, k \in K$ .
$TLS_{v,k,t}$ :	Tiempo de llegada del vehículo $v$ en la ronda $k$ en el turno $t$ ; $v \in V, k \in K, t \in T$ .
$TE_{v,k,t}$ :	Tiempo de espera del vehículo $v$ en la ronda $k$ en el turno $t$ ; $v \in V, k \in K, t \in T$ .
$VLD_{v,k}$ :	Volumen ocupado en el vehículo $v$ en la ronda $k$ al llegar al depósito; $v \in V, k \in K$ .
$VLR_{v,k,t}$ :	Volumen ocupado en el vehículo $v$ en la ronda $k$ en el turno $t$ ; $v \in V, k \in K, t \in T$ .
$Z_{n,v,k,t}$ :	$\begin{cases} 1 & \text{si el servicio } n \text{ pertenece a la ronda } k \text{ del vehículo } v \text{ en} \\ & \text{el turno } t; n \in N, v \in V, k \in K, t \in T. \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases}$
$Y_{n,m,v,k,t}$ :	$\begin{cases} 1 & \text{si el vehículo } v \text{ en la ronda } k \text{ llega al servicio } m \text{ desde el} \\ & \text{servicio } n \text{ en el turno } t; n \in N, m \in N, v \in V, k \in K, t \in T. \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases}$
$W_{v,k}$ :	$\begin{cases} 1 & \text{si el vehículo } v \text{ realiza su ronda } k; v \in V, k \in K. \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases}$

$$\min \sum_{v \in V} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} \left[ \left( \sum_{n \in NUAC} \sum_{m \in NUAC} \alpha Y_{n,m,v,k,t} T T_{n,m} \right) + \beta T E_{v,k,t} \right] \quad (7.1)$$

$$\text{s.a: } \sum_{v \in V} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} Z_{n,v,k,t} = 1 \quad \forall n \in N \quad (7.2)$$

$$\sum_{n \in NUAc} \sum_{m \in NUAc} Y_{n,m,v,k,t} \leq 1 \quad \forall v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.3)$$

$$\sum_{v \in V} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} Y_{n,n,v,k,t} = 0 \quad \forall n \in (N \cup Ac) \quad (7.4)$$

$$\sum_{n \in NUAc} Y_{n,m,v,k,t} = \sum_{w \in NUAc} Y_{m,w,v,k,t+1} \quad \forall m \in N, v \in V, k \in K, t \in 1..card(T) - 1 \quad (7.5)$$

$$\sum_{m \in N} Y_{0,m,v,k,1} = W_{v,k} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.6)$$

$$Y_{0,m,v,k,t} = 0 \quad \forall m \in N, v \in V, k \in K, t \in 2..card(T) \quad (7.7)$$

$$\sum_{n \in N} \sum_{t \in T} Y_{n,0,v,k,t} = W_{v,k} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.8)$$

$$\sum_{n \in NUAC} Y_{n,m,v,k,t} = Z_{m,v,k,t} \quad \forall m \in N, v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.9)$$

$$\sum_{n \in N} \sum_{t \in T} Z_{n,v,k,t} \leq W_{v,k} C \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.10)$$

$$TSD_{v,k} \geq TLD_{v,k-1} + W_{v,k} TPC \quad \forall v \in V, k \in K, k \in 2..card(K) \quad (7.11)$$

$$TLD_{v,k} = TLS_{v,k,card(T)} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.12)$$

$$VLR_{v,k,t} = \sum_{t' \geq t} \sum_{n \in N_E} VP_n Z_{n,v,k,t'} + \sum_{t' < t} \sum_{n \in N_R} VP_n Z_{n,v,k,t'} \quad \forall v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.13)$$

CAPÍTULO 7. APLICACIÓN DEL ERP: PROBLEMA DE ENTREGA Y RECOLECCIÓN DE SERVICIOS

---

$$VLR_{v,k,t} \leq QC_{v,k} \quad \forall v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.14)$$

$$VLD_{v,k} = \sum_{n \in NR} \sum_{t \in T} VP_n Z_{n,v,k,t} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.15)$$

$$VLD_{v,k} \leq QC_{v,k} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.16)$$

$$TLS_{v,k,t} = TSD_{v,k} + \sum_{t' \leq t} \sum_{n \in N \cup Ac} \sum_{m \in N} TT_{n,m} Y_{n,m,v,k,t} + \sum_{t'' < t} \sum_{n \in N} T_n^{dur} Z_{n,v,k,t''} + \sum_{t''' \leq t} TE_{v,k,t'''} \quad \forall v \in V, k \in K, t \in 2..Card(T) \quad (7.17)$$

$$TLS_{v,k,1} = TSD_{v,k} + \sum_{m \in N} TT_{0,m} Y_{0,m,v,k,1} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.18)$$

$$T_n^{min} Z_{n,v,k,t} \leq TLS_{v,k,t} \quad \forall n \in N, v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.19)$$

$$TLS_{v,k,t} \leq T_n^{max} Z_{n,v,k,t} + (1 - Z_{n,v,k,t})D \quad \forall n \in N, v \in V, k \in K, t \in card(T) \quad (7.20)$$

$$T3 \geq TE_{v,k,t} \quad \forall v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.21)$$

$$T2 \geq TLD_{v,k} \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.22)$$

$$TSD_{v,k} \geq T1 \quad \forall v \in V, k \in K \quad (7.23)$$

$$Z_{n,v,k,t}, Y_{n,m,v,k,t}, W_{v,k} \in \{0, 1\}, \quad \forall n \in N, m \in N, v \in V, k \in K, t \in T \quad (7.24)$$

$$TSD_{v,k}, TLD_{v,k}, TLS_{v,k,t}, TE_{v,k,t}, VLD_{v,k}, VLR_{v,k,t} \geq 0$$

En las restricciones de (7.2) se indica que cada servicio debe ser atendido una única vez. En (7.3) se define la exclusividad de uso de una posición en la ruta, es decir, para una ruta y un turno dados solo puede ser asignado un servicio. De acuerdo a (7.4) se establece que un servicio no puede ser precedido por si mismo, esto también se cumple para Acuaria. En (7.5) se exige que toda ruta que llegue a un servicio tiene que salir del mismo. Las restricciones de (7.6) denotan que si se utiliza el vehículo  $v$  en la ronda  $k$ , el mismo debe salir de Acuaria. En (7.7) se implica la consistencia de que sólo el turno 1 llegue desde Acuaria, los turnos 2 o mayores no pueden ser precedidos por Acuaria. La familia de (7.8) indica que si se utiliza el vehículo  $v$  en la ronda  $k$ , el mismo debe retornar a Acuaria. En las restricciones de (7.9) se representa que si un servicio  $n$  es atendido por el vehículo  $v$  en la ronda  $k$  en un determinado turno  $t$ , tiene que ser precedido por algún otro servicio perteneciente a esa misma ruta o Acuaria. En (7.10) se activa la variable  $W_{v,k}$  si se cubre algún servicio con la ruta correspondiente  $[v, k]$ . Las restricciones de (7.11) indican que para un mismo vehículo dos rondas consecutivas deben tener consistencia temporal, es decir, que la ronda  $k$  debe salir de Acuaria en un tiempo posterior a la llegada a Acuaria de la ronda  $k - 1$  más el tiempo de carga del vehículo. En (7.12) se define el tiempo de llegada de la ruta al depósito. Las restricciones de (7.13) definen que el volumen de llegada a un servicio en la ruta es igual al volumen correspondiente a los servicios de entrega que quedan por realizar (incluido el servicio en cuestión) más todo el volumen levantado en los servicios de recolección anteriores. En (7.14) se refleja que el volumen ocupado dentro del vehículo en todo momento no puede exceder la capacidad de carga del mismo. En (7.15) y (7.16) se indica que el volumen de llegada al depósito, correspondiente a los servicios de recolección de la ruta, debe ser menor a la capacidad del vehículo asignado para dicha ruta. De acuerdo a (7.17) se determina el tiempo de llegada al servicio como la suma de los tiempos de espera y duración de entrega y recolección de los servicios anteriores, los traslados entre ellos y el horario de salida de esa ruta. Las restricciones de (7.18) determinan la condición de borde correspondiente a las restricciones de (7.17), en donde el tiempo de llegada al turno 1 de la ruta, es igual al horario de salida del depósito más el tiempo de traslado entre Acuaria y este servicio. En (7.19) y (7.20) se establece que la llegada al servicio debe cumplir con la ventana de tiempo estipulada. En (7.21) se define el tiempo máximo permitido para esperar en un servicio. De acuerdo a (7.22) y (7.23) se delimitan los tiempos operativos de las rutas en base a la jornada de trabajo de Acuaria. Las restricciones de dominio se encuentran en (7.24). Por último, en (7.1) se representa la función objetivo que busca minimizar de forma ponderada los tiempos de traslado entre servicios y los tiempos de espera para las rutas definidas.



## 7.4. Validación del modelo

Para la validación del modelo se realizaron diversas pruebas utilizando GLPK 4.65 en una computadora con sistema operativo Windows 10 64 bits, procesador 8 CPUs Intel Core i5-8250U 1.60GHz y memoria RAM 8192 MB. Para esto se mantuvieron fijos los siguientes parámetros:

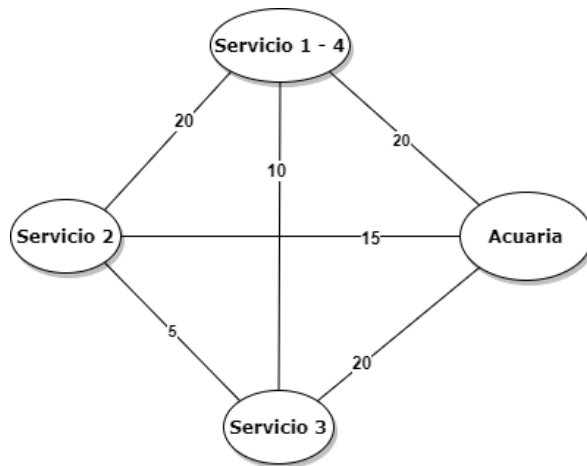
- 2 vehículos con capacidades de 10 (vehículo uno) y 20 (vehículo dos) unidades de carga.
- Horario operativo de Acuaría de 0 a 100 unidades de tiempo.
- 4 servicios a satisfacer, variando la cantidad que corresponden a entrega y a recolección.
- Índices de ponderación de 75%  $\alpha$  y 25%  $\beta$ .
- Preparación del camión: 7 unidades de tiempo.
- Duración de entrega y recolección del servicio: 5 unidades de tiempo.
- Máximo tiempo de espera: 5 unidades de tiempo.

**Prueba 1: Se usan ambos vehículos por superposición de tiempos de servicios.**

La primer prueba busca validar el uso de ambos vehículos en caso que sea necesario. En la Tabla 7.1 y la Figura 7.2 se presenta la información vinculada a los servicios de la prueba.

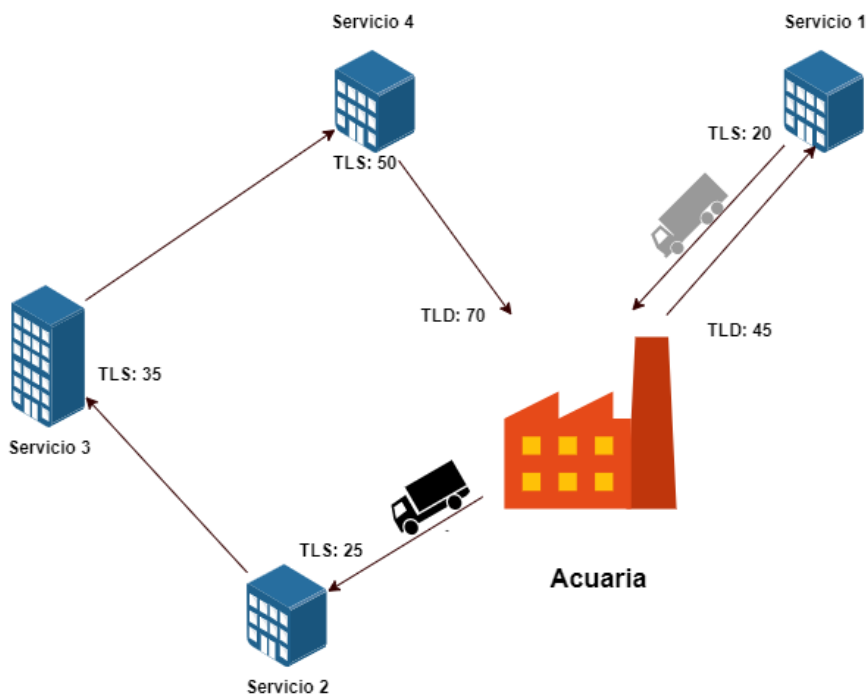
Servicio	Tipo	Volumen	Tmin llegada	Tmax llegada
1	Entrega	5	0	25
2	Entrega	5	10	30
3	Entrega	10	20	40
4	Recolección	2	50	70

**Tabla 7.1:** Información de servicios de la prueba 1.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.2:** Tiempos de traslado en unidades de tiempo - prueba 1.  
Fuente: Elaboración propia.

Para provocar la salida de los dos vehículos se fijan tiempos de traslado entre Acuaria y los servicios 1 y 2 (20 para cada uno) que impiden cumplir con ambas ventanas de tiempo (0 - 25 y 10 - 30) si se utiliza un solo vehículo.



**Figura 7.3:** Solución prueba 1.  
Fuente: Elaboración propia.

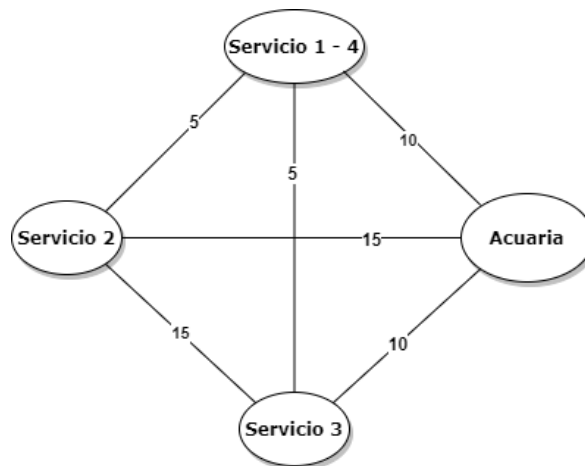
El sistema llegó a una solución óptima en un tiempo de 1,8 segundos, la cual está presentada en la Figura 7.3. El vehículo uno presenta una única salida, iniciada en el tiempo 0 y correspondiente a la ronda 1, con la cual satisface los servicios 2, 3 y 4 y retorna a Acuaria en el tiempo 70. Igualmente, el vehículo dos tiene una única salida iniciada en el tiempo 0 y correspondiente a la ronda 1, con la cual satisface el servicio 1 y retorna al depósito en el tiempo 45.

**Prueba 2: Se utiliza el vehículo en más de una ronda**

Esta segunda prueba valida que el vehículo realice más de una salida en caso de que sea necesario, es decir, el uso de más de una ronda. En la Tabla 7.2 y la Figura 7.4 se presenta la información vinculada a los servicios de la prueba.

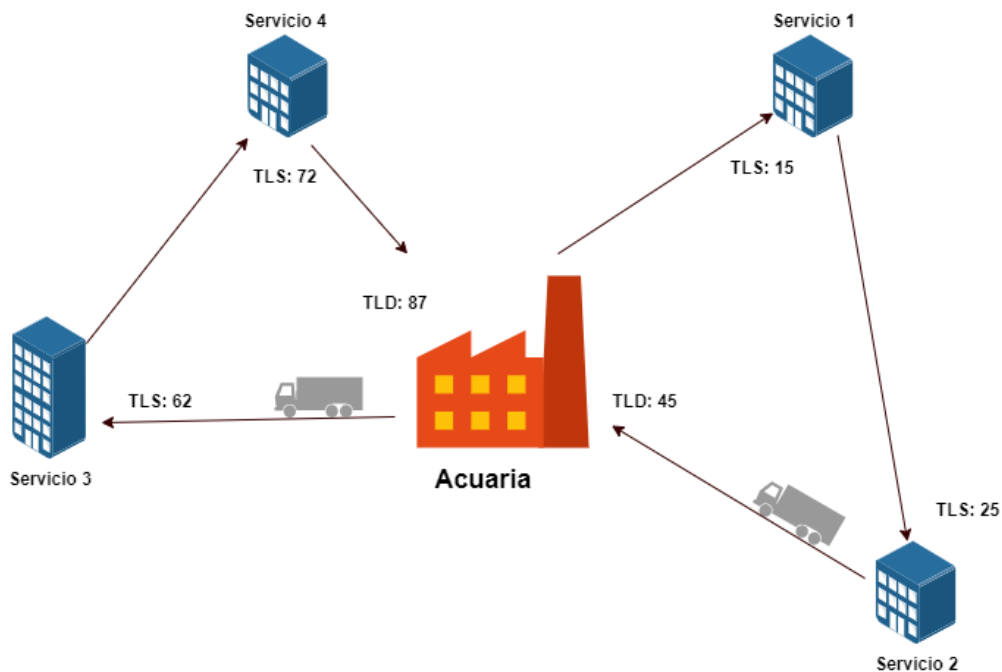
Servicio	Tipo	Volumen	Tmin llegada	Tmax llegada
1	Entrega	15	10	20
2	Entrega	5	10	25
3	Entrega	12	60	85
4	Recolección	2	70	95

**Tabla 7.2:** Información de servicios de la prueba 2.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.4:** Tiempos de traslado en unidades de tiempo - prueba 2.  
Fuente: Elaboración propia.

Para provocar la activación de más de una ronda para un vehículo se utilizaron datos en donde las distancias y las ventanas de tiempo exigieran un mínimo de dos rutas para cubrir los cuatro servicios, debido a exceder el máximo de tiempo de espera permitido (5 unidades de tiempo). A la vez se fijaron volúmenes de carga de manera que la suma de los servicios 1 y 2, y los servicios 3 y 4 excedieran la capacidad del vehículo uno (10 unidades de carga) pero no así la del vehículo dos (20 unidades de carga).



**Figura 7.5:** Solución prueba 2.  
Fuente: Elaboración propia.

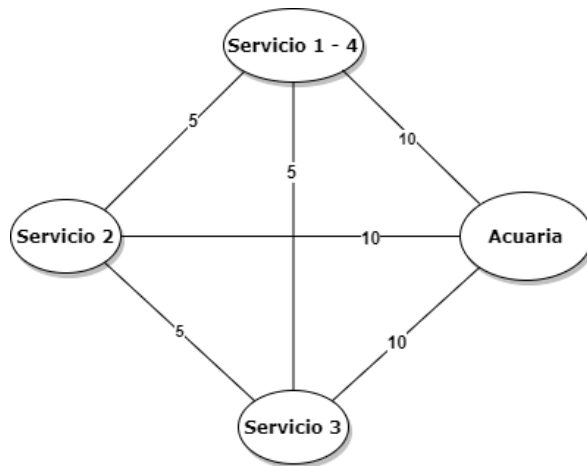
Es así que el modelo arroja una solución óptima en un tiempo de 0,7 segundos, la cual es presentada en la Figura 7.5 en donde se utiliza el vehículo de mayor capacidad. Entre los tiempos 0 y 45 se produce la primera ronda donde se satisfacen los servicios 1 y 2. La segunda ronda cubre los servicios 3 y 4 y tiene inicio en 52 (7 unidades de tiempo luego de finalizada la ruta uno, lo correspondiente al tiempo de preparación del camión).

### Prueba 3: Se genera tiempo de espera en un servicio

La prueba tres busca verificar el uso de la variable “Tiempo de espera”, la cual se activa cuando el vehículo toma tiempo ocioso previo a cumplir con un servicio de la ronda. En la Tabla 7.3 y la Figura 7.6 se presenta la información vinculada a los servicios de la prueba.

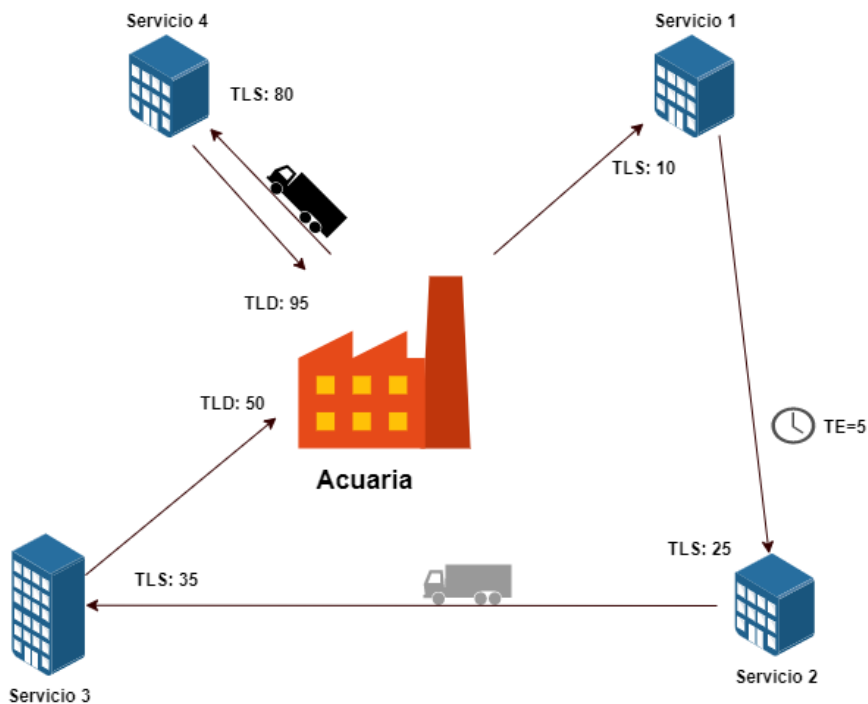
Servicio	Tipo	Volumen	Tmin llegada	Tmax llegada
1	Entrega	5	0	10
2	Entrega	5	25	40
3	Entrega	10	35	45
4	Recolección	2	80	95

**Tabla 7.3:** Información de servicios de la prueba 3.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.6:** Tiempos de traslado en unidades de tiempo - prueba 3.  
Fuente: Elaboración propia.

Para provocar un tiempo de espera en la ruta, se delimitó una ventana de tiempo de cumplimiento para el servicio 2 que no permitiera, luego del cumplimiento del servicio 1, el retorno a Acuaria. Esto se debe a que los tiempos de traslados harían exceder el tiempo máximo de llegada al servicio.



**Figura 7.7:** Solución prueba 3.  
Fuente: Elaboración propia.

La prueba 3 genera una solución óptima en un tiempo de 2,3 segundos, la cual está presentada en la Figura 7.7. La misma se compone por dos salidas, la primera correspondiente al vehículo dos en el tiempo 0, cumpliendo los servicios 1, 2 y 3 respectivamente y retornando a Acuaria en el tiempo 50. En esta ruta se produce un tiempo de espera

entre los servicios 1 y 2 de 5 unidades de tiempo, llegando así en el mínimo valor de la ventana de tiempo (25 unidades de tiempo) al servicio 2. La segunda salida corresponde al vehículo uno en el tiempo 70 y solo cubre el servicio 4, retornando al deposito en el tiempo 95.

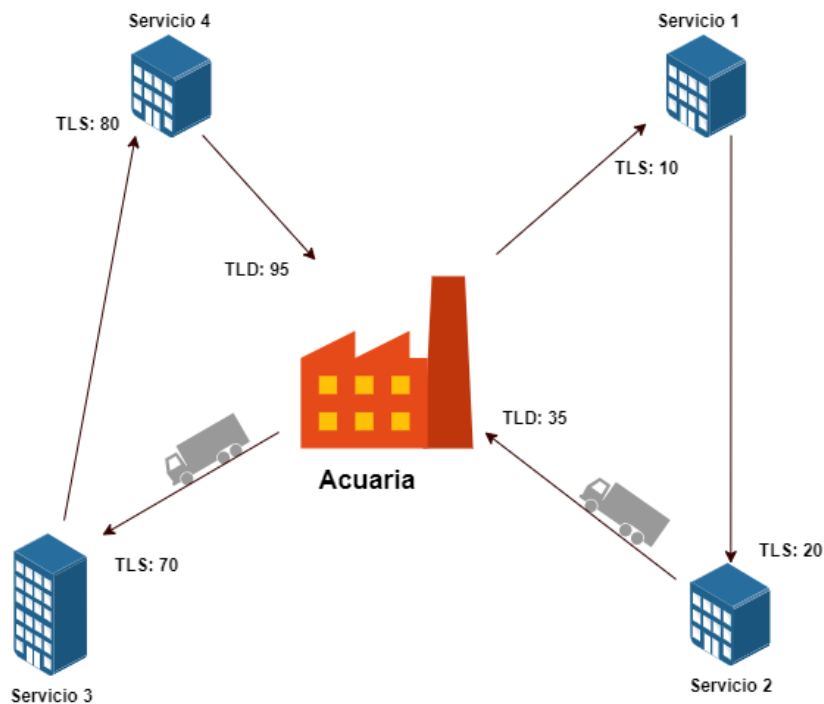
#### Prueba 4: Servicios de un solo tipo

Se busca probar las situaciones en donde solo existen servicios de un tipo, para lo cual se tomaron dos posibilidades, una con servicios de entrega y otra de recolección. Las distancias entre los nodos son las mismas que en la prueba 3 (Figura 7.6). La restante información vinculada a los servicios se presenta en la Tabla 7.4.

Servicio	Tipo	Volumen	Tmin llegada	Tmax llegada
1	Entrega (Recolección)	5	0	10
2	Entrega (Recolección)	5	0	25
3	Entrega (Recolección)	10	65	75
4	Entrega (Recolección)	2	80	95

**Tabla 7.4:** Información de servicios de la prueba 4

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.8:** Solución prueba 4.

Fuente: Elaboración propia.

Para ambas pruebas se encontró solución óptima en un tiempo de 2,6 segundos, representándose en la Figura 7.8. El vehículo dos realiza dos rondas, la primera entre los

tiempos 0 y 35, satisfaciendo los servicios 1 y 2. La segunda salida recorre los servicios 3 y 4 y se efectúa entre los tiempos 60 y 95.

### Prueba 5: Solución infactible

Esta prueba está dividida en tres partes en donde se presentan situaciones en las cuales el modelo carece de soluciones factibles.

#### Prueba 5.A. Pedido que excede el volumen del camión

Para el primer caso se tomaron los mismos datos referentes a los servicios de la prueba 3 (Tabla 7.3 y Figura 7.6), modificando el volumen del servicio 1 a 25 unidades de carga. Dicho servicio excede la capacidad de carga de los vehículos de Acuaria. Esta situación no presenta solución factible bajo la hipótesis de que los servicios no pueden dividirse.

#### Prueba 5.B. Tiempo insuficiente para el cumplimiento de los servicios

Para esta prueba se tomaron las distancias entre servicios correspondientes a la prueba 3 (Figura 7.6). Los restantes datos se presentan en la Tabla 7.5.

Servicio	Tipo	Volumen	Tmin llegada	Tmax llegada
1	Entrega	5	0	15
2	Entrega	5	0	15
3	Entrega	10	0	15
4	Recolección	2	80	95

**Tabla 7.5:** Información de servicios de la prueba 5.B.

Fuente: Elaboración propia.

Los servicios 1, 2 y 3 tienen igual ventana de tiempo, las cuales sólo permiten llegar a cumplir con dos servicios debido a las distancias entre los mismos y Acuaria.

**Prueba 5.C. Horario operativo de Acuaria insuficiente** Las distancias de los servicios son las correspondientes a la prueba 3 (Figura 7.6). La restante información se encuentra en la Tabla 7.6.

Servicio	Tipo	Volumen	Tmin llegada	Tmax llegada
1	Entrega	5	0	30
2	Entrega	5	15	45
3	Entrega	10	35	15
4	Recolección	2	95	100

**Tabla 7.6:** Información de servicios de la prueba 5.C.

Fuente: Elaboración propia.

El servicio 4 tiene un tiempo de llegada de 95 lo cual no permite cumplir con el servicio y retornar al depósito dentro del horario operativo de Acuaria.

Cabe mencionar que el tiempo de ejecución para las tres partes de la prueba fue menor a 2 segundos. De esta forma se logró validar el modelo, dando paso a al análisis con casos reales.

## 7.5. Análisis con casos reales

Para la aplicación de casos reales se analizan tres ejemplos de jornadas laborales de Acuaria, correspondientes a cargas de trabajo alta, mediana y baja. Los tres casos fueron ejecutados con dos paquetes de software en diferentes computadoras. Inicialmente se utilizó GLPK 4.65 en una computadora con sistema operativo Windows 10 64 bits, procesador 8 CPUs Intel Core i5-8250U 1.60GHz y memoria RAM 8192 MB. Luego, debido a los tiempos de ejecución elevados, se recurrió a CPLEX, un solver pago más potente. Para esto se utilizó una computadora con sistema operativo CentOS 7, procesador 16 CPUs Intel Core i7 5960X 3.50GHz y memoria RAM 64 GB.

Para esto se establecieron los siguientes parámetros:

- Horario operativo de Acuaria de 06:00 a 05:59.
- Índices de ponderación de 75%  $\alpha$  y 25%  $\beta$ .
- Preparación del camión: 15 minutos.
- Duración del servicio de entrega y recolección: 15 minutos.
- Máximo tiempo de espera: 60 minutos.

### Carga alta: 30 de agosto de 2019

Los datos de los servicios fueron suministrados por la empresa bajo el formato en el cual son realizados los presupuestos. En la Tabla 7.7 se presenta la información vinculada a los mismos:

Referencia	Cliente	Lugar de entrega	Tipo de servicio	Nº de invitados	Hora del servicio
A.1.	STPMU	IM	Coffee break	300	9:00
A.2.	STPMU	IM	Coffee break	300	16:30
B.1.	IM	Policlinica Crottogini	Coffee break	60	10:00
B.2.	IM	Policlinica Crottogini	Recolección	60	11:00
C.1.	Vuce Uruguay XXI	CND	Coffee break	50	9:00
D.1.	PNUD,OPP	Anexo T.Ejecutiva	Lunch	70	13:15
E.1.	PNUD,OPP	Anexo T.Ejecutiva	Coffee break	70	8:30
E.2.	PNUD,OPP	Anexo T.Ejecutiva	Coffee break	70	10:15
E.3.	PNUD,OPP	Anexo T.Ejecutiva	Coffee break	70	16:00
F.1.	STPMU	IM	Lunch	300	13:00
G.1.	IM	IM	Brindis	100	19:00
H.1.	IM	IM	Coffee break	100	18:00
I.1.	INEFOP	Torre ejecutiva	Coffee break	65	12:00
J.1.	ANEP CEIP	IPES	Coffee break	130	8:00
J.2.	ANEP CEIP	IPES	Coffee break	130	10:30
J.3.	ANEP CEIP	IPES	Coffee break	130	14:30
J.4.	ANEP CEIP	IPES	Almuerzo	130	12:00
K.1.	MDN	Hotel Holiday Inn	Lunch	50	12:30

**Tabla 7.7:** Información de los presupuestos del 30.08.19.

Fuente: Elaboración propia.

La referencia del servicio indica el documento en el cual se encuentra el presupuesto correspondiente. Con esta información se procedió a trasladar a un formato que permitiera

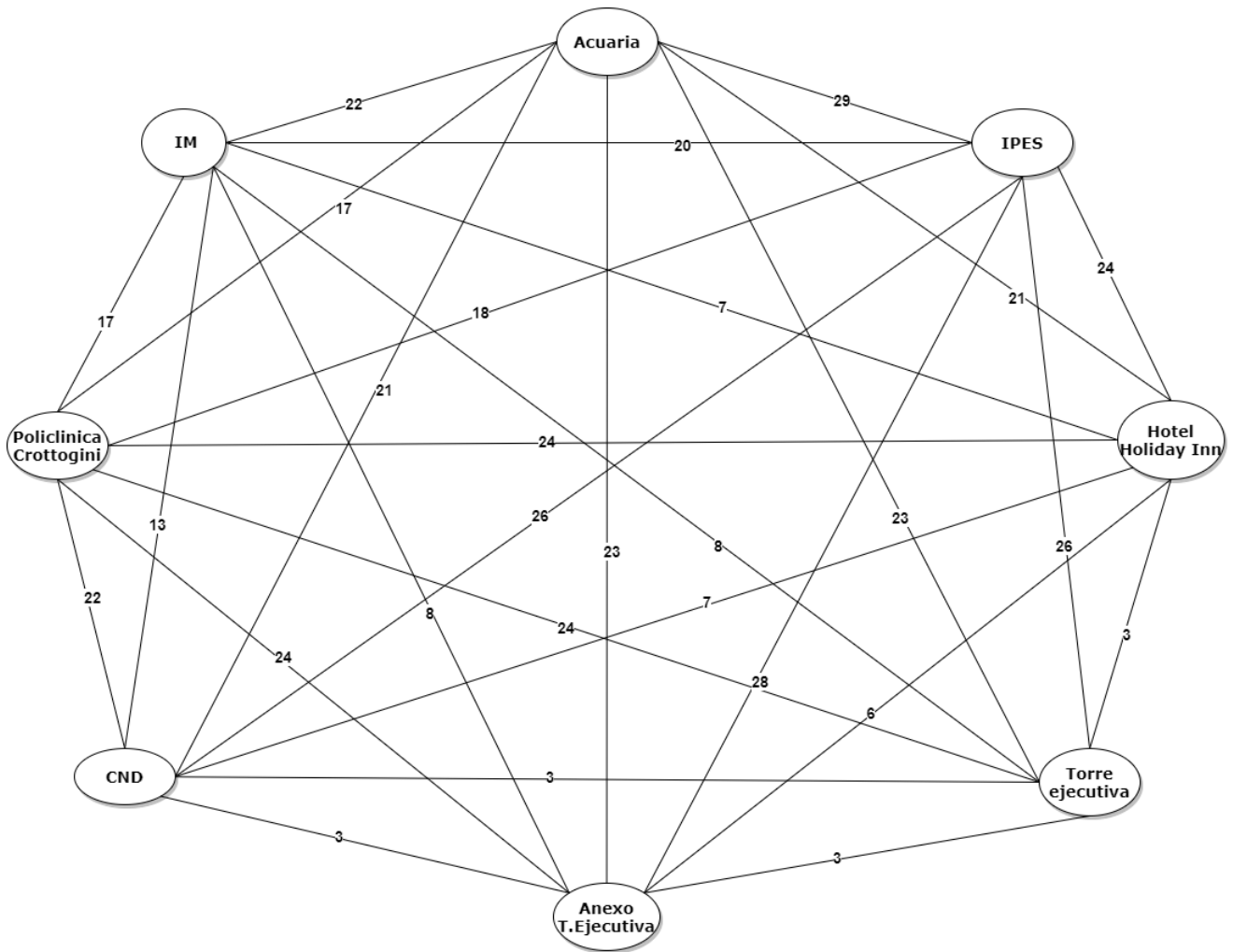


ser interpretado por el modelo. Para esto se unificaron los servicios que correspondían al mismo cliente y poseían un horario de inicio que permitiera una entrega conjunta. También se sumaron los servicios correspondientes a recolección de todos aquellos que demandaban uso de vajilla (Tabla 7.8). Con esta nueva referencia se definen 17 servicios, los cuales se mencionan con el número de cliente seguido por el número de servicio para dicho cliente. A excepción del Ministerio de Defensa, todos los clientes demandan de servicio de recolección, y tres de ellos contienen dos servicios de entrega en el día.

<b>Cliente</b>	<b>Referencia</b>	<b>Nueva referencia</b>
STPMU	A.1. - F.1.	1.1.
STPMU	A.2. - H.1. - G.1.	1.2.
STPMU	Recolección	1.3.
IM	B.1.	2.1.
IM	Recolección	2.2.
Vuce Uruguay XXI	C.1.	3.1.
Vuce Uruguay XXI	Recolección	3.2.
PNUD, OPP	E.1. - E.2.	4.1.
PNUD, OPP	D.1.	4.2.
PNUD, OPP	Recolección	4.3.
INEFOP	I.1.	5.1.
INEFOP	Recolección	5.2.
ANEP CEIP	J.1. - J.2.	6.1.
ANEP CEIP	J.3. - J.4.	6.2.
ANEP CEIP	Recolección	6.3.
MDN	K.1.	7.1.

**Tabla 7.8:** Referencias de los servicios - 30.08.19.  
Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los tiempos de traslado entre las locaciones de los clientes fue utilizada la herramienta Google Maps, tomando los datos correspondientes a las 10:00 hs de un día de la semana. Se tomó este horario porque es cuando el tránsito en Montevideo suele ser más denso. La herramienta brinda diferentes opciones de rutas con un rango de tiempo máximo y mínimo de traslado para cada una. El valor utilizado fue el promedio de estos tiempos para la ruta más corta. Los mismos se presentan en la Figura 7.9.



**Figura 7.9:** Tiempos de traslado en minutos entre servicios.  
Fuente: Elaboración propia.

Las ventanas de tiempo fueron definidas en base al tipo de servicio, teniendo en cuenta los tiempos necesarios para el armado de los materiales y alimentos, así como también el tiempo de transcurso del mismo. Es así que se delimitaron dos categorías:

- Coffee break, Brindis, Desayuno: Cuentan con media hora previa de preparación y una hora de duración.
- Lunch, Almuerzo: Cuentan con una hora previa de preparación y dos hora de duración.

La hora de inicio del servicio en conjunto con el tiempo de preparación define el tiempo máximo para llegar al mismo. A su vez, la hora de inicio del servicio con el tiempo de duración delimita el tiempo mínimo para la recolección. Con estos parámetros se definen las ventanas de tiempo con una apertura de una hora (Tabla 7.9). Para los casos en los que se unificaron servicios (Tabla 7.8) se toma para el cálculo de las ventanas de tiempo, el primero para las entregas y el último para las recolecciones.

Para la parametrización en GLPK se trasladaron los horarios a minutos, acotándose la jornada entre 0 y 1439. El minuto 0 corresponde a la hora 6:00 y el 1439 a las 5:59. Esta

*CAPÍTULO 7. APLICACIÓN DEL ERP: PROBLEMA DE ENTREGA Y RECOLECCIÓN DE SERVICIOS*

---

forma de definir los tiempos posibilita incluir las entregas y recolecciones correspondientes a eventos sociales durante la madrugada, que si bien no representan parte significativa de la actual distribución de clientes de Acuaría, es un objetivo de ampliación de mercado. Es así que todos los eventos cubiertos dentro de la jornada laboral quedan amparados en la ventana de tiempo del modelo.

<b>Referencia</b>	<b>Hora del servicio</b>	<b>T min</b>	<b>T max</b>
1.1.	9:00	7:30	8:30
1.2.	16:30	15:00	16:00
1.3.	20:00	20:00	21:00
2.1.	10:00	8:30	9:30
2.2.	11:00	11:00	12:00
3.1.	9:00	7:30	8:30
3.2.	10:00	10:00	11:00
4.1.	8:30	7:00	8:00
4.2.	13:15	11:15	12:15
4.3.	17:00	17:00	18:00
5.1.	12:00	10:30	11:30
5.2.	13:00	13:00	14:00
6.1.	8:00	6:30	7:30
6.2.	14:30	13:00	14:00
6.3.	15:30	15:30	16:30
7.1.	12:30	10:00	11:00

**Tabla 7.9:** Ventanas de tiempo.  
Fuente: Elaboración propia.

Los insumos necesarios para cubrir los servicios que no se encuentran especificados en el presupuesto fueron calculados en base a la cantidad de invitados, siguiendo las siguientes relaciones:

- Jarras, una unidad cada 15 personas.
- Vasos y/o copas, una unidad por persona (más cobertura del 20 %).
- Tazas, una unidad por persona (más cobertura del 20 %).
- Platos y cubiertos, un kit por persona (más cobertura del 20 %).
- Bebidas, 0,3 litros por persona para coffee break, brindis y desayuno. 0,5 litros por persona para Lunch y Almuerzo.
- Kit café:
  - 0 - 50 personas, una unidad.
  - 50 - 150 personas, dos unidades.
  - 150 - 300 personas, tres unidades.

- más de 300 personas, cuatro unidades.
- Kit jugo:
  - 0 - 150 personas, una unidad.
  - 150 - 300 personas, dos unidades.
  - más de 300 personas, tres unidades.

Para el traslado de los materiales y alimentos la empresa cuenta con tres tipos de cajones, los cuales se diferencian por sus medidas y los artículos que almacenan:

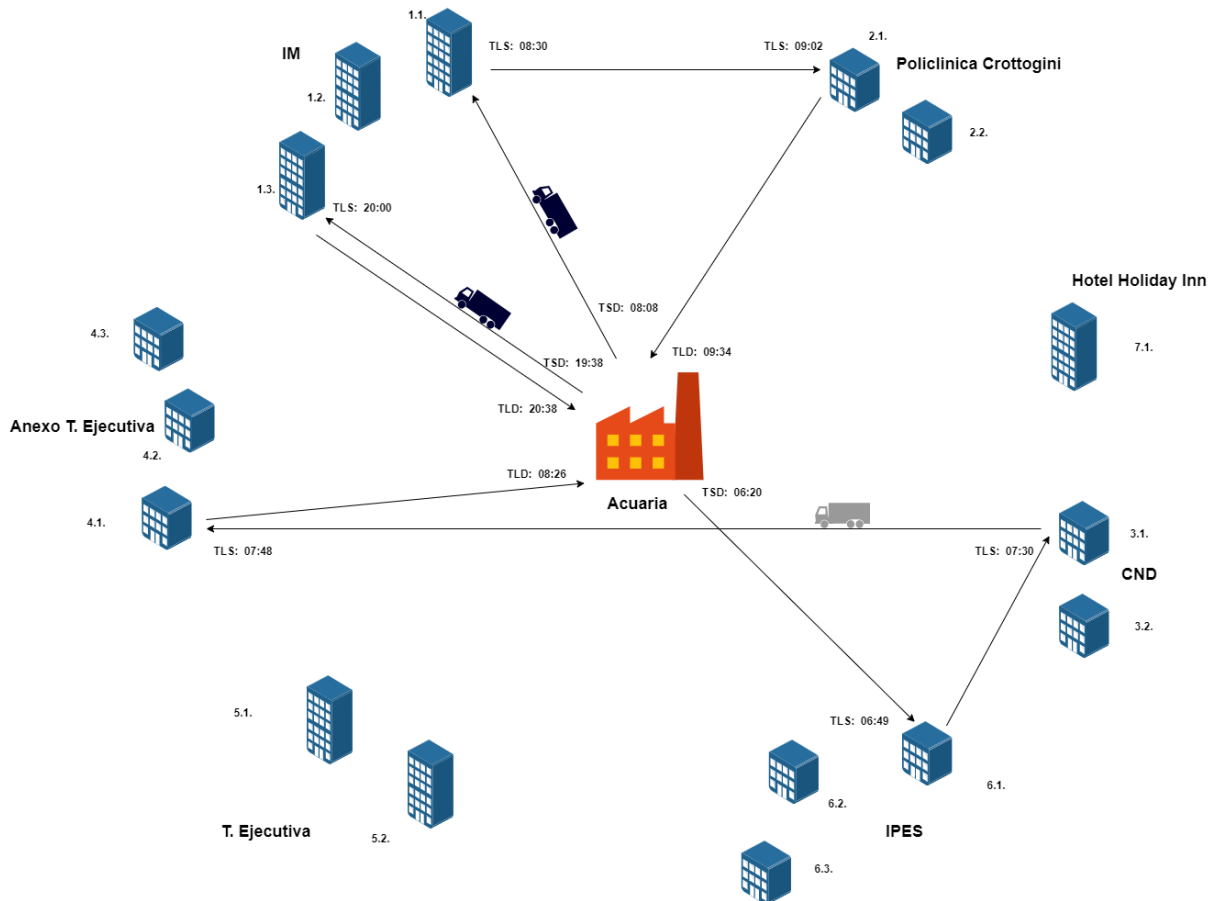
- Cajón 1:
  - Medidas: *57cm x 37cm x 12cm*.
  - Traslado:
    - Bocaditos, 60 unidades por cajón.
- Cajón 2:
  - Medidas: *52cm x 34cm x 16cm*.
  - Traslado:
    - Vasos o copas, 25 unidades por cajón.
    - Platos, 20 unidades por cajón.
    - Tazas, 30 unidades por cajón.
    - Otros alimentos, 20 porciones por cajón.
- Cajón 3:
  - Medidas: *48cm x 27cm x 43cm*.
  - Traslado:
    - Platos y cubiertos, 20 kits por cajón.
    - Jarras, 20 unidades por cajón.
    - Kit cafetería, una unidad por cajón.
    - Kit jugos, una unidad por cajón.
    - Extras: manteles, fuentes, hieleras, senderos, etc, uso de uno a tres cajones.

Las bebidas no son transportadas en los cajones, por lo que se toma su volumen como  $0,0015 m^3$  por litro.

En cuanto a los vehículos se tomó el 80 % de su capacidad como utilizable debido a las ineficiencias en la carga así como también las diferencias entre las bebidas y los cajones, lo cual afecta la distribución interna de los insumos a la hora de realizar la carga.

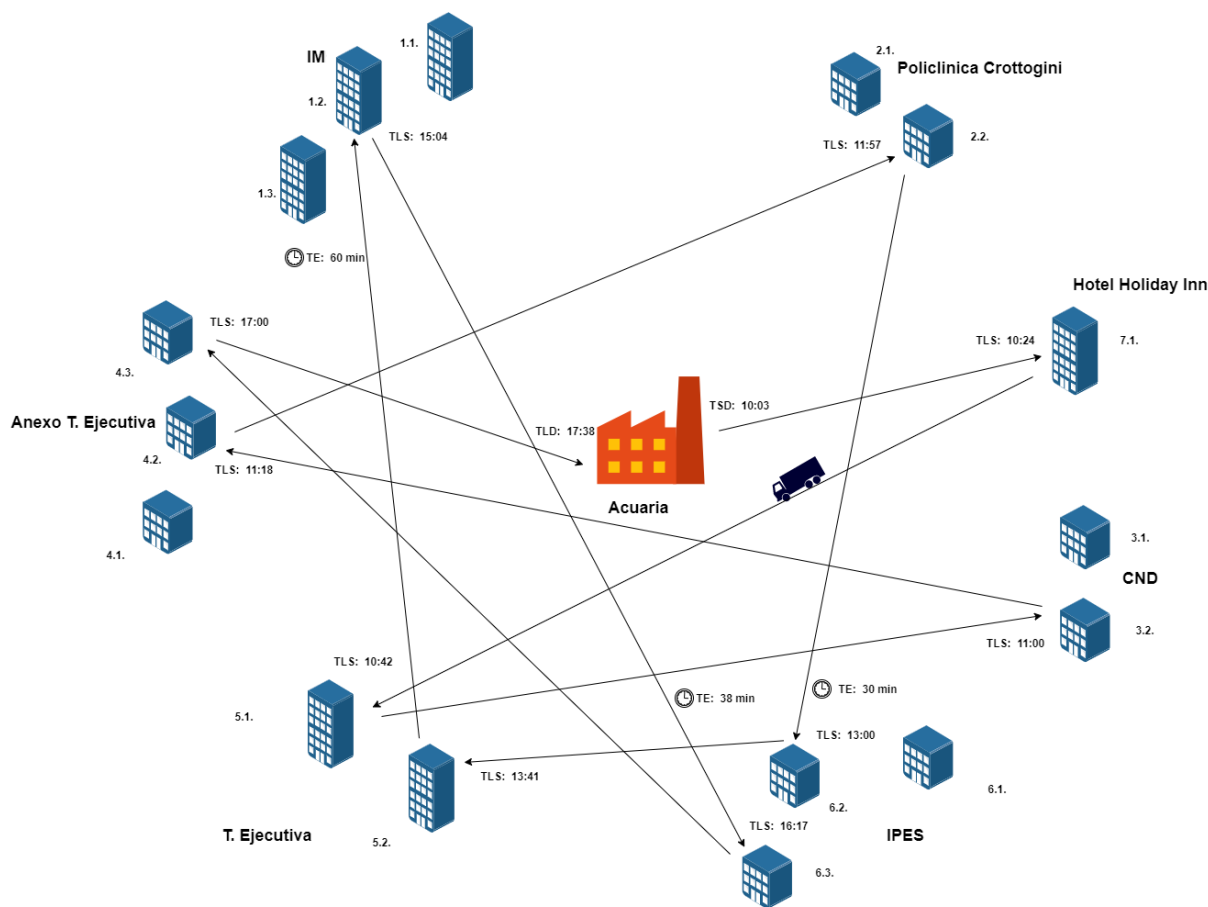
La primer instancia de ejecución fue realizada con GLPK. Para esto se realizaron corridas limitando el tiempo de ejecución hasta llegar a un máximo de 8 horas, en las cuales el sistema no arrojo resultado. Este tiempo fue definido tomando como hipótesis poder ejecutar el modelo al cierre de la jornada laboral del equipo administrativo, y así

tenerlo vigente al inicio de la jornada laboral del personal de distribución del día siguiente. Luego se utilizó CPLEX en las condiciones previamente especificadas, limitando a dos horas la ejecución. De esta forma el resultado presentó una gap de dualidad de 18,15%. La solución se presenta en las Figuras 7.10 y 7.11 para ayudar al entendimiento.



**Figura 7.10:** Solución 30.08.19 A.  
Fuente: Elaboración propia.

La primera salida de la jornada es realizada por el vehículo dos a las 06:20, recorriendo los servicios de entrega 6.1., 3.1. y 4.1., retornando al depósito a las 08:26. Minutos antes del retorno de esta ronda se produce la primera salida del vehículo uno, la cual se extiende entre las 8:08 y las 09:34, satisfaciendo los servicios de entrega 1.1. y 2.1. A las 10:03 el vehículo dos inicia su segunda ronda, en donde satisface los servicios 7.1., 5.1., 3.2., 4.2., 2.2., 6.2., 5.2., 1.2., 6.3. y 4.3., retornando a Acuaría a las 17:38. En esta ronda se producen tiempos de espera previo a los servicios 6.2. (30 minutos), 1.2. (60 minutos) y 6.3. (38 minutos). La última salida de la jornada corresponde a la tercera ronda del vehículo uno e inicia a las 19:38, realiza la recolección del servicio 1.3. y retorna a Acuaría a las 20:38.



**Figura 7.11:** Solución 30.11.19 B.  
Fuente: Elaboración propia.

**Carga Media: 13 de noviembre de 2019**

Para el siguiente caso se trabajó con los servicios realizados el 13 de noviembre de 2019, los cuales representan una carga media en la dinámica de trabajo de Acuaría. Para su resolución se siguió la misma modalidad explicada con la jornada del 30 de agosto de 2019. Los servicios vinculados a esta prueba se presentan en la Tabla 7.10.

Servicio	Cliente	Dirección	Tipo de servicio	Número de invitados	Hora del servicio
A.1.	Plan Ceibal	Agestic	Desayuno	45	8:30
A.2.	Plan Ceibal	Agestic	Almuerzo	45	12:00
A.3.	Plan Ceibal	Agestic	Merienda	45	16:30
B.1.	IM	IM	Lunch	15	17:00
C.1.	ANTEL	Torre de Antel	Lunch	80	14:30
D.1.	MEC	MEC	Otro	-	13:00
E.1.	Plan Ceibal	Agestic	Coffe break	80	9:00
F.1.	Facultad de Enfermería	Facultad de Enfermería	Desayuno	30	9:00
G.1.	IM	IM	Coffe break	20	8:40

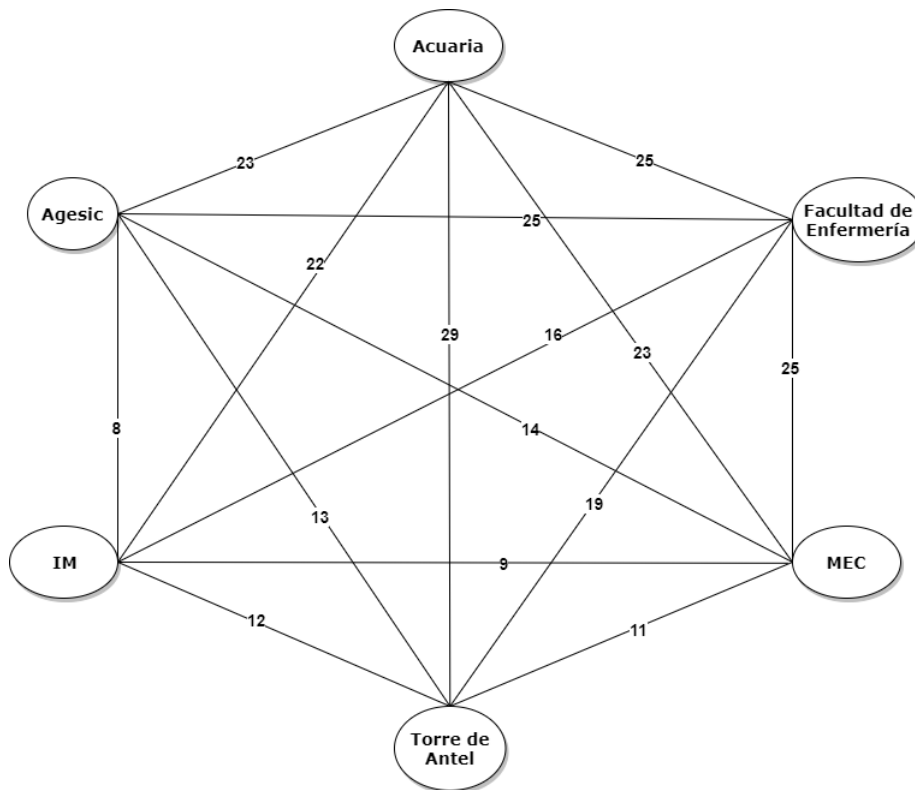
**Tabla 7.10:** Información de los presupuestos del 13.11.19.  
Fuente: Elaboración propia.

*CAPÍTULO 7. APLICACIÓN DEL ERP: PROBLEMA DE ENTREGA Y RECOLECCIÓN DE SERVICIOS*

En la Tabla 7.11 y la Figura 7.12 se presentan la agrupación de los servicios con sus nuevas referencias y los tiempos de traslados correspondientes a estos.

Nuevo referencia	Servicio	Tipo de servicio	Hora del servicio	T min	T max
1.1.	A.1.	Desayuno, almuerzo, merienda	8:30	7:00	8:00
1.2.		Recolección	10:00	10:00	11:00
2.1.	B.1.	Lunch	17:00	15:00	16:00
2.2.		Recolección	18:00	18:00	19:00
3.1.	C.1.	Lunch	14:30	12:30	13:30
3.2.		Recolección	16:30	16:30	17:30
4.1.	D.1.	Otro	13:00	12:00	13:00
4.2.		Recolección	15:00	15:00	17:00
6.1.	F.1.	Desayuno	9:00	7:30	8:30
6.2		Recolección	10:00	10:00	11:00
7.1.	G.1.	Coffe break	8:40	7:10	8:10
7.2.		Recolección	9:40	9:40	10:40

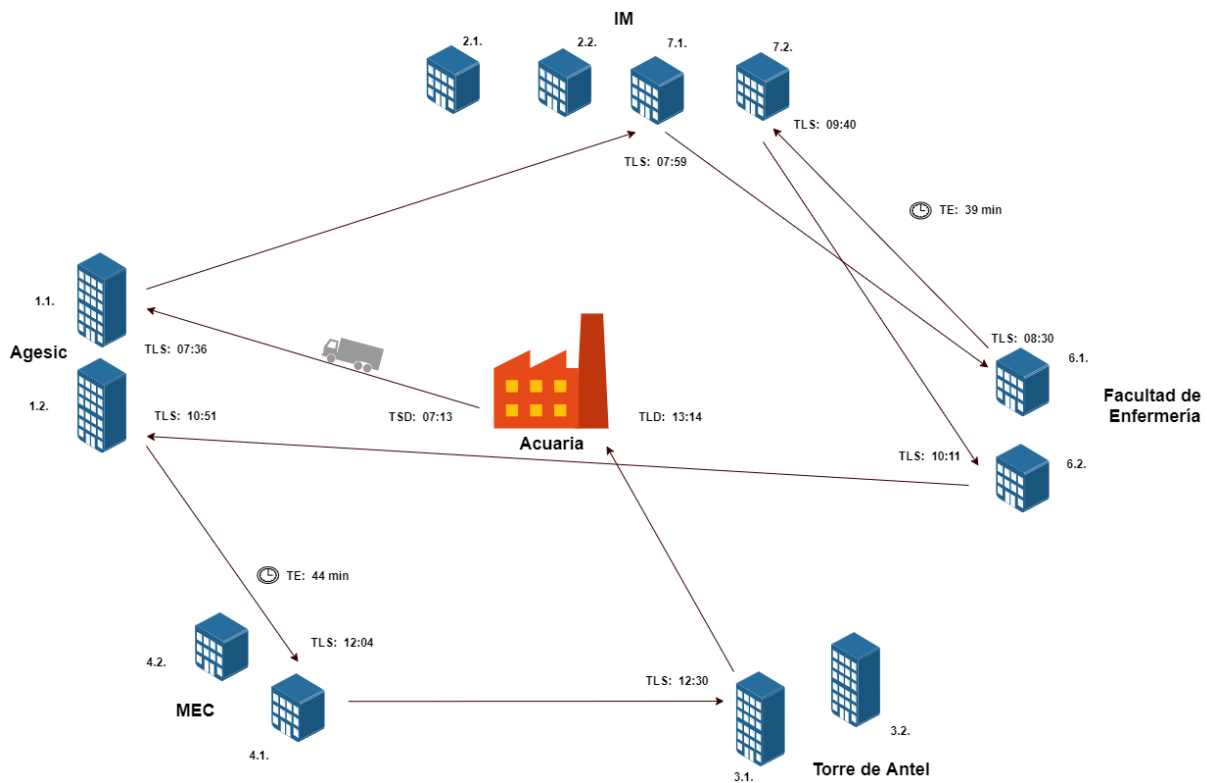
**Tabla 7.11:** Referencia de los servicios - 13.11.19.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.12:** Tiempos de traslado entre servicios en minutos.  
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que con el caso previo se inició utilizando GLPK. Para esto se realizaron

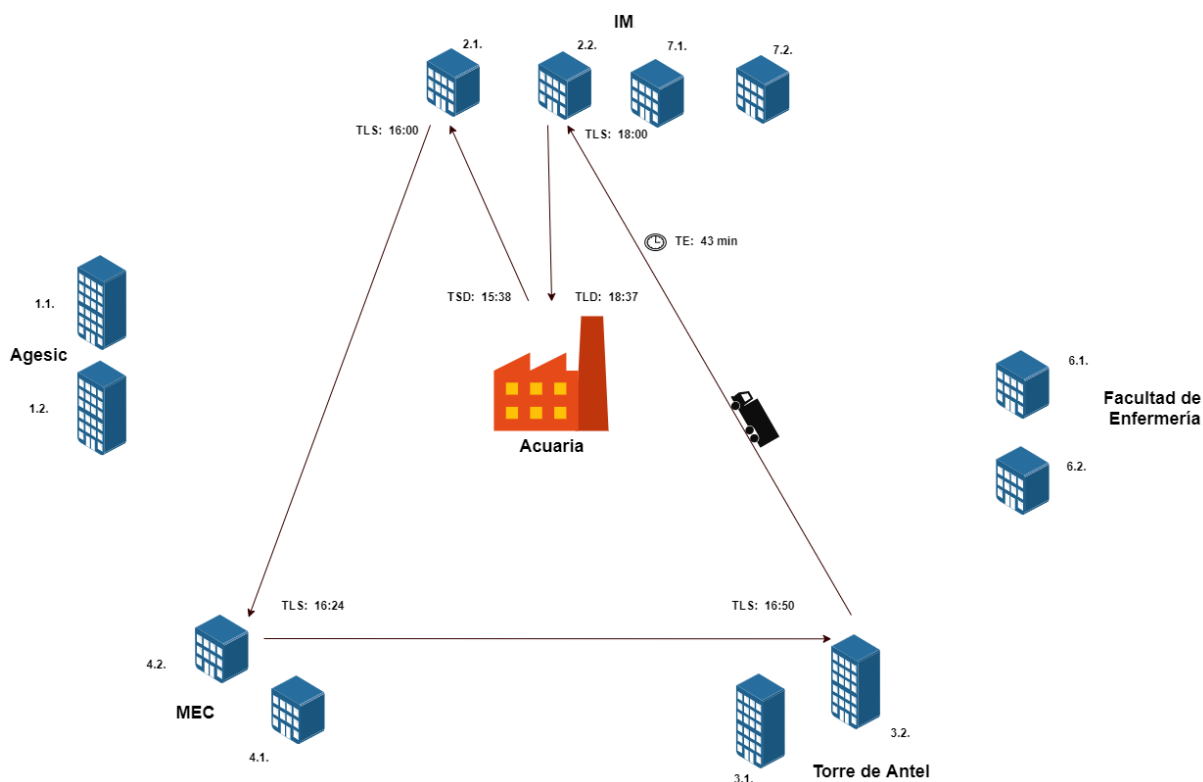
corridas limitando el tiempo de ejecución hasta llegar a un tiempo máximo de 8 horas. Bajo ninguna de estas condiciones se encontró solución factible. Tras esto se utilizó CPLEX limitando su ejecución a 1 hora. De esta forma la solución encontrada presentó un gap de dualidad de 9,34 %, la cual se muestra en las Figuras 7.13 y 7.14 de forma de facilitar su entendimiento. La primer salida de la jornada inicia a las 07:13 con el vehículo dos, satisfaciendo los servicios 1.1., 7.1., 6.1, 7.2., 6.2., 1.2., 4.1. y 3.1., retornando al depósito a las 13:14. Previo a cubrir los servicios 7.2. y 4.1. se producen tiempos de espera de 39 y 44 minutos respectivamente.



**Figura 7.13:** Solución 13.11.19 A.  
Fuente: Elaboración propia.

La segunda salida del día inicia a las 15:38 con el vehículo uno, cubriendo los servicios 2.1., 4.2., 3.2. y 2.2. Previo a la llegada al último servicio se produce un tiempo de espera de 43 minutos, llegando a Acuaria a las 18:37.





**Figura 7.14:** Solución 13.11.19 B.  
Fuente: Elaboración propia.

**Carga Baja: 8 de noviembre de 2019**

Para el siguiente caso se tomaron los presupuestos correspondientes al 8 de noviembre de 2019. En la tabla 7.12 se presentan los servicios correspondientes:

Servicio	Cliente	Dirección	Tipo de servicio	Número de invitados	Hora del servicio
A.1.	FING	FING	Brindis	80	20:30
B.1.	FADU	FADU	Brindis	120	20:30
C.1.	IM	IM	Almuerzo	45	12:00
D.1.	Plan Ceibal	LATU	Lunch	12	13:00

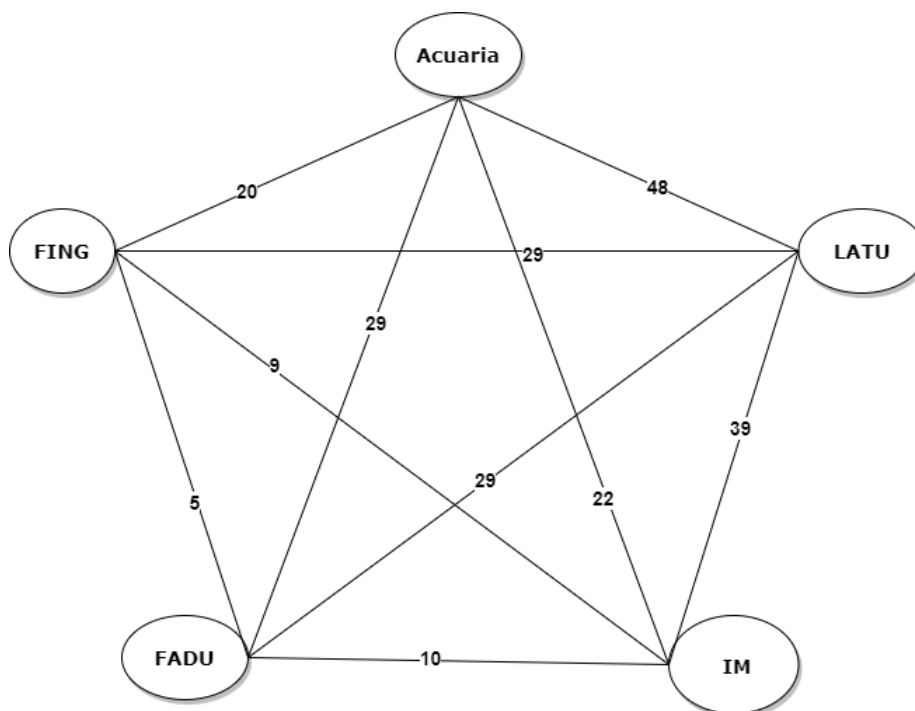
**Tabla 7.12:** Información de los presupuestos del 8.11.19.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7.13 se presentan los servicios con sus nuevas referencias, incluyendo las recolecciones pertinentes y las ventanas de tiempo.

Nueva referencia	Servicio	Tipo de servicio	Hora del servicio	T min	T max
1.1.	A.1.	Brindis	20:30	19:00	20:00
1.2.		Recolección	22:30	22:30	23:30
2.1.	B.1.	Brindis	20:30	19:00	20:00
2.2.		Recolección	21:30	21:30	22:30
3.1.	C.1.	Almuerzo	12:00	10:30	11:30
3.2.		Recolección	14:00	14:00	15:00
4.1.	D.1.	Lunch	13:00	11:00	12:00
4.2.		Recolección	15:00	15:00	16:00

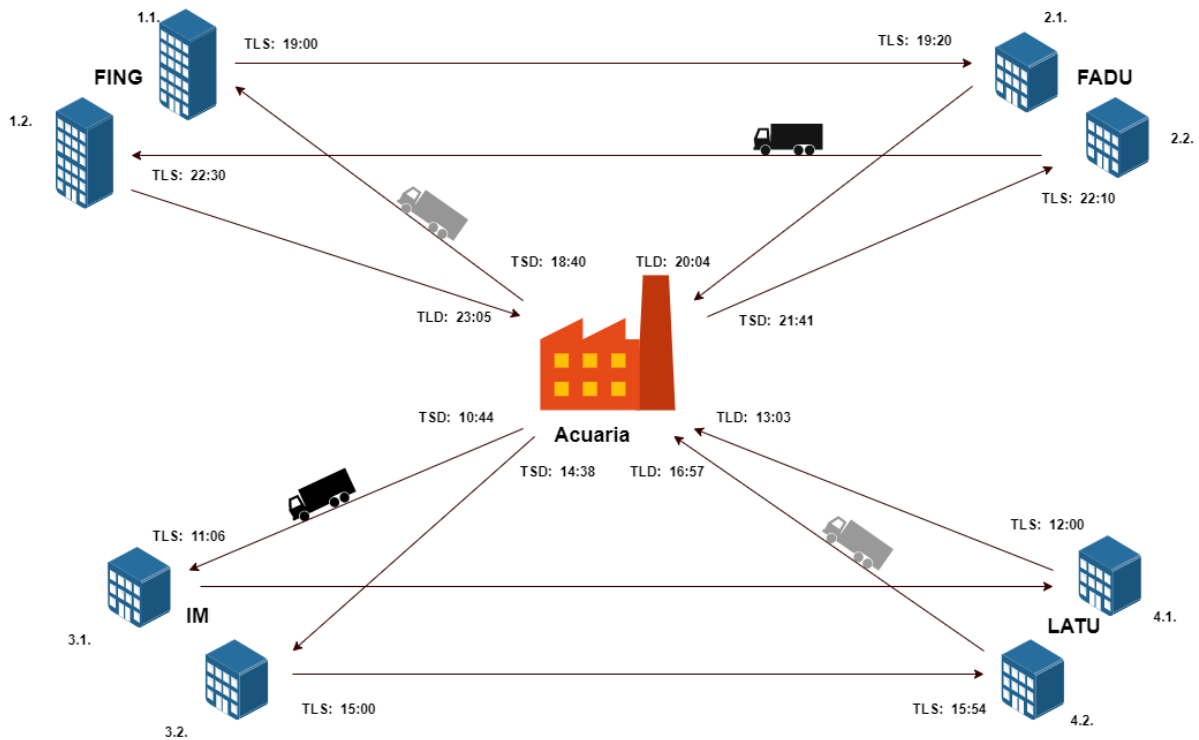
**Tabla 7.13:** Referencia de los servicios - 8.11.19.  
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Figura 7.15 se presentan los tiempos correspondientes a los traslados entre los servicios y Acuaría.



**Figura 7.15:** Tiempos de traslado entre servicios en minutos.  
Fuente: Elaboración propia.

Como en los casos anteriores se realizaron corridas con GLPK limitando el tiempo de ejecución hasta llegar a un tiempo máximo de 8 horas. En este caso la solución presentó un gap de dualidad de 68,1 % y se representa la salida en la Figura 7.16.

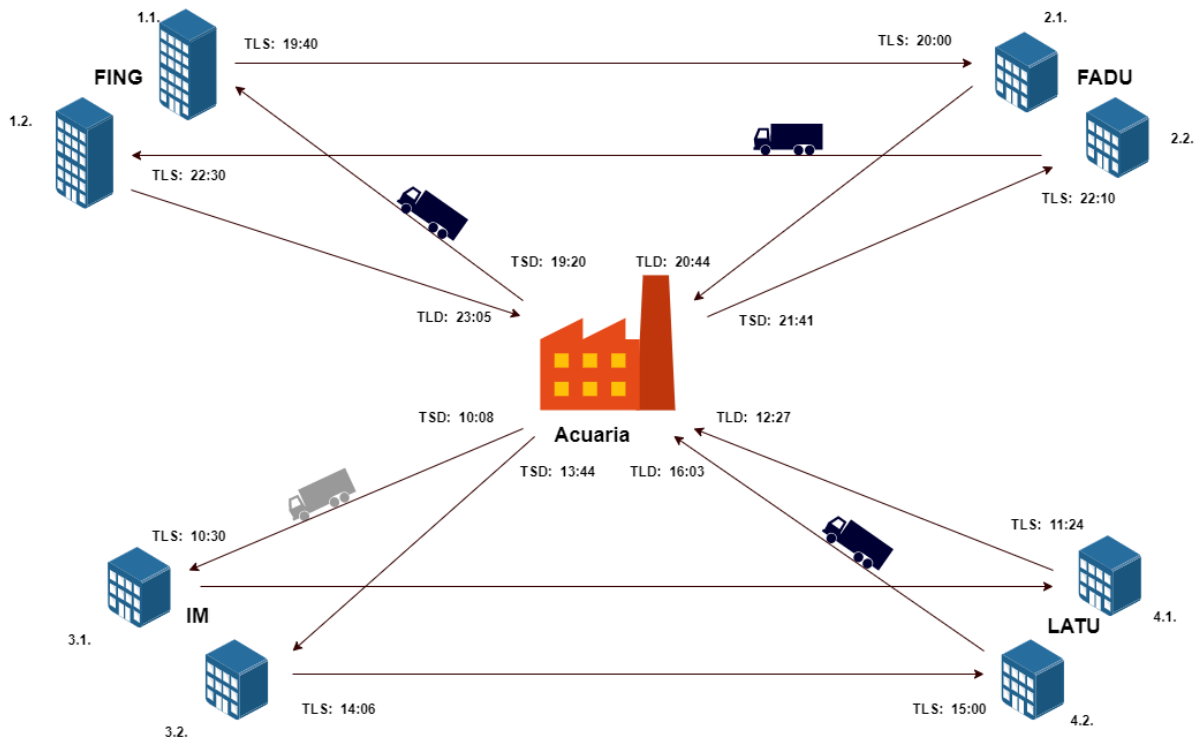


**Figura 7.16:** Solución de los servicios del 8.11.19. GLPK.  
Fuente: Elaboración propia.

La solución arroja cuatro rutas durante la jornada. La primera corresponde al vehículo uno e inicia a las 10:44, satisfaciendo los servicios de entrega 3.1. y 4.1. y retornando a Acuaria a las 13:03. A las 14:38 inicia la primer salida del vehículo dos, cumpliendo los servicios de recolección 3.2. y 4.2., retornando al depósito a las 16:57. La segunda salida del vehículo dos se produce entre las 18:40 y las 20:04, cubriendo los servicios 1.1. y 2.1. La última salida del día es realizada por el vehículo uno en su segunda ronda, la cual inicia a las 21:41, satisface los servicios 2.2. y 1.2., y retorna a las 23:05.

Le ejecución con CPLEX arrojó solución óptima en 5,5 segundos, la cual se presenta en la Figura 7.17. La primer salida de la jornada es realizada por el vehículo dos a las 10:08 y satisface los servicios de entrega 3.1. y 4.1., retornando a Acuaria a las 12:27. La siguiente ronda es realizada por el vehículo uno entre las 13:44 y las 16:03, satisfaciendo los servicios de recolección 3.2. y 4.2. A las 19:20 se produce la segunda ronda del vehículo uno, satisfaciendo los servicios 1.1. y 2.1., retornando al depósito a las 20:44. La última salida del día es realizada por el vehículo uno (tercer ronda) 21:41 y retornando 23:05, satisfaciendo los servicios de recolección 2.2. y 1.2.

Cabe observar que en ambos casos la secuencia de los servicios es la misma, diferenciándose en los horarios de salida de las rutas y los vehículos utilizados.



**Figura 7.17:** Solución de los servicios del 8.11.19. CPLEX  
Fuente: Elaboración propia.

### Comparativa de soluciones

A continuación se comparan las salidas para las ejecuciones de los casos de trabajo real.

Carga	Servicios	Solver	Función objetivo	Gap	Tiempo (segundos)
Baja	8	GLPK	244,5	68,1 %	28800
Baja	8	CPLEX	244,5	0 %	5,5
Media	12	GLPK	-	-	28800
Media	12	CPLEX	207	9,34 %	3600
Alta	16	GLPK	-	-	28800
Alta	16	CPLEX	302,75	18,15 %	7200

**Tabla 7.14:** Comparación de resultados casos reales.  
Fuente: Elaboración propia.

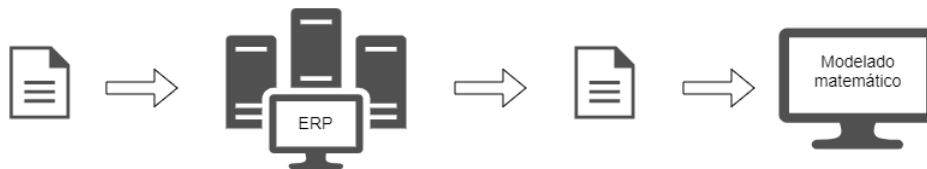
En cuanto al caso de carga baja, se realizaron corridas en GLPK de 1, 2, 3 y 8 horas, obteniendo en todos los casos soluciones factibles con gap de dualidad de 79,4 %, 75 %, 70,9 % y 68,1 % respectivamente. Cabe resaltar que las rutas no fueron las mismas para todos las corridas. El máximo tiempo de ejecución se fijó en 8 horas, debido a ser un tiempo razonable entre el fin de la jornada administrativa de un día y el comienzo de la siguiente.

Tal como se observa en la Tabla 7.14, la solución presentada para GLPK correspondiente a 8 horas y la de CPLEX arrojan el mismo resultado en su función objetivo. Cabe destacar que el valor no tiene una aplicación directa, pero permite cuantificar los tiempos de traslado y espera de las rutas. La gran diferencia entre ambos solver radica en la rapidez para converger a la solución óptima, mientras que con CPLEX se la obtiene en 5,5 segundos, con GLPK no es posible asegurar lo mismo en 8 horas de ejecución.

Al aumentar la cantidad de servicios se pueden observar el crecimiento en la complejidad de resolución con ambos solver. En primer lugar con GLPK no es posible conseguir soluciones factibles para los casos de carga media y alta. En cuanto a CPLEX limitando su tiempo de ejecución no se logra asegurar la solución óptima. A pesar de esto, observando los valores de los gap de dualidad en las soluciones de CPLEX en corridas menores a 8 horas, se podría trasladar su solución a la práctica de manera confiable.

## 7.6. Vínculo ERP - datos para el modelo

Tal como se mencionó al comienzo del capítulo, una de las motivaciones principales para la realización del modelo reside en mostrar una posible aplicación del ERP dentro de la empresa. Más concretamente, el valor que tienen los datos allí almacenados y cómo los mismos pueden ser utilizados de diversas maneras. El modelo necesita nutrirse de datos para brindar una salida y resulta interesante establecer el vínculo entre la información que dispone el ERP y la que el modelo demanda.



**Figura 7.18:** Vínculo ERP - Modelo matemático.  
Fuente: Elaboración propia.

Los ERP ofician como una base de datos que nuclea toda la información relevante de la empresa, por lo que es importante que interactúe con otros sistemas que demanden información. Con ellos se evita el retrabajo en la carga de datos, lo que disminuye los errores y a su vez aumenta la eficiencia.

En lo que refiere específicamente al modelo se puede dividir la información que demanda en dos grupos. Por un lado aquella información operativa propia del día a día y por el otro, la que se relaciona con aspectos estratégicos o tácticos que refiere a decisiones más a largo plazo que se modifican con poca frecuencia.

Entre los datos operativos que el sistema debería proveer al modelo se encuentra:

- Número de servicios del día diferenciado entre entrega y recolección.
- Tiempo de traslado desde Acuaría a los servicios y entre servicios en minutos.
- Duración de la carga y descarga del servicio en minutos.
- Volumen del servicio en  $m^3$ .

- Ventana de tiempo de llegada al servicio expresada en minutos.
- Tiempo de preparación del vehículo.

Con relación a la información táctica y estratégica resulta necesario contar con:

- Número de vehículos.
- Amplitud horaria de la jornada laboral.
- Índices de ponderación para la función objetivo.
- Tiempo máximo que se puede esperar en minutos.

Esta es la información que demanda el modelo, sin embargo el cómo se llega a traducir la información presente en el ERP a estos valores excede el alcance de este proyecto de grado. Incluso es necesario contar con la confirmación de cual será el sistema para poder determinarlo ya que diferiría según el ERP elegido.

# Capítulo 8

## Conclusiones

A lo largo de este capítulo se expresan las reflexiones finales a las cuales se llega luego de culminar con el desarrollo de este proyecto de grado, así como también posibles líneas de investigación para trabajos futuros. Antes que nada, resulta importante destacar que todos los objetivos planteados al inicio de este trabajo se han cumplido.

Como primera reflexión se puede resaltar la vasta cantidad de información referente a sistemas de gestión. Además, dicha información ha evolucionado rápidamente acompañando el acelerado crecimiento y expansión de dichos sistemas. El concepto de ERP ha cambiado notoriamente en el correr de los años, teniendo en cuenta que estos contienen cada vez más funcionalidades. Han pasado de enfocarse en el control de stock y la producción a conformar una herramienta clave para el análisis del negocio, visualización de oportunidades y gestión de los clientes. Esto amplía el espectro de ventajas registradas de implantar un ERP, lo que da como resultado el aumento de información al existir más personas interesadas en investigar esta temática.

No solo ha incrementado la información disponible con el paso del tiempo, sino que también la oferta de dichos sistemas en el mercado. A lo largo de esta investigación hemos comprobado la infinidad de sistemas y empresas dedicadas a su desarrollo e implantación. El emergente número de empresas le brinda a los usuarios otras alternativas por fuera de los grandes sistemas, los cuales en muchos casos resultan inaccesibles para las mipymes como Acuaria.

La especificidad de los sistemas también ha ido en aumento, lo que posibilita obtener soluciones que contemplan las necesidades de cada rubro en específico. Se puede atribuir dicho aumento en parte a la globalización que ha permitido la inserción en otros mercados que no son el local, influyendo en la oferta disponible y por ende en la necesidad de diferenciación. En el relevamiento realizado se identificaron muchos sistemas diseñados específicamente para empresas del rubro catering. Estos sistemas creados en otras partes del mundo en algunos casos podían ser implantados en Uruguay, lo que denota que si se cuenta con el conocimiento necesario en tecnología, las oportunidades de implantar un sistema que aplica para el rubro específico de la empresa son grandes. En el caso de Acuaria, la falta de personal con conocimientos y habilidades informáticas impide actualmente poder acceder a este tipo de soluciones.

El hecho de que la oferta sea vasta representa una ventaja porque, tal como se comentó, se puede acceder a soluciones que se adaptan más a las necesidades concretas de la empresa. Pero también trae consigo una complicación, contar con tantas alternativas dificulta muchas veces la selección. El gran número de opciones vuelve inabarcable el

análisis de toda la oferta y abrume, generando la sensación de que se puede estar dejando a un lado la solución que más se ajusta a las necesidades. Como se puede ver a lo largo de este proyecto se listaron muchos paquetes de software, siendo necesario elegir algún criterio para reducir el número de opciones. Aplicar una prueba gratis o solicitar una demostración de cada sistema demanda de un tiempo excesivo, recurso muy escaso, más aún en las mipymes como Acuaría.

Es por esto que el rol del equipo de estudio adquiere especial importancia. Acuaría no dispone de tiempo suficiente ni de todos los conocimientos técnicos para embarcarse en una búsqueda de un sistema por su cuenta. La participación del grupo de estudio generó un ahorro de tiempo para la empresa, la cual asistió únicamente a aquellas reuniones relevantes, contando ya con mucha información acerca de dichas alternativas. También el conocimiento adquirido a lo largo de la realización del trabajo contribuyó a que las opciones evaluadas por la empresa, es decir las presentadas por parte del equipo, tuvieran un respaldo técnico detrás.

Una reflexión que se desprende es la dificultad que se le puede presentar a una mipyme al embarcarse en este proceso de búsqueda sin un acompañamiento o una consultoría. Como se menciona en el estudio presentado acerca de las mipymes (3.1) son pocas las empresas que acceden o solicitan consultorías, por lo que aquí se vislumbra una traba para dichas empresas para incurrir en la digitalización de sus procesos. Esto influye directamente en los datos también presentados allí acerca del bajo uso de la tecnología en las micro, pequeñas y medianas empresas uruguayas. Con base en el conocimiento adquirido sobre Acuaría se puede afirmar que no escapa a esta realidad, presentando un bajo nivel de digitalización en sus procesos.

Realizando la búsqueda en la web de sistemas extranjeros se encontró una consultoría online gratuita, la cual por medio de una serie de preguntas y el análisis de su base de datos realiza una recomendación. Esta herramienta pone en evidencia la necesidad de encontrar métodos ágiles y efectivos para la búsqueda de un sistema. A lo largo de la realización del trabajo se notó que esto era una limitante a la hora de adquirir un sistema y este tipo de páginas web son un primer acercamiento para encontrar una solución. No solo se disminuye el tiempo dedicado a la búsqueda sino que también se optimizan los esfuerzos al evaluar únicamente opciones que cumplen con determinados requisitos especificados, pudiendo realizar pruebas más extensas en dichos sistemas, arribando a una mejor decisión. Además, el usuario se asegura que un gran número de opciones se evalúen, ya que se cuenta con una amplia base de datos de sistemas. Resulta importante destacar que estos sitios deben mantener su imparcialidad, ayudando de manera objetiva a encontrar el software que mejor se adapte a la empresa. De otra manera este tipo de web podría sugerir sistemas de manera tendenciosa con fines publicitarios a pesar de no ser las mejores opciones. Por todo lo mencionado, este tipo de soluciones acerca la posibilidad de adquirir sistemas a las micro, pequeñas y medianas empresas quienes en muchos casos no disponen de los recursos económicos para acceder a una consultoría, ni los conocimientos necesarios para hacer la búsqueda por su cuenta. Lamentablemente, esta página aún no se encuentra disponible para asesorar a empresas uruguayas por lo que no se pudo utilizar para la realización de este proyecto de grado.

Cabe resaltar la importancia de programas como el convenio denominado “Parque Tecnológico Industrial del Cerro, generando desarrollo, emprendimientos y economía local” en el cual se enmarca este proyecto de grado. El mismo permite a las mipymes el acceso a asesorías a las que de otra manera no podrían acceder. Este tipo de colaboracio-



nes entre UdelaR y el PTI no solo representan un beneficio para las empresas que forman parte del programa, sino que también acerca los estudiantes a la práctica, lo que enriquece ampliamente la formación académica.

Parece importante resaltar el espíritu de progreso de Acuaria, quien en varias oportunidades ha utilizado este recurso para mejorar en distintos aspectos. Durante el transcurso de este trabajo la empresa ha realizado diversos avances los cuales fueron plasmados en este informe. Como estudiantes que en otras oportunidades han trabajado con mipymes, es de destacar y valorar la visión a futuro de la empresa.

En lo referente a la elección del software, se puede destacar la importancia de considerar varios factores a la hora de tomar una decisión de esta envergadura. Basar la decisión únicamente en el factor económico puede desembocar en dificultades y problemáticas futuras. Aspectos como el soporte, mantenimiento, idioma, capacitación, disponibilidad de información, barreras de salida en caso de querer cambiar de sistema, facilidad para extraer la información, entre otros, cumplen un rol muy importante. Esto se puede ver reflejado en el éxito de la implantación del sistema, en la autonomía de la empresa para con el software y en la flexibilidad para migrar en caso que se quiera.

Otra reflexión que se desprende es la importancia de utilizar un método objetivo a la hora de tomar una decisión. Al aplicarlo se reduce el riesgo de dejarse llevar por intuiciones y tomar decisiones impulsivas. A su vez permite ordenar la importancia de los diferentes aspectos para la empresa, evitando considerar como iguales todas las características sin tener en cuenta su peso real en la decisión. Esta herramienta resultó de mucha utilidad para Acuaria y facilitó la toma de la decisión. La empresa a la hora de elegir una alternativa no solo contaba con los datos y la recomendación del equipo de estudio, sino que también tenía una forma de evaluar, visualizar y analizar la información relevante.

Un aspecto importante que ha quedado en evidencia a lo largo de todo el trabajo es la infinidad de posibilidades que puede ofrecer la implantación de un ERP. Al adquirir esta herramienta Acuaria no solo accederá a las soluciones propias del software sino que se abre un amplio espectro de crecimiento, la información que almacena este tipo de sistemas permite evaluar y crecer en otros aspectos.

Para ejemplificar esto en un caso concreto es que se plantea el modelo matemático de entrega y recolección de servicios de Acuaria. Dicho modelo que fue desarrollado mediante programación matemática tiene como objetivo reflejar una operación clave en el rubro catering, donde el tiempo de llegada a los servicios es factor determinante en la satisfacción de los clientes. Así se busca abordar la problemática desde una perspectiva que ayude a realizar esta tarea tomando decisiones racionales. Con la dimensión actual de Acuaria y su demanda, se logran satisfacer todos los servicios pero posiblemente con ineficiencias en tiempos y traslados, redundando en mayores costos. A medida que la empresa crezca y los componentes de los costos de entrega sean cada vez más relevantes, pueden aumentar los beneficios de resolver este problema con un enfoque como el propuesto.

Usar un modelo implica no solo el desarrollo matemático y la validación, sino también el contar con datos reales. Es allí que el ERP juega un rol fundamental como fuente de información precisa y confiable. Para la realización de una prueba con datos reales fue necesario utilizar información compartida por Acuaria de los servicios realizados en jornadas previas. A partir de esto se debieron realizar cálculos y ajustes y así obtener la información de los parámetros incluidos en el modelo. Esto implicó una gran carga de trabajo y el riesgo de incurrir en errores. Cabe destacar que con el ERP funcionando y un correcto vínculo entre la salida de datos y el modelo, este proceso se simplificaría.

Se puede observar que en la ejecución de casos reales de Acuaria utilizando CPLEX, solver comercial, se consiguieron resultados satisfactorios en tiempos de ejecución relativamente pequeños. Con GLPK, solver gratuito, no se llegó a resultados en tiempos de ejecución acordes. Por el costo que implica adquirir un paquete como CPLEX y considerando la situación actual de Acuaria, no se espera que sea redituable embarcarse en una inversión de esta envergadura. Frente a esto se deben buscar alternativas como ser el estudio de otros solver que permitan tiempos de ejecución razonables bajo costos acordes a la realidad de la empresa. Otra forma de encarar esta problemática sería buscar modelar la realidad de manera más eficiente o realizar modificaciones al modelo existente que permitan arribar a resultados de forma más ágil. También el PTIC podría officiar como acreedor de licencias en solver robustos, ofreciéndolas como servicio para las mipymes pertenecientes al Parque.

Otros trabajos futuros que ayudarían a que el modelo refleje de mejor manera la realidad podrían ser: aplicar geolocalización o diferenciación por horarios y días de los servicios para el cálculo de los tiempos de traslado, diferenciar los consumos de los vehículos dentro de la función objetivo, utilizar tiempos de carga, descarga y preparación diferenciados por tipo y tamaño de servicio.

En lo referente al vínculo entre el ERP y el modelo matemático, se podría estudiar el flujo reverso en el esquema de la Figura 7.18, en donde el modelo alimenta el ERP con información valiosa para la gestión.

También se podría investigar acerca de mejores prácticas para la implementación de un software, generación de planes para la gestión del cambio y seguimiento de proyectos, acompañando a Acuaria en los pasos posteriores a la elección del sistema.

Por último, como conclusión académica de este trabajo de fin de grado se resalta el aprendizaje adquirido al acudir a las reuniones con las empresas de software e interactuar con los diferentes actores del mercado. Esto resultó una experiencia muy enriquecedora, teniendo en cuenta que como futuros ingenieros es muy probable que se deba afrontar la elección de un software en nuestro desempeño profesional.

# Referencias bibliográficas

- Andonegi, J., Casadesús, M., y Zamanillo, I. (2005). Evolución histórica de los sistemas ERP de la gestión de materiales a la empresa digital. *Revista de dirección y administración de empresas*, 12:61–72.
- Asesoría General en Seguridad Social (2018). Evolución de los cotizantes. BPS. <https://www.bps.gub.uy/bps/file/15132/1/evolucion-de-los-cotizantes-2018.pdf>.
- Blackstone, J. (2013). *APICS Dictionary*. APICS, 14 edición.
- Bowersox, D., Closs, D., y Cooper, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. McGraw-Hill, 2 edición.
- Davenport, T. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, 76(4):121–131.
- Delgado, J. y Marín, F. (2000). Evolución en los sistemas de gestión empresarial. Del MRP al ERP. *Economía industrial*, 331:51–58.
- Ferran, C. y Salim, R. (2008). *Enterprise Resource Planning for Global Economies: Managerial Issues and Challenges*. IGI Global.
- Harris, F. W. (1913). How many parts to make at once. *Factory, The magazine of management*, 10(2):135–136.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. PEARSON Educación, 7 edición.
- Holland, C. y Light, B. (1999). A critical success factors model for ERP implementation. *IEEE Software*, 16:30–36.
- Laudon, K. y Laudon, J. (2001). *Essentials of Management Information Systems: Organization and Technology in the Networked Enterprise*. Prentice Hall.
- Laudon, K. y Laudon, J. (2012). *Sistemas de información gerencial*. Pearson Educación, 12 edición.
- Lee, Z. y Lee, J. (2000). An ERP implementation case study from a knowledge transfer perspective. *Journal of Information Technology*, 15:281–288.
- McGaughey, R. y Gunasekaran, A. (2009). Enterprise Resource Planning (ERP): Past, present and future. En M. Gordon Hunter, editor, *Selected Readings on Strategic Information Systems*, pp. 359–371. IGI Global.

- MIEM y Equipos Consultores (2017). Informe de resultados. *Encuesta Nacional de mipymes*, 3. [https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/encuesta\\_nacional\\_de\\_mipymes\\_industriales\\_y\\_de\\_servicios\\_2017\\_0.pdf](https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/encuesta_nacional_de_mipymes_industriales_y_de_servicios_2017_0.pdf).
- Oltra, R. (2012). *Sistemas Integrados de Gestión Empresarial. Evolución histórica y tendencias de futuro*. Universitat Politècnica de València. <https://pdfs.semanticscholar.org/7ec1/e680e2580570f47dd986b409d9b1c9a85492.pdf>.
- UNIT (2018). Buenas prácticas de manufactura en pequeñas empresas alimentarias. Reporte técnico, UNIT – IM. <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/normapu1271paraweb.pdf>.
- Wilson, R. (1934). A scientific routine for stock control. *Harvard Business Review*, 13:116–128.

# APÉNDICES

# Apéndice A

## Primer correo para relevamiento de la utilización de paquetes de software en empresas de catering

Buenos días,

Somos estudiantes de la carrera Ingeniería de Producción en UdelaR y nos encontramos realizando el Proyecto de Fin de Grado. El mismo inicia con la investigación de los sistemas utilizados por las empresas que brindan servicios de catering en Uruguay para el manejo de sus recursos, pedidos y facturación. Una vez recabada la información, se procederá a realizar un estudio de las plataformas de gestión existentes en plaza, con el fin de seleccionar la mas beneficiosa para las empresas del rubro.

Establecemos este contacto para conocer la modalidad de trabajo de su empresa en relación a lo antes mencionado. Cualquier información que se nos pueda brindar será de gran valor para el avance de este proyecto y sera manejada con la privacidad que crean pertinente. Cabe destacar que al momento de finalizar el estudio todo el material elaborado se pondrá a disposición de su empresa, así como también nuestro equipo para poder evacuar cualquier duda generada.

En caso de no ser este el medio para solicitar dicha información solicitamos nos hagan llegar el contacto más adecuado.

Desde ya, muchas gracias por su tiempo y disposición.

Saludan atentamente,

Mauro Magnou, Rafael Davyt, Carolina Cayón.

## Apéndice B

# Segundo correo para relevamiento de la utilización de paquetes de software en empresas de catering

Buenos días,

Nos ponemos en contacto nuevamente para contarles en mayor detalle en qué consiste nuestra investigación y solicitar su colaboración.

Su apoyo es fundamental para llevar a cabo nuestro proyecto de fin de grado, el cual nos genera gran ilusión. Les estaremos profundamente agradecidos de cualquier información que nos puedan brindar por más insignificante que sea.

Ahora bien, a lo que nos compete. Les contamos que actualmente nos encontramos relevando la situación de las PYMES en Uruguay en términos de aplicación de sistemas informáticos. ¿Esto qué significa?, que necesitamos saber si utilizan alguna plataforma para realizar la recepción pedidos, el control de stock de materia prima y producto terminado, control de las ventas y la facturación.

Para que resulte más sencillo, a continuación detallamos una serie de preguntas:

1. ¿Utilizan algún sistema informático? ¿Cuál?. En caso contrario explique brevemente cómo gestionan estos aspectos. Por ejemplo: con carteleras, anotaciones en cuadernos, calendarios, Excel, documentos de Word, Google Drive o lo que sea que utilicen para gestionar su empresa.
2. ¿Ha considerado utilizar algún sistema informático? ¿Para gestionar qué aspectos? ¿Porqué no lo han implementado aún?
3. ¿Le han ofrecido algún sistema informático para gestionar tu negocio? ¿Cuál?
4. ¿Considera que un sistema informático sería de utilidad para su negocio?

Es importante destacar que cualquier información que se nos brinde será tratada con total confidencialidad.

¡Contamos con usted para que este proyecto sea un éxito!

Muchas gracias por su tiempo.

# Apéndice C

## Guía de preguntas para entrevista con GCG

Breve introducción de nuestro proyecto y pedido de grabación de la entrevista.

1. Consultar sobre breve descripción de la empresa. Mercado de trabajo, años, número de empleados, número de clientes, modalidad de clientes (fijos-puntuales).
2. ¿Utilizan algún sistema informático? ¿En qué sector? ¿Cuál?. En caso contrario explique brevemente cómo gestionan estos aspectos, por ejemplo: con carteleras, anotaciones en cuadernos, calendarios, Excel, documentos de Word, Google Drive o lo que sea que utilicen para gestionar su empresa.
3. ¿Cómo fue el proceso de implementación del sistema?
4. ¿Ha considerado utilizar algún sistema informático? ¿Para gestionar qué aspectos? ¿Por qué no lo han implementado aún?
5. ¿En alguno de los otros países en los que operan utilizan sistemas?
6. ¿Te han ofrecido algún sistema informático para gestionar tu negocio? ¿Cuál?
7. ¿Conoce alguna empresa del sector que trabaje con sistema informático?
8. ¿Consideras que un sistema informático sería de utilidad para tú negocio? ¿Qué beneficios cree que podría obtener?

Consultar sobre disponer de esta información en el informe (puntualmente sobre el nombre de la empresa) Consultar nivel de facturación



# Apéndice D

## Planillas utilizadas en la gestión de materias primas



Planilla de recepción de materia prima

Código: PL-04  
Versión: 01  
F.vigencia: 01/6/18


Fecha	Producto	Cantidad	Proveedor	Lote	F.elab	F.vencimiento	Ubicación	Observaciones

Elaborado por: A.Pombo  
Revisado y aprobado por: C.Pombo

Figura D.1: Planilla utilizada para la recepción de materias primas.  
Fuente: Acuaría Catering.

## APÉNDICE D. PLANILLAS UTILIZADAS EN LA GESTIÓN DE MATERIAS PRIMAS

---

 <b>acuaría</b> CATERING			Planilla de salida de materia prima de depósito			Código: PL.05 Versión: 01 F.vigencia: 01/6/18
Fecha	Producto	Cantidad	Proveedor	Lote	F.vencimiento	Observaciones

Elabora: A.Pombo  
Revisa y Aprueba: C.Pombo

1 de 1

**Figura D.2:** Planilla utilizada para registrar las salidas de material del depósito y mantener la trazabilidad.  
Fuente: Acuaría Catering.

# Apéndice E

## Requisitos funcionales de Acuaria

### General:

1. El sistema debe admitir crecimiento en cantidad de usuarios.
2. Se debe contar con control de acceso basado en roles (RBAC).
3. El usuario se deberá autenticar una única vez, pudiendo acceder a todas las funcionalidades habilitadas para su perfil.
4. Los productos deben poder categorizarse en:
  - a) Materia Prima, Producto semi-terminado, Producto final.
  - b) Si es Producto final debe tener la posibilidad de generar sub categorías (ej: Bocado frío, bocado caliente, etc.).
  - c) Para materias primas, producto semi-terminado y productos final se debe poder categorizar por tipo de almacenamiento (congelado, frío o almacén seco).
5. La ficha de cada materia prima debe contener la información:
  - a) Fecha de ingreso.
  - b) Proveedor.
  - c) Fecha de vencimiento.
  - d) Número de lote.
  - e) Tipo de almacenamiento.
  - f) Costo.
6. Cada producto final debe tener un precio asignado (que sea editable) para la cotización inicial dada por el sistema para cada servicio. También se debe expresar el tiempo de vida útil del producto una vez producido.
7. El sistema debe contar con un listado de proveedores, los cuales deben contener la información:
  - a) Nombre del proveedor.
  - b) Materia prima que provee.

- c) Teléfono.
- d) Correo.
- e) Historial de compras.  
Posibilidad de agregar nuevos campos de información.

**Ventas:**

1. El sistema deberá contar con un listado de clientes, los cuales deben contener la información:

- a) Nombre del cliente.
- b) Contacto.
- c) Teléfono.
- d) Correo.
- e) Dirección (debe permitir más de una).
- f) Historial de compras.

Posibilidad de agregar nuevos campos de información.

2. La orden de servicio debe contener:

- a) Tipo de servicio.
- b) Nombre del cliente.
- c) Contacto.
- d) Teléfono.
- e) Correo.
- f) Fecha y hora del servicio.
- g) Dirección del servicio.
- h) Dirección de envío de la factura.
- i) Número de invitados.
- j) Productos agrupados por categoría.

Posibilidad de agregar nuevos campos de información.

3. Para generar la cotización inicial, se deben poder usar datos previamente cargados de la lista de clientes existente (historial de compras), así como también dar la opción de cargar uno nuevo. También, en base al tipo de servicio y el número de invitados, el sistema debería poder sugerir la cantidad de productos recomendados para el servicio.
4. El presupuesto que recomienda el sistema debe también sugerir un precio, basado en los precios asociados a cada producto final.

5. La orden de servicio debe contener un estado inicial, previo a la aprobación del cliente. En este período se podrán editar los artículos que componen el pedido así como también los costos del servicio.
6. Una vez confirmado el servicio se debe aprobar la orden de servicio y disparar las órdenes de producción que sean necesarias (o de pickeo en caso de tener disponibilidad del producto terminado en el almacén). También vinculadas a las órdenes de producción se debe verificar la disponibilidad de producto semiterminado y materias primas necesarias para la producción.

### **Producción:**

1. El sistema debe permitir ingresar órdenes de producción de forma directa, sin estar asociada a ningún servicio.
2. Se debe poder asignar al lote de producción los lotes de M.P. utilizados.
3. El sistema debe permitir unificar los artículos del mismo tipo pero pertenecientes a diferentes órdenes de producción de forma de poder visualizarlos en conjunto. Para ello se debe poder ver los servicios de la semana así como ordenar y filtrar por día que se debe concretar el servicio.
4. En base a la orden de producción generada para cocina, se debe poder presentar la misma en las líneas “Panificación”, “Bocados y platos salados” y “Repostería”.
5. Las órdenes de producción deben contener:
  - a) Productos a elaborar.
  - b) Materia prima y productos intermedios necesarios.
  - c) Fecha y horario de entrega.
6. Una vez producido el producto final, se debe poder establecer como “realizado” en la orden de producción y en el servicio, y definir en qué depósito queda almacenado. En los casos de producción para almacenar, solo será necesario hacerlo en la orden de producción y especificar el lugar donde queda almacenado.

### **Depósito:**

1. La orden de compra debe generar una orden de recepción de productos. La misma debe permitir validar la mercadería a la hora de ingresarla.
2. El sistema debe contar con la posibilidad de ingresar inventario a través de:
  - a) Orden de recepción.
  - b) Forma manual (ej: devolución del sector producción, diferencia entre lo recibido y la orden de recepción, etc).
3. El sistema debe contar con la posibilidad de agregar nuevos almacenes.

4. El sistema debe tener la posibilidad de ajustar los inventario de forma manual (sin estar asociados a una orden de compra).
5. El sistema debe contar con metodología FIFO.
6. Se deben poder ingresar niveles mínimo de stock asociado a cada materia prima, producto intermedio y producto terminado y generar alertas en caso de estar por debajo.
7. El sistema debe permitir acceder al registro de insumos por depósito, permitiendo filtrar y ordenar por información de ficha.

**Análisis:**

1. El sistema debe permitir visualizar el histórico de ventas, ordenando y filtrando por:
  - a) Cliente.
  - b) Meses (o años).
  - c) Artículos.
  - d) Ganancias.
2. El sistema debe permitir visualizar el histórico de las compras, ordenando y filtrando por:
  - a) Proveedor.
  - b) Meses (o años).
  - c) Artículos.
3. El sistema debe permitir visualizar el histórico de producción, ordenando y filtrando por:
  - a) Artículos.
  - b) Meses (o años).
  - c) Finalidad de la producción (para almacenar o por orden).
4. El sistema debe permitir realizar un estudio de la trazabilidad:
  - a) Buscando lotes de M.P. y exhibiendo qué servicios fueron producidos.
  - b) Buscando servicios y exhibiendo que materias primas fueron utilizadas.

**Mantenimiento:**

1. Deberá incluir y detallar el servicio de mantenimiento de los productos ofertados a ser abonados mensualmente.
2. El servicio deberá cubrir la actualización e instalación de versiones de software.

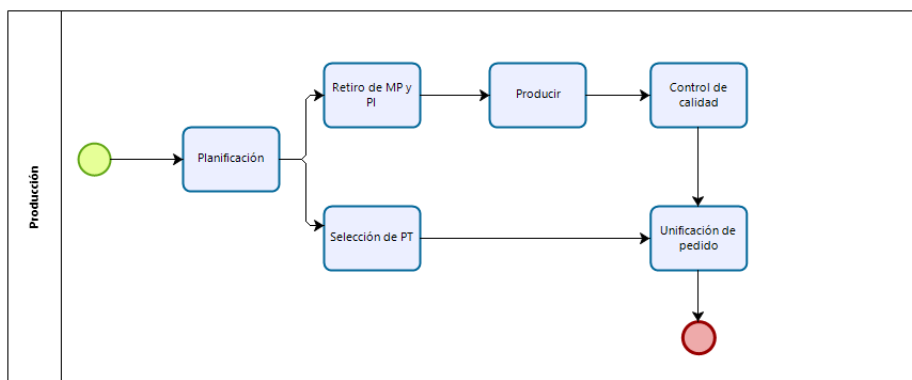
3. El servicio de soporte técnico deberá cubrir:

- a)* Corrección de errores del software (bugs y errores puntuales).
- b)* Respuesta a consultas puntuales, ayuda en el diagnóstico y análisis causal de fallas.

# Apéndice F

## Flujogramas

### F.1. Producción



#### ■ Planificación:

- Planificación diaria, semanal y para stock
- Categorizar por área (masas/panificación, bocados fríos, dulces)
- Consolidar por alimento
- Validar inventario de PT
- Validar inventario de PI
- Validar inventario de MP
- Emisión de orden de producción
- Solicitud de orden de compra

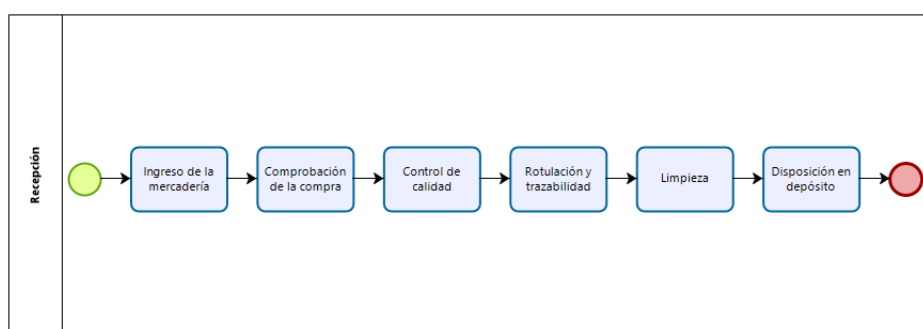
#### ■ Retiro de MP y PI:

- Recolectar MP y PI
- Documentar alta-baja
- Consolidar por alimento



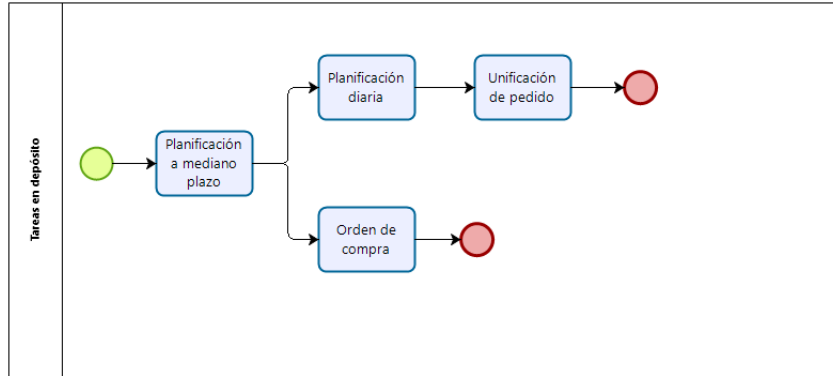
- Trazabilidad
- **Producir:**
  - Recetario
  - Confirmación de producto terminado en la hoja del servicio
  - Embalaje y rotulado
- **Selección de PT:**
  - Dar de baja en stock
  - Confirmación de producto terminado en la hoja del servicio
- **Unificación de pedido:**
  - Control del servicio
  - Disposición en depósito de PT

## F.2. Recepción



- **Ingreso de la mercadería:**
  - Recepción del proveedor
- **Comprobación de la compra:**
  - Validación de cantidades recibidas contra factura y orden de compra
- **Control de calidad:**
  - Validación de temperatura si corresponde
  - Validación de fecha de vencimiento
- **Limpieza:**
  - Limpieza de la materia prima (ej. frutas y verduras)
- **Disposición en depósito**

### F.3. Tareas en depósitos



- **Planificación a mediano plazo:**

- Listar las necesidades de stock para los servicios de la semana

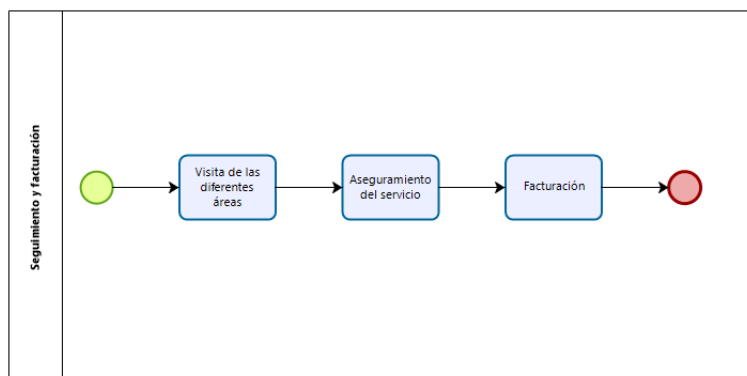
- **Planificación diaria:**

- Armado de servicios (bebidas, mantelería, vajilla y otros elementos).
  - Planificación de rutas de servicios

- **Orden de compra:**

- Hacer solicitudes de compra si es necesario

### F.4. Seguimiento y Facturación



# Apéndice G

## Preparación primera entrevista Acuaria

### Previo a la entrevista:

1. Pedir permiso para grabar la entrevista, dar la posibilidad de que la información que nos compartan sea procesada de forma anónima si lo desean.
2. Explicar la idea del trabajo: ¿A grandes rasgos que esperan de un sistema de gestión? ¿Por qué lo están buscando y que esperan que les solucione? Nuestra idea es: Estudiar el mercado de CRM y ERP (sistemas/software de gestión), en función de los requerimientos de la empresa y la disposición a invertir en ello ej. Sistema de registro de clientes, registro de inventario, vincular las órdenes de clientes con órdenes compra de insumos, planificación de entregas, etc.

### Preguntas: Sobre la empresa

1. ¿Puedes darnos una breve introducción de la empresa? (ej: Año de fundación, forma jurídica, cantidad de personal, promedio de facturación, etc).
2. Describir la estructura de la organización y la cultura.
3. ¿Cantidad de empleados fijos? ¿Horas extras? ¿Variación de la plantilla de empleados?, ¿picos zafrales de producción? Edad promedio de los empleados?
4. Utilizan algún software actualmente? ¿Cual? ¿Si es estilo un ERP, que módulos tienen? (ej. Compras, depósito, financiero, ventas, etc).
5. ¿Les han ofrecido o han averiguado sobre algún sistema ERP o CRM? ¿Cual?
6. ¿Qué empresas se dedican a lo mismo que ustedes? ¿Tienen algún contacto con alguna?
7. ¿Número de clientes? ¿Clientes fijos? ¿O puntuales?

### Procesos:

1. ¿Cantidad de materias primas que manejan? ¿Refrigeradas?

2. ¿Cantidad de proveedores? ¿Los principales? Todos traen la mercadería, ¿cierto?  
¿Con que frecuencia?
3. ¿Con que frecuencia realizan las compras?
4. ¿Cantidad de diferentes productos que producen? ¿Nos pueden dar una carta de productos?
5. ¿Donde almacenan y que capacidad tienen? ¿Tienen algún registro de lo que tienen almacenado? ¿Se almacena separado producto terminado de materia prima ?
6. ¿Como es la recepción de pedidos de cliente? ¿por mail, por teléfono, etc.? ¿Con que anticipación reciben los pedidos? ¿aceptan de un día para el otro, o para el mismo día? tienen muchos pedidos para largo plazo? ¿Cuantos pedidos diarios reciben?

**Entregas:**

¿Que transporte utilizan? ¿Que capacidad por camión?

Si tienen planillas de Excel que nos puedan compartir de lo que sea es bienvenida para analizar informaciones que manejan.

# Apéndice H

## Caso de ejemplo

### Recetas:

**Alfajores rellenos con dulce de leche** : Ingredientes para 40 alfajores:

- Tapas:
  - Harina 1 Kg.
  - Manteca 200 g.
  - Azúcar 400 g.
  - Huevos 3.
  - Leudante químico 40 g.
  - Miel 20 g.
  - Esencia de vainilla 10 ml.
  - Coco rallado 100 g.
- Relleno:
  - Dulce de leche 500 g.

**Sandwiches de pan de nuez**: Ingredientes para fabricar 20 pan de nuez:

- Pan de nuez:
  - Harina 720 g.
  - Leche 2 tazas.
  - Azúcar 200 g.
  - Manteca 70 g.
  - Nueces 120 g.
  - Huevos 2 unidades.
  - Polvo de hornear 20 g.
- Relleno:

- Jamón 140 g.
- Queso Dambo 140 g.
- Manteca 70 g.

## Proveedores:

- Proveedor 1, productos secos:
  - Harina.
  - Azúcar.
  - Polvo de hornear.
  - Coco rallado.
  - Nueces.
  - Vainilla.
- Proveedor 2, productos de origen animal:
  - Manteca.
  - Dulce de Leche.
  - Leche.
  - Huevos.
  - Jamón.
  - Queso dambo.
- Proveedor 3, bebidas:
  - Café.
  - Té.
  - Jugo.
  - Agua.

## Caso 1: Elaboración de alfajores y sandwiches

Pedido: Bocados.

- 20 Sándwiches de pan de nuez.
- 20 Alfajores rellenos con dulce de. leche

**Caso 2: Elaboración de alfajores y sandwiches con producto intermedio y terminado en stock.**

<b>Producto</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Dulce de leche	M.P.	5 kg
Dulce de leche	M.P.	5 kg
Esencia de vainilla	M.P.	150 ml
Miel	M.P.	1 kg
Leudante químico	M.P.	500 g
Huevos	M.P.	24 unidades
Azúcar	M.P.	15 g
Manteca	M.P.	1 kg
Herina	M.P.	1 kg
Coco rallado	M.P.	2 kg
Leche	M.P.	2 kg
Polvo de hornear	M.P.	500 g
Jamón	M.P.	2 kg
Nueces	M.P.	500 g
Queso dambo	M.P.	1,5 kg
Pan de nuez	P.I.	20 unidades
Tapas de alfajor	P.I.	10 unidades
Alfajor de dulce de leche	P.T.	10 unidades

**Tabla H.1:** Stock definido al inicio.  
Fuente: Elaboración propia.

# Apéndice I

## Información complementaria de los paquetes de software relevados

Software	Empresa	Origen	Web
Galdon ERP Catering y Eventos	Galdon Software	España	<a href="https://www.galdon.com/erp-catering-eventos/">https://www.galdon.com/erp-catering-eventos/</a>
Spoonfed	Spoonfed	Reino Unido	<a href="https://getspoonfed.com/">https://getspoonfed.com/</a>
FlexiBake	FlexiBake	Canadá	<a href="https://www.flexibake.com/">https://www.flexibake.com/</a>
CaterTrax	CaterTrax	Estados Unidos	<a href="https://catertrax.com/">https://catertrax.com/</a>
Gather	Estados Unidos	Estados Unidos	<a href="https://www.gatherhere.com/">https://www.gatherhere.com/</a>
CaterZen	Restaurant & Catering Systems	Estados Unidos	<a href="https://www.caterzen.com">https://www.caterzen.com</a>
Caterease	Caterease	Estados Unidos	<a href="https://www.caterease.com/">https://www.caterease.com/</a>
Total Party Planner	Total Party Planner	Estados Unidos	<a href="https://www.totalpartyplanner.com/">https://www.totalpartyplanner.com/</a>
Function Tracker for Caterers (Catering Tracker)	Catering Tracker	Australia	<a href="https://www.cateringtracker.com/">https://www.cateringtracker.com/</a>
Flex Catering	Flex Catering Software	Australia	<a href="https://www.flexcateringhq.com/">https://www.flexcateringhq.com/</a>
Better Cater	Better Cater	Estados Unidos	<a href="https://www.bettercater.com/">https://www.bettercater.com/</a>

**Tabla I.1:** Información adicional de los paquetes de software de catering  
Fuente: Elaboración propia.



APÉNDICE I. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LOS PAQUETES DE SOFTWARE RELEVADOS

---

Software	Web
MRPeasy	<a href="https://www.mrpeasy.es/">https://www.mrpeasy.es/</a>
XTuple Manufacturing Edition	<a href="https://xtuple.com/">https://xtuple.com/</a>
Dolibarr	<a href="https://www.dolibarr.es/">https://www.dolibarr.es/</a>
ERPNext	<a href="https://erpnext.com/">https://erpnext.com/</a>
ADempiere	<a href="http://adempiere.io/es/">http://adempiere.io/es/</a>
Odoo	<a href="https://www.odoo.com/es_ES/">https://www.odoo.com/es_ES/</a>
Openbravo	<a href="http://www.openbravo.com/">http://www.openbravo.com/</a>
ViennaAdvantage	<a href="https://www.viennaadvantage.com/">https://www.viennaadvantage.com/</a>
ERP5	<a href="https://www.erp5.com/">https://www.erp5.com/</a>
Metafresh	<a href="https://metasfresh.com/">https://metasfresh.com/</a>
Compiere	<a href="http://www.compiere.com/">http://www.compiere.com/</a>
OFBiz	<a href="https://ofbiz.apache.org/">https://ofbiz.apache.org/</a>
PolyPM	<a href="https://polypm.com/es/">https://polypm.com/es/</a>
Procurify	<a href="http://www.procurify.com">http://www.procurify.com</a>
Bitrix24	<a href="https://www.bitrix24.com/">https://www.bitrix24.com/</a>
HarmonyPSA	<a href="https://www.harmonypsa.com/">https://www.harmonypsa.com/</a>
ERPAG	<a href="https://www.erpag.com/">https://www.erpag.com/</a>
Tally.ERP 9	<a href="https://tallysolutions.com/">https://tallysolutions.com/</a>
Sage Business Cloud X3	<a href="https://www.sage.com/es-es/sage-business-cloud/enterprise-management/">https://www.sage.com/es-es/sage-business-cloud/enterprise-management/</a>
WinTeam	<a href="https://teamssoftware.com/solutions/winteam/">https://teamssoftware.com/solutions/winteam/</a>
Clearview InFocus	<a href="https://www.clearviewsoftware.net/">https://www.clearviewsoftware.net/</a>
MyGestion	<a href="https://www.mygestion.com/appMg13/menu_src/MyGestion.jsp">https://www.mygestion.com/appMg13/menu_src/MyGestion.jsp</a>

**Tabla I.2:** Información adicional de los paquetes de software extranjeros  
Fuente: Elaboración propia.