



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE NUEVOS CONTRATOS Y DETERMINACIÓN DE DOTACIÓN
ÓPTIMA DE PERSONAL DE UNA CADENA HOTELERA, MEDIANTE UN
MODELO DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

SEBASTIÁN ANDRÉS PÉREZ GONZÁLEZ

PROFESOR GUÍA:
PATRICIO CONCA KEHL

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
RODOLFO URRUTIA URIBE
DANIEL ESPINOZA GONZÁLEZ

SANTIAGO DE CHILE
2013

EVALUACIÓN DE NUEVOS CONTRATOS Y DETERMINACIÓN DE DOTACIÓN ÓPTIMA DE PERSONAL DE UNA CADENA HOTELERA, MEDIANTE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA

Holiday Inn y Holiday Inn Express son las dos principales marcas del grupo InterContinental Hotels Group PLC. Estas marcas tienen entre las dos 3.354 hoteles y 424.922 habitaciones a lo largo del mundo. En Chile, poseen 7 hoteles y un total de 799 habitaciones, obteniendo una participación nacional de 0,68% y 2,2% respectivamente.

La presente memoria trata de poder calcular la dotación óptima de personal de camareras de los hoteles Holiday Inn y Holiday Inn Express Chile, ubicados en Santiago, la cual tiene que ser calculada minimizando los costos asociados al costo salarial de las camareras pero asegurando el cumplimiento de la demanda por hacer habitaciones requerida día a día.

Actualmente la empresa posee un solo tipo de contrato para las camareras, el cual es un 6x1 a jornada completa, en donde a éstas se les puede asignar su día libre en cualquier día de la semana. Este contrato no es muy atractivo para las camareras, por lo que existen una alta rotación, en donde el 40% del personal renuncia en sus 2 primeros meses de trabajo. Esto impacta directamente en la experiencia promedio del personal y, por ende, en el tiempo de servicio promedio que éstas pueden ofrecer. Por otro lado, el tipo de contrato actual obliga a que al menos dos de los días libres, sean días domingos. Esto provoca el, llamado en esta memoria, efecto domingo, el cual tiene relación a que la cantidad de camareras a contratar puede llegar a ser el doble de la cantidad de camareras que se requieren en un día domingo, debido a la restricción laboral mencionada anteriormente.

Se presentan seis tipos de contratos adicionales al actual, con el fin de a) tener contratos más atractivos para las camareras con el fin de evitar su temprana renuncia y b) eliminar el efecto domingo. El problema se modela como un problema de programación matemática lineal entera mixta, donde se espera obtener una solución que otorgue las cantidades óptimas de cada tipo de contrato. Este modelo se basa en la minimización de camareras contratadas y de horas extras trabajadas, cumpliendo diferentes restricciones, como por ejemplo, la satisfacción de la demanda, el descanso dominical mínimo mensual y el máximo de días consecutivos a trabajar.

Se logró obtener satisfactoriamente la cantidad de personal requerido con cada contrato para ambos hoteles, logrando una reducción de costos totales del 26,2%, que se explica tanto por la disminución del efecto domingo, como por la reducción de la rotación, bajo el supuesto de que ésta afecta a la reducción de los tiempos de atención promedio de las camareras.

Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a mi familia, ya que dentro de todo, gracias a ella soy lo que soy. Gracias por los valores enseñados.

Agradezco a los profesores Patricio Conca y Rodolfo Urrutia, ya que gracias a sus comentarios tan asertivos, pude encontrar el camino y el orden para seguir y terminar la memoria.

Agradezco también al profesor Ricardo San Martín, ya que en su momento fue un gran apoyo, tanto técnico como moral.

Agradezco también a mi amigo Rubén Bertín, que me incentivó cuando los tiempos no eran los mejores.

Por último, agradezco a mi polola María Ignacia Rusque, que me apoyó incondicionalmente en toda la recta final. Gracias por ayudarme a mantener el foco y evitar la desesperación.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	6
2.	Antecedentes Generales de la Empresa	7
3.	Planteamiento del Problema y Justificación	10
3.1.	Problemas del tipo de contrato actual	10
3.1.1.	Determinación de la distribución de las camareras	11
3.1.2.	Rotación de camareras	12
3.1.3.	Efecto Domingo	13
4.	Objetivos	15
4.1.	Objetivo General	15
4.2.	Objetivos Específicos	15
5.	Metodología	16
6.	Marco Conceptual	17
7.	Alcances	19
8.	Resultados Esperados	19
9.	Características del Problema	20
9.1.	Tipos de Jornada Laboral	20
9.2.	Tipos de Habitaciones y Tiempos Asociados	21
9.3.	Determinación de la Demanda, por Horas-Camarera	23
9.3.1.	Descripción de los Datos	27
9.3.2.	Discusión sobre la Estacionalidad	27
9.3.3.	Discusión sobre la Variabilidad	28
9.4.	Contratos Seleccionados y Características	30
9.4.1.	Costos Asociados a los Contratos	32
10.	Desarrollo del Modelo con Nuevos Contratos	32
10.1.	Modelo de Programación Matemática	33
10.2.	Validación del Modelo	39
10.3.	Resultados Generales del Modelo	40
10.4.	Análisis de Sensibilidad y Efecto de Rotación	44
10.4.1.	Variación en la Demanda	44

10.4.2.	Efecto de la Rotación	45
11.	Conclusiones	50
11.1.	Conclusiones Generales	50
11.2.	Recomendaciones	51
12.	Bibliografía	52
13.	Anexos	54
13.1.	Anexo A: Participación de Mercado Según Tipo de Establecimiento Turístico	54
13.2.	Anexo B: Ocupación Promedio de Hoteles Holiday Inn y de su Región de Ubicación	55
13.3.	Anexo C: Ocupación Promedio de Hoteles en la Región Metropolitana	58
13.4.	Anexo D: Demanda de Habitaciones por Día de Semana	59
13.5.	Anexo E: Pruebas T-Student	62
13.6.	Anexo F: Pruebas de Kolmogorov-Smirnov	65

1. Introducción

Cuando se habla de hoteles, lo primero que se viene a la mente es un lugar grato donde poder dormir cuando uno se encuentra en una ciudad distinta a la que se reside. Este es, precisamente, el principal negocio de los hoteles, brindar un servicio de alojamiento a personas que ya sea por motivo de negocios o turismo, se encuentren en otro lugar. Adicionalmente, los hoteles pueden ofrecer servicios de cafetería, restaurant, entre otros servicios, por lo que tener un buen equipo administrativo y personal operativo como, por ejemplo, aseadores, cafeteras y camareras, es fundamental.

Para poder otorgar el servicio de alojamiento, se requiere tener a disposición una cantidad considerable de habitaciones perfectamente limpias y ordenadas, por lo que se necesita tener un grupo de personas que se encargue del orden limpieza de éstas: las camareras, las cuales son el personal más importante a nivel operativo.

En la presente memoria se muestra y describe el problema a abordar en los hoteles Holiday Inn Aeropuerto y Holiday Inn Express El Golf, ubicados en Santiago de Chile. El tipo contrato actual, horas ociosas y la rotación de camareras hace que sea necesario analizar nuevos tipos de contratos y conocer la dotación actual óptima. Para esto se presenta un modelo basado en *scheduling*, el cual trata de asignar óptimamente los recursos disponibles.

Para el desarrollo de este modelo y, por ende, de la solución de la problemática de la empresa, primero que todo se hace una breve descripción de la empresa a nivel mundial, para luego brindar datos del sector hotelero en Chile. Asimismo, se exponen ciertos datos de la empresa y se comparan con datos del sector a nivel nacional. Luego, se expone el problema que tiene la empresa en Chile con el tipo de contrato actual que hoy en día tienen las camareras, lo que posteriormente deriva a la respectiva justificación, la cual intenta explicar la relevancia del tema a tratar y, por ende, la importancia de esta memoria. Posteriormente, se plantean los objetivos generales y específicos de este trabajo, para luego explicar la metodología a utilizar en el desarrollo de la solución del problema planteado, la cual es vital para poder seguir un orden lógico de desarrollo. Finalizando todo lo relacionado con la primera parte de la presente memoria, se presentan el marco conceptual, que explica los conocimientos básicos y la elección de la solución, los alcances y los resultados que se esperan al finalizar este trabajo.

Para terminar y, luego de presentar todo lo relacionado al contexto y estrategia del desarrollo del trabajo, se presenta el modelo utilizado para resolver la problemática de la empresa, para posteriormente entregar los resultados obtenidos con la solución seleccionada. Junto a los resultados entregados por el modelo en la situación actual e ideal, se entregan resultados con análisis de sensibilidad, con el fin de poder ver cuán

robusto es el modelo. Finalmente, se presentan las conclusiones generales del trabajo realizado y las consecuentes recomendaciones.

2. Antecedentes Generales de la Empresa

IHG o InterContinental Hotels Group PLC, es un grupo dueño de diversas marcas de hoteles internacionales: InterContinental Hotels & Resorts, Crowne Plaza Hotels & Resorts, Hotel Indigo, Holiday Inn, Holiday Inn Express, Staybridge Suites, Candlewood Suites y Priority Club. Este grupo obtuvo ingresos anuales por 1.768 millones de dólares en 2011, un 8,6% más que lo obtenido en 2010. IHG tiene a fines del año 2011 4.480 hoteles en todo el mundo, de los cuales 3,832 son franquicias, 637 son hoteles administrados por el grupo y solamente 11 son de propiedad de éste [1].

Holiday Inn y Holiday Express, son las principales marcas de IHG, con 1.240 y 2.114 hoteles y 228.256 y 196.666 habitaciones respectivamente. Holiday Inn son hoteles de precios de rango medio; Holiday Inn Express también, pero son un poco más económicos y no tienen todos los servicios de un hotel *full service*.

Tabla 1: Número de hoteles y habitaciones, separados por marca de hotel, al año 2011

Global hotel and room count				
At 31 December	Hotels		Rooms	
	2011	Change over 2010	2011	Change over 2010
Analysed by brand				
InterContinental	169	(2)	57,598	(831)
Crowne Plaza	387	(1)	105,104	(1,051)
Holiday Inn*	1,240	(7)	228,256	(1,861)
Holiday Inn Express	2,114	39	196,666	5,438
Staybridge Suites	179	(9)	19,567	(1,195)
Candlewood Suites	285	(3)	27,500	(753)
Hotel Indigo	39	1	4,564	16
Other	67	25	19,093	11,424
Total	4,480	43	658,348	11,187
Analysed by ownership type				
Franchised	3,832	49	489,071	9,751
Managed	637	(2)	164,993	2,282
Owned and leased	11	(4)	4,284	(846)
Total	4,480	43	658,348	11,187

* Included 7 Holiday Inn Club Vacations (2,928 rooms) (2010: 6 hotels, 2,892 rooms).

Fuente: Memoria Anual 2011 IHG

Ambas marcas mencionadas anteriormente están presentes en Chile, país en donde al año 2011, cuenta con 1.120 hoteles y 37.707 habitaciones. La región que cuenta con la mayor cantidad de hoteles es la V Región de Valparaíso con 192 hoteles. Sin embargo, la Región Metropolitana es la que cuenta con el mayor número de habitaciones al tener 9.201 habitaciones, un 61,2% más que las disponibles en la V región. En cuanto a la ocupación promedio, se tiene que la región con mayor ocupación es la Metropolitana con un 65,1% y la menor es la Región de Aysén con un escaso 26,7%.

Tabla 2: Número de hoteles y habitaciones en Chile, separados por Región, al año 2011

REGIÓN	HOTELES	HABITACIONES	OCUPACIÓN
ARICA Y PARINACOTA	29	1.113	44,0%
TARAPACÁ	54	1.670	46,3%
ANTOFAGASTA	97	3.405	50,9%
ATACAMA	62	1.473	42,7%
COQUIMBO	75	1.741	43,0%
VALPARAÍSO	192	5.706	35,7%
O'HIGGINS	52	1.449	36,2%
MAULE	41	1.201	31,6%
BIOBÍO	97	2.774	40,3%
LA ARAUCANÍA	73	1.663	44,4%
LOS RÍOS	25	718	42,4%
LOS LAGOS	111	3.472	40,6%
AYSÉN	26	565	26,7%
MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA	56	1.556	40,8%
METROPOLITANA	130	9.201	65,1%
TOTAL PAÍS	1.120	37.707	42%

Fuente: INE

Holiday Inn Chile tiene un hotel con 114 habitaciones, ubicado en el aeropuerto Arturo Merino Benítez, en Santiago. Por su parte, Holiday Inn Express Chile tiene 6 hoteles y 799 habitaciones. De esta manera, en su conjunto se tiene un 0,63% de participación en cuanto a hoteles y un 2,1% en cuanto a habitaciones, a nivel país. En la Tabla 3 se puede observar la participación por hoteles y habitaciones en cada región de Chile, en donde se observa que es en la I Región de Tarapacá donde se tiene la mayor participación, tanto en hoteles como en habitaciones, con valores de 1,85% y 6,9%, respectivamente. Por el contrario, la menor participación se encuentra en la X Región de Los Lagos, con un 0,9% de participación en cuanto a hoteles y un 3% en cuanto a habitaciones.

Tabla 3: Participación de mercado de hoteles y habitaciones de Holiday Inn en Chile, por Región

Región	Holiday Inn		Participación HI	
	Hoteles	Habitaciones	Hoteles	Habitaciones
Tarapacá	1	116	1,85%	6,9%
Antofagasta	1	114	1,03%	3,3%
Biobío	1	120	1,03%	4,3%
La Araucanía	1	62	1,37%	3,7%
Los Lagos	1	105	0,90%	3,0%
Metropolitana	2	282	1,54%	3,1%
TOTAL PAÍS	7	799	0,63%	2,1%

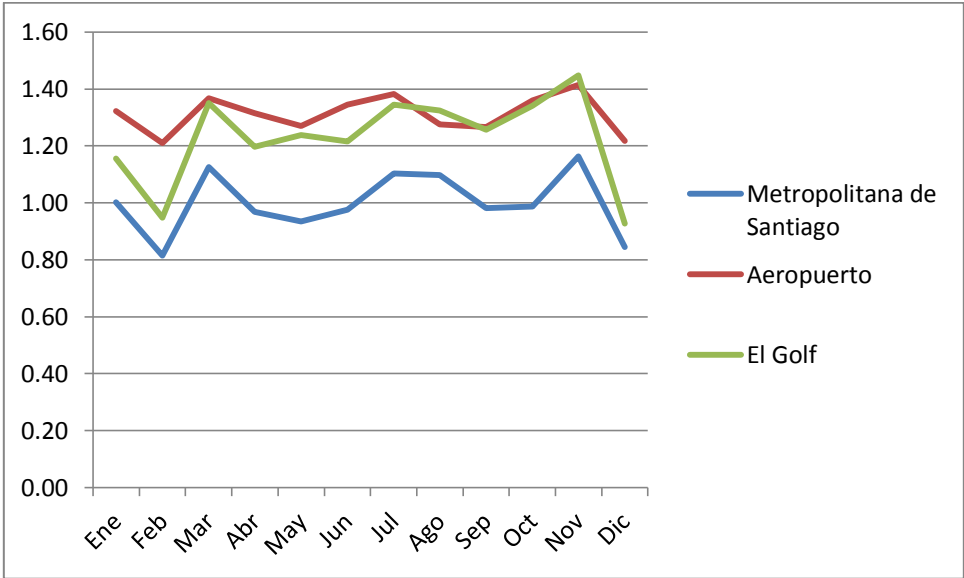
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la ocupación promedio, se puede ver en Gráfico 1 y en Anexo B que la ocupación promedio mensual de cada hotel es mayor que el promedio regional respectivo, para todos los meses del año.

Los hoteles de interés en esta memoria¹, cuyo motivo se explica en los Alcances, se encuentran en la Región Metropolitana. Esta región cuenta con una oferta hotelera de 130 establecimientos y 9.201 habitaciones. La empresa cuenta en esta región con el hotel El Golf y con el hotel Aeropuerto, con 168 y 114 habitaciones respectivamente. Ambos hoteles, suman ingresos anuales de unos 5,5 millones de dólares americanos. El gasto en recursos humanos corresponde en promedio al 47% de los gastos operacionales de cada hotel, de los cuales entre el 40% y 50% corresponde a camareras. Entre los dos hoteles mencionados anteriormente, se tienen alrededor de 68 trabajadores, los cuales corresponden a aseadores, camareras, recepcionistas, lavanderas y jefaturas.

Se observa en el Gráfico 1 que en términos de ocupación promedio mensual, tanto El Golf como Aeropuerto son superiores con respecto a la ocupación regional². También se ve que en promedio, Aeropuerto tiene una ocupación mayor que El Golf.

Gráfico 1: Ocupación promedio de hoteles Holiday Inn de la Región Metropolitana, normalizados a la ocupación promedio de ésta región



Fuente: Elaboración propia

¹ Holiday Inn y Holiday Inn Express, que desde ahora se nombrarán indistintamente como Holiday Inn o “la empresa”.

² El detalle de la ocupación de la Región Metropolitana por mes, se encuentra en Anexo C.

3. Planteamiento del Problema y Justificación

Cada hotel de la cadena se enfrenta diariamente a una demanda de habitaciones, las cuales se tienen que hacer cada día, independientemente si el pasajero respectivo se va del hotel (realiza *checkout*) o se queda una o varias noches más. Esta labor de realizar o hacer una habitación, que consiste en el aseo del cuarto principal, del cuarto de baño y del armado de la o las cama(s) deshechas, es responsabilidad de las camareras.

Para entender el problema que tiene Holiday Inn Chile es necesario entender qué se hace hoy en día. Actualmente, cada hotel funciona con su propio personal y, de cierta manera, de forma independiente uno de otro. Existe una encargada en cada hotel llamada *housekeeper*, la cual es la jefa directa de las camareras y se encarga de ver: los contratos y despidos de las camareras, asignar los días libres de éstas de manera inteligente para poder contar con la cantidad mínima de personal que se requiere cada día, distribuir de manera equitativa las habitaciones a realizar (según piso y tipo de habitación) entre las camareras, entre otras labores. Esta persona además se encarga, tanto de supervisión del resto del personal operativo, como de velar por el orden y la estética de su respectivo hotel.

Todas las camareras de los hoteles Holiday Inn Chile están contratadas a jornada de tiempo completo de 45 horas semanales, las cuales se reparten equitativamente en 6 días de 7,5 horas cada uno y en un día de descanso. Actualmente, no se tiene un registro de entrada y salida del personal, por lo que se tiene que las camareras trabajan con una cantidad determinada de habitaciones a realizar, dependiendo el día. Por lo tanto, su día laboral finaliza cuando terminan con dicha cantidad, independientemente si se tardaron más o tardaron menos en hacerla.

3.1. Problemas del tipo de contrato actual

Las leyes laborales vigentes en Chile indican que el día domingo es día de descanso obligatorio, a excepción en donde se comprometa la continuidad de producción de algún producto o del servicio. En este caso, se debe brindar al trabajador al menos dos descansos dominicales en cada mes calendario. El servicio de orden y limpieza de una habitación, es una tarea crítica en la empresa para poder ofrecer alojamiento a nuevos huéspedes o, en el caso de clientes ya hospedados, ofrecer el servicio prometido de tenerles una habitación como si estuviesen en su primer día. Es por esto que se está permitido asignar camareras al día domingo, cumpliendo las restricciones pertinentes, claro está.

El tipo de contrato que se utiliza hoy en día, que toma en cuenta los detalles mencionados anteriormente, es el llamado 6x1V³. Éste permite brindar días libres en cualquier día de la semana, siempre que no haya más de seis días entre uno y otro. Este contrato se ha utilizado históricamente en la empresa debido a las siguientes razones:

- **Antigüedad:** Se ha estado utilizando por muchos años, por lo que existe una costumbre y experiencias asociadas.
- **Utilización en otros hoteles:** Hoteles tanto del Grupo como de la competencia, tienen el total o la mayoría de sus camareras a contrato 6x1V. A modo de ejemplo, el hotel Grand Hyatt Santiago cuenta además con una pequeña porción de su personal tercerizado. Pero la gerente de recursos humanos de la empresa, a modo estimativo, indica que esta cantidad bordea el 10%.
- **Aversión a experimentar:** Dado que el contrato 6x1V es eficaz, mas no necesariamente eficiente, no se ha intentado probar con otros tipos, debido a que no han sabido lo que podría ocurrir al cambiar o ingresar nuevos contratos.
- **Flexibilidad:** Permite distribuir los días libres de una camarera, de manera de tener una mayor cantidad de personal cuando haya una mayor demanda y una menor en caso contrario.

No obstante, se presentan ciertos problemas que se detallan en los puntos siguientes.

3.1.1. Determinación de la distribución de las camareras

Si bien, se mencionó la flexibilidad de administrar y asignar los días libres de cada camarera como una ventaja, se tiene también que esto representa algunos inconvenientes. Esto debido a que, en cada mes, la *Housekeeper* de cada hotel tiene que realizar esta labor, lo cual representa una gran dificultad para ellas pues hacen la asignación de días en forma manual. De esta manera, la demanda que enfrenta el hotel por día sólo se considera hasta cierto nivel, ya que la prioridad es que se cumplan las restricciones laborales. Realizar una planilla en que todo esto se cumpla, le demanda a la encargada varias horas de su trabajo (generalmente un día laboral completo), siendo muchas veces una asignación no necesariamente óptima.

Una asignación automática en sí, no representa una gran mejora dada la escala del problema. Sin embargo, esta asignación automática es un *output* secundario de la solución a implementar, por lo que supone un aporte, aunque pequeño, al hotel.

³ Ver Sección 9.4. para ver las diferencias con otros tipos de contratos.

3.1.2. Rotación de camareras

Encontrar personas que estén dispuestas a tener el trabajo de camareras de un hotel es difícil. En primer lugar, este trabajo es visto erróneamente como “trabajo de mujer”, lo que se ve reflejado en que el 100% del personal contratado son mujeres, por lo que el universo de opciones disminuye. En segundo lugar, este trabajo es muy demandante físicamente hablando, por lo que no todo el mundo está dispuesto a aceptarlo. Esto se observa en que, según datos de la empresa, alrededor del 40% de las camareras nuevas, renuncia en dentro de los 2 primeros meses de trabajo. Adicionalmente, las camareras que sobrepasan los 6 meses de trabajo, en promedio se quedan en la empresa 2 años.

Según conversaciones con el personal y con la misma *housekeeper*, trabajar 6 días seguidos conlleva un desgaste muy grande, el cual no se puede recuperar totalmente en un solo día de descanso, en el cual muchas camareras lo dedican a hacer trámites personales. Adicionalmente, los días libres que caigan en un día de semana no entregan la satisfacción que sí lo hacen los otorgados en un fin de semana, puesto que su día de ocio no coincide con la de la mayoría de los trabajos de lunes a viernes. Es por esto que el tipo de contrato actual es poco atractivo para las camareras y aumenta las probabilidades de renuncia. A modo de ejemplo, un hotel que tenga 15 camareras contratadas, una renuncia significaría un 6,7% de capital de trabajo menos.

Debido a lo comentado en los dos párrafos anteriores, es necesario probar otros tipos de contratos que brinden más estabilidad a la camarera con el fin de poder mejorar la rotación de personal. Una alta rotación, conlleva diversos problemas, como:

- Gasto en dinero y tiempo en búsqueda de nuevo personal.
- Tiempo de capacitación.
- Personal con menos experiencia promedio.

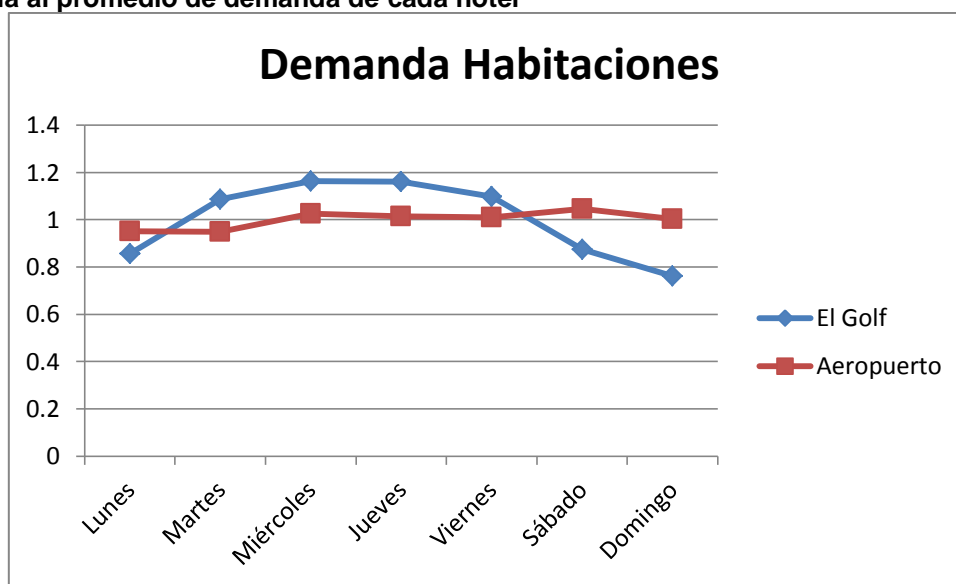
Los puntos de interés son especialmente el segundo y tercer punto, debido a que las camareras en entrenamiento tienen un rendimiento muy inferior a una camarera ya entrenada⁴. Adicionalmente, estas camareras necesitan ser guiadas por las camareras que poseen más experiencia. Todo lo anterior repercute directamente en el tiempo promedio de atención o, dicho de otro modo, del tiempo promedio en hacer cada habitación.

⁴ Ver Sección 9.2.

3.1.3. Efecto Domingo

La restricción laboral de que una camarera tenga al menos dos descansos dominicales, conlleva a que la cantidad total de camareras que se requieran tener contratadas quede altamente condicionada a la dotación requerida en los días domingos. Esto es así, debido a que en un domingo se podrá disponer como máximo de la mitad de la dotación máxima de camareras. Dicho de otro modo, se necesitan contratar una cantidad mayor o igual al doble de la dotación requerida para este día en cuestión. En conclusión, esta restricción le quita flexibilidad y opaca a otras variables que influyen en la determinación de la dotación total.

Gráfico 2: Demanda de habitaciones por día de semana en hoteles El Golf y Aeropuerto, normalizada al promedio de demanda de cada hotel



Fuente: Elaboración Propia con datos diarios de 2011

Se observa del Gráfico 2 que la demanda promedio de habitaciones a realizar se distribuye heterogéneamente en los distintos días de la semana para El Golf. Se puede ver que esta demanda tiene una forma muy similar para todos los demás hoteles, excepto para el hotel Aeropuerto⁵. En todos éstos se tiene que la demanda en el día domingo es de alrededor del 80% de la demanda promedio (un 67% para el hotel Antofagasta). Esto ayuda a mitigar el efecto domingo, condicionando con menos fuerza la dotación total requerida. Sin embargo, la demanda de habitaciones del hotel Aeropuerto para el día domingo es prácticamente la misma que su promedio. Es más, la demanda es bastante pareja en los diferentes días de la semana, siendo el sábado el día con mayor demanda con apenas un 4,5% de habitaciones sobre el promedio. El día con menor demanda, es el martes, con un 5,2% bajo el promedio. Esto significa que se requiere cerca del doble de camareras contratadas con respecto a lo que se necesita en cada día de la semana.

⁵ Ver Anexo para ver el resto de los gráficos.

Si se analiza las horas trabajadas efectivas, es decir, solo considerando el tiempo que efectivamente se trabaja en una habitación⁶, versus las horas-camareras que en promedio se requieren para cumplir con la totalidad de habitaciones demandadas, se puede concluir que existe una cantidad significativamente alta de horas ociosas. Como era de esperar, este efecto fue más marcado para el hotel Aeropuerto.

En la Tabla 4, se ve que el día lunes para el hotel El Golf se obtuvo la mayor cantidad de horas ociosas con un total de 40, equivalentes de manera aproximada al trabajo efectivo de casi seis camareras. El segundo día con mayor cantidad de horas ociosas es el martes con 15, equivalentes a dos camareras. En el domingo se tiene que la dotación promedio para ese día es el correcto, al no tener casi horas ociosas.

En la Tabla 5 se ve que efectivamente las horas ociosas para el hotel Aeropuerto son mayores. El martes se tiene una cantidad promedio de 51 horas, lo que equivale al trabajo de un poco más de siete camareras. El día con menos horas, sin considerar el domingo, es el miércoles con 25 horas, correspondientes al trabajo de un poco más de tres camareras. El domingo se tiene que, con la dotación con la que se realizaron los cálculos, se necesitan 9 horas extras en total para poder cumplir la demanda. De esto último se concluye que con el tipo de contrato actual, si se quisiera disminuir esas horas, se necesitaría tener una camarera más ese día, y como consecuencia del efecto domingo, de una camarera más contratada, lo que aumentaría los costos de contratación y las horas ociosas.

Tabla 4: Horas efectivas promedio que trabajan las camareras, horas-camarera promedio requeridas y horas ociosas por cada día de la semana, en hotel El Golf

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Horas efectivas trabajadas	91,1	84,2	85	81,5	90,5	59,1	51,2
Horas-Camareras requeridas	50,8	69,5	80,5	81,2	86,8	56,6	51,4
Horas Ociosas	40	15	5	0	4	2	0

Fuente: Elaboración Propia

⁶ Cálculos realizados con 16 camareras para hotel aeropuerto y 14 para hotel El Golf.

Tabla 5: Horas efectivas promedio que trabajan las camareras, horas-camarera promedio requeridas y horas ociosas por cada día de la semana, en hotel Aeropuerto

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Horas efectivas trabajadas	100	105,9	84,1	96,1	89,1	101,1	58,2
Horas-Camareras requeridas	62,1	54,6	59	62,9	63,7	68,8	67,5
Horas Ociosas	38	51	25	33	25	32	-9

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión de lo explicado en este subcapítulo, la empresa requiere incluir otros tipos de contratos, tanto de jornada completa como de jornada parcial, con el fin de disminuir el “efecto domingo”. Asimismo, se necesita saber cuál tendría que ser la cantidad óptima de cada tipo de contrato de camareras, que permita reducir los costos.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

- Generar un modelo que entregue la dotación de camareras óptima en términos de costos para los hoteles Holiday Inn ubicados en Santiago de Chile, probando nuevos tipos de contratos y asegurando el cumplimiento del servicio.

4.2. Objetivos Específicos

- Estudiar y seleccionar nuevos tipos de contratos que sean viables y probarlos en el modelo para determinar si generan valor.
- Disminuir los costos asociados por sobrecontratación y no diversificación de contratos.
- Reducir la cantidad de horas ociosas que actualmente enfrentan los hoteles.
- Reducir los tiempos de atención de las camareras mediante la disminución de rotación de personal.

5. Metodología

Para llevar a cabo esta memoria se seguirá la siguiente metodología:

- a) Estudiar e identificar la situación actual de la empresa, con el fin de poder entender a cabalidad la problemática que trata esta memoria y así poder proponer una o varias soluciones a ésta.
- b) Realizar mediciones y recopilación de datos. En esta etapa se recopila toda la información y datos relevantes para poder analizar el problema y poder encontrar una solución a éste. Ejemplos de datos relevantes son: Cantidad de camareras necesarias para poder cumplir con la demanda del hotel según la ocupación, tipos de contratos tanto existentes actualmente como potenciales a implementación, dotación de personal actual y su remuneración, leyes laborales, entre otros. Adicionalmente, en esta fase se toman mediciones de los datos que no se tengan disponibles, específicamente de los tiempos en cada etapa en la realización de una habitación por camarera.
- c) Análisis de la demanda. Luego de recopilar toda la información relevante, se procede a analizar la demanda que utilizará como *input* el modelo a realizar. Esta etapa es muy importante, debido a que si no se justifica o aborda de manera adecuada las distintas particularidades que pueden tener los datos (estacionalidad, variabilidad, confiabilidad de la fuente de éstos, entre otras), los resultados entregados por el modelo podrían no ser creíbles. Por ejemplo, si se tiene un modelo determinístico que busca reducir costos y la variabilidad de la demanda es demasiado alta e inabordable, los ahorros que se deducen de pasar de la situación actual a la óptima, no solo son poco creíbles, sino que también se corre el riesgo de empeorar lo que se tenía originalmente.
- d) Definir el tipo de modelo a utilizar. En este punto se selecciona un tipo de resolución al problema planteado, basándose en la literatura y analizando la complejidad de éste, con el fin de poder seleccionar el método adecuado. Por ejemplo, se busca evitar aplicar heurística a un problema que pueda ser resuelto con programación matemática o aplicar ésta última a un problema complejo, en donde el tiempo de convergencia a la solución sea extremadamente alto.
- e) Definir los parámetros y variables que entrarán en juego con el modelo a elaborar. En caso de que faltase uno o más datos necesarios para representarlos, se aplica nuevamente la etapa b) para luego chequear de tener finalmente todos los datos necesarios.

- f) Elaboración del modelo propiamente tal, en donde se definen las diversas restricciones como, por ejemplo, las restricciones laborales.
- g) Elección del *software* adecuado para la resolución del problema y su posterior programación. El *software* y/o lenguaje de programación a usar se escoge según el nivel de complejidad del modelo construido.
- h) Validación del modelo y análisis de sensibilidad, en donde en primera instancia se chequea que la solución entregada sea razonable, según el punto de vista de la empresa. En segunda instancia, se contrastan los resultados obtenidos con la situación actual y se analiza el porcentaje de mejora y si ésta se considera relevante. En última instancia, se realiza un análisis de sensibilidad, variando diversos escenarios posibles como, por ejemplo, el nivel de ocupación del hotel o el tiempo requerido por una camarera en realizar una habitación.

6. Marco Conceptual

En los trabajos relacionados con asignación de turnos, siempre aparece el término *scheduling*. “*Scheduling* es el problema de asignar recursos limitados para las tareas en el tiempo, con el fin de optimizar uno o más objetivos” [2].

Existen varias aplicaciones del *scheduling* en la literatura. Una de las aplicaciones más comentadas y que es ejemplo fijo en todo trabajo de asignación de personal, es el “Nurse Scheduling” [3] [4] [5] [6]. Este problema trata de asignar a las enfermeras de un hospital en diversos tipos de turnos. Otro ejemplo similar es el “Physician Scheduling”, en donde se trata de asignar los turnos de los médicos, los cuales tienen que satisfacer diversas restricciones, como lo son la satisfacción de la demanda, el cumplimiento de un mínimo de horas, privilegiar un horario distribuido de forma más justa a los médicos con más experiencia, entre otras. [7]

Existen varias técnicas para resolver un problema de *scheduling*, algunas de ellas son [2]:

- **Constrain-Based Scheduling:** Se utiliza cuando las restricciones son la parte más importante y complicada del problema. Este método no asegura el óptimo global, ya que entrega la primera solución obtenida cuando se cumplen todas las restricciones.
- **Heuristic Scheduling Approach:** Se basa principalmente en heurísticas de búsquedas. El problema puede orientarse tanto en el trabajo como en los

recursos. En el primero, el trabajo es asignado a los recursos; en el segundo, cada recurso es seleccionado para ser asignado al siguiente trabajo.

- **Neural Network Approach for Scheduling:** Utiliza redes neuronales. La solución obtenida puede ser considerablemente más buena en comparación con utilizar una heurística. Sin embargo, las redes neuronales son muy sensibles a un cambio de escenarios.

Pese a que existen estas y muchas más técnicas para resolver problemas de *scheduling*, el problema de las camareras será resuelto con programación matemática, debido a que con éste método se obtiene un óptimo global. El problema con la programación matemática, es que el tiempo de resolución puede crecer mucho si es que el problema a resolver es muy grande en cuanto a variables de decisión y restricciones se refiere. Sin embargo, en trabajos de memoria anteriores se han resuelto problemas de *Retail Scheduling* utilizando programación matemática, los cuales son de una mayor complejidad debido a que la cantidad de personas a asignar son 10 o 20 veces más que las de esta memoria. Además, en *retail* uno se enfrenta a demandas por bloques horarios de media o una hora, al contrario de esta memoria, en donde las demandas son diarias. Con todo lo anterior, esos problemas se resolvieron en un tiempo bastante aceptable, por lo que se espera que el problema de la dotación y asignación de camareras de Holiday Inn sea fácil de resolver matemática y computacionalmente.

Una vez modelado completamente el problema, se procederá a su programación y resolución mediante el *software* GAMS, el cual tiene la potencia y flexibilidad necesaria para poder resolver problemas de gran complejidad. Además, este *software* permite leer y escribir en planillas *MS Excel*, lo cual es uno de los requerimientos impuestos por la empresa.

Si bien, el problema que trata esta memoria es específicamente de determinación del tipo y número de personal óptimo, un modelo de *scheduling* resulta adecuado dado que toma en cuenta las limitaciones laborales, lo que se traduce finalmente en las horas de trabajo efectivas que cada trabajador puede ofrecer para satisfacer la demanda. Por lo tanto, este modelo, además de entregar una configuración que indique que camareras trabajan en cada día, entregará lo que esta memoria busca: el mínimo número de cada tipo de contrato para que sea posible tanto cumplir la demanda del hotel, como cumplir las leyes laborales. Finalmente, como se dijo en un párrafo anterior, dada las condiciones del problema, un modelo de programación matemática resuelve en un tiempo aceptable el problema a abordar.

7. Alcances

El personal al cual se buscará la dotación óptima serán las camareras de los hoteles El Golf y Aeropuerto, ambos ubicados en Santiago de Chile. Esto debido a que son los dos hoteles más importantes de la cadena en Chile con 168 y 114 habitaciones respectivamente, y además, se encuentran en la misma ciudad, por lo que se puede agregar la flexibilidad de intercambio de personal entre un hotel y otro, dentro de lo posible.

Los principales temas que se abordarán, son las horas ociosas provocadas por el efecto domingo y la rotación de personal.

8. Resultados Esperados

Se espera:

- Obtener un modelo e implementarlo en una interfaz amigable para la *Housekeeper* de cada hotel.
- En primera instancia se correrá el modelo con la situación actual, es decir, sin la posibilidad de otros tipos de contratos. Se espera llegar a un resultado que indique si existen algunas diferencias entre lo actual y lo entregado por el modelo, para determinar si existen otras variables no consideradas que expliquen estas diferencias.
- Obtener la combinación de contratos adecuados que junto a una buena distribución de recursos, permita ajustarse mejor a la demanda del hotel.
- Poder reducir los costos de contratación, con respecto a la situación actual. Además, se espera que un cambio en los tipos de contratos, no solo disminuya los costos, sino que también disminuya la cantidad de camareras contratadas con contrato 6x1V, lo que se traduciría en un mejor manejo del personal al no tener que elegir los días libres de éstos.
- Disminuir el riesgo de renuncia de las camareras, al disminuir la cantidad de camareras del tipo 6x1V y compensar con nuevos tipos de contratos que brinde menos carga laboral y/o mayores descansos continuos.

9. Características del Problema

9.1. Tipos de Jornada Laboral

Existen 2 tipos de Jornadas de trabajo: jornada ordinaria de trabajo (*full time*) y la jornada parcial (*part time*). Cada tipo de jornada tiene sus reglas y características, y de ellas, pueden derivar distintos tipos de contratos, los cuales se probarán en el modelo para analizar su implementación en la empresa. Las características generales de las dos jornadas, se detallan a continuación:

- **Full Time**

- Se permite trabajar un máximo de 45 horas ordinarias semanales, las cuales se pueden distribuir en un mínimo de cinco días y en un máximo de seis.
- Los días domingos son descansos irrenunciables, por lo que de forma obligatoria se tiene que otorgar ese día como descanso. Sin embargo, según los puntos 2 y 3 del artículo 38 del Código del Trabajo, la labor realizadas por las camareras de un hotel, cumplen con la excepción, por lo que se pueden trabajar los días domingos, siempre y cuando a cada camarera se le otorgue al menos dos descansos dominicales en un mes calendario [8].
- Está permitido el trabajo de horas extraordinarias, siempre y cuando éstas no superen las 2 horas diarias.
- Se puede trabajar un máximo de 10 horas ordinarias por día.

- **Part Time**

- Se permite trabajar un máximo de 30 horas semanales.
- El límite de horas que se pueden trabajar en un día son de diez horas.
- Se gozan de todos los demás derechos de la jornada completa
- La restricción de tener al menos 2 descansos dominicales al mes, no aplica si es que el trabajador trabaja una cantidad igual o inferior a 10 horas semanales. Tampoco aplica si el trabajador se contrata exclusivamente para trabajar días sábados, domingos y/o festivos.

9.2. Tipos de Habitaciones y Tiempos Asociados

Los hoteles Holiday Inn fueron diseñados para que las habitaciones fueran lo más estándar posible, por lo que lo único en que se diferencian es en que pueden contener una o dos camas. Todo lo demás, tanto la distribución de la habitación como el tamaño del dormitorio y el baño, son prácticamente idénticos. No obstante, las habitaciones a las cuales se enfrentan las camareras se pueden clasificar en dos tipos, según si se hospedarán un nuevo cliente o no:

- **Stay Over:** Estas habitaciones corresponden a las que los clientes permanecerán y harán uso de ellas al menos un día más. El proceso de aseo de este tipo de habitación es superficial, debido a que se trata en lo posible de no tocar ni mover las pertenencias del ocupante. Sin embargo, las camas se desarman y arman nuevamente sin importar el estado en que se encuentren.
- **Checkout:** Estas habitaciones corresponden a las que los huéspedes que las ocupaban, se han retirado del hotel definitivamente. En este tipo de habitaciones se tienen que realizar operaciones de limpieza profunda, para que quede disponible para un nuevo cliente. Estas habitaciones requieren un tiempo mayor que las *Stay Over*.

El tiempo de trabajo de cada camarera, se distribuye de la siguiente forma:

- Limpieza general de las habitaciones.
- Desarme y armado de cama con sábanas limpias.
- Cambio entre una habitación y otra.
- Tiempo no dedicado al trabajo, el cual es el tiempo en que las camareras no dedican a las tareas previamente señaladas. Esto considera el tiempo entre llegada al hotel y comienzo del orden de las habitaciones, tiempo en ir al baño y pequeños tiempos de descanso que cada camareras se toma en distintas horas del día laboral.

Tabla 6: Tiempos en que tarda una camarera en hacer habitación, por etapas

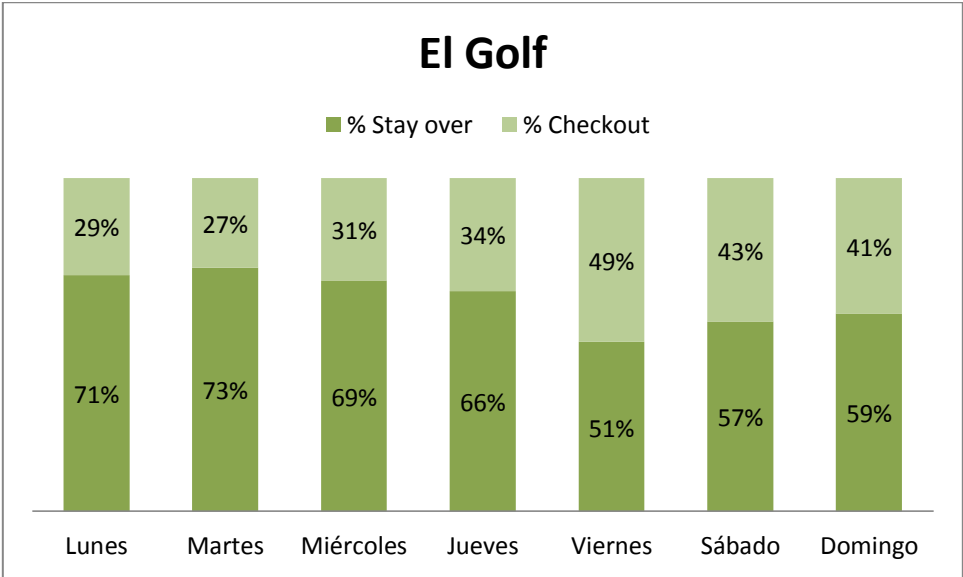
Proceso	Tiempo (Minutos)
Limpieza H. Stay over	14,15
Limpieza H. Checkout	30,75
Armado de Cama	8,67
Cambio entre Habitaciones	2
Tiempo no dedicado al trabajo	34

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de la realización de una habitación *checkout*, lo cual considera tanto el dormitorio como el baño, requiere un 117% más de tiempo que una *stay over*. Esto impacta directamente en la demanda real, en términos de tiempo, que se enfrenta cada día de la semana en cada hotel. Los tiempos mostrados en la Tabla 6, se obtuvieron mediante el seguimiento del trabajo de las camareras y cronometrando sutilmente los tiempos de cada paso. El tiempo de armado de la cama se considera prácticamente idéntico tanto para camas tipo *King* como para el de una plaza y media. Esto debido a que si bien los tamaños de ambas camas son diferentes, los tiempos resultaron ser bien parecidos (menos de un minuto de diferencia), por lo que se promediaron.

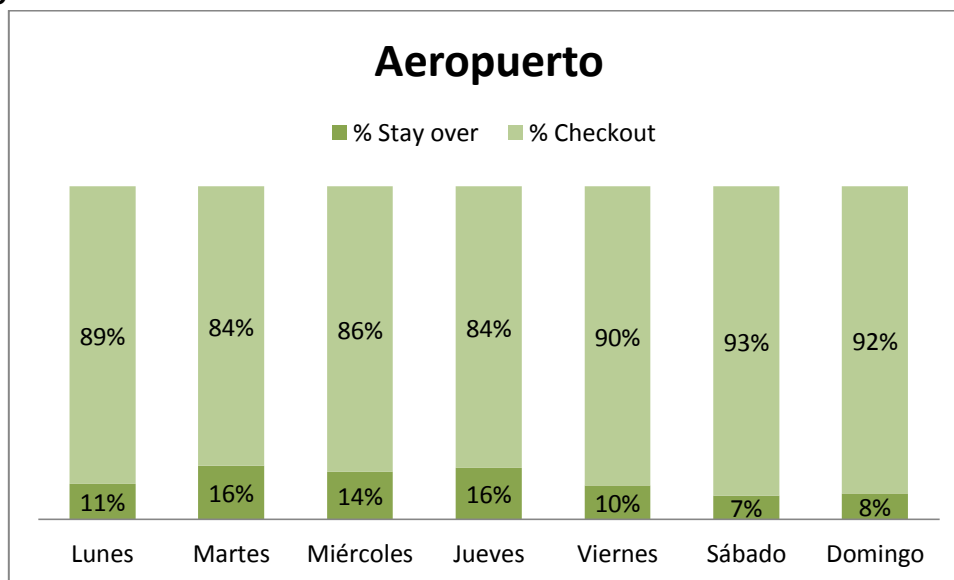
La proporción de habitaciones *stay over* en el hotel El Golf es en promedio del 64% de las habitaciones totales a realizar, siendo el día con más demanda de este tipo de habitación, el martes, con un 73% y el menor, el viernes, con un 51%. Por el contrario, en el hotel Aeropuerto se tiene que la mayor proporción de *stay over* se dan en los días martes y jueves con un 16%; el menor el sábado con un 7%, dando un promedio del 12%. De lo anterior se infiere que el hotel Aeropuerto recibe a pasajeros que van a quedarse no más de una noche, no así El Golf que cuenta con proporciones más balanceadas.

Gráfico 3: Proporción de habitaciones tipo Stay Over y Checkout, por día de semana en hotel El Golf



Fuente: Elaboración Propia, con datos de 2011

Gráfico 4: Proporción de habitaciones tipo Stay Over y Checkout, por día de semana en hotel Aeropuerto



Fuente: Elaboración Propia, con datos de 2011

9.3. Determinación de la Demanda, por Horas-Camarera

Para cada día del año, se tiene una cantidad de ventas de habitaciones de clientes que llegan el mismo día (*arrivals*) y de los que ya están hospedándose en el hotel y se quedarán al menos un día más (*stay over*). Para calcular la demanda de habitaciones a realizar cada día por las camareras, se procede de la siguiente manera:

- **Demanda por hacer habitaciones Stay over:** Es la misma cantidad que las ventas *stay over* del mismo día en cuestión.
- **Demanda por hacer habitaciones Checkout:** Corresponde a la sustracción entre la cantidad de habitaciones vendidas el día anterior y la cantidad de ventas *stay over* del día actual.

Además, la demanda por hacer habitaciones en un día en particular, corresponde a la cantidad de habitaciones totales (ventas de *arrivals* más ventas *stay over*) vendidas del día anterior, por lo que se sabe con un día de anticipación la demanda por hacer habitaciones con un 100% de certeza.

Para efectos del modelo, la oferta y demanda se toma en horas-camarera trabajadas por las camareras y requeridas para poder hacer todas las habitaciones, respectivamente. A continuación se detalla la manera de calcular la demanda y las variables involucradas:

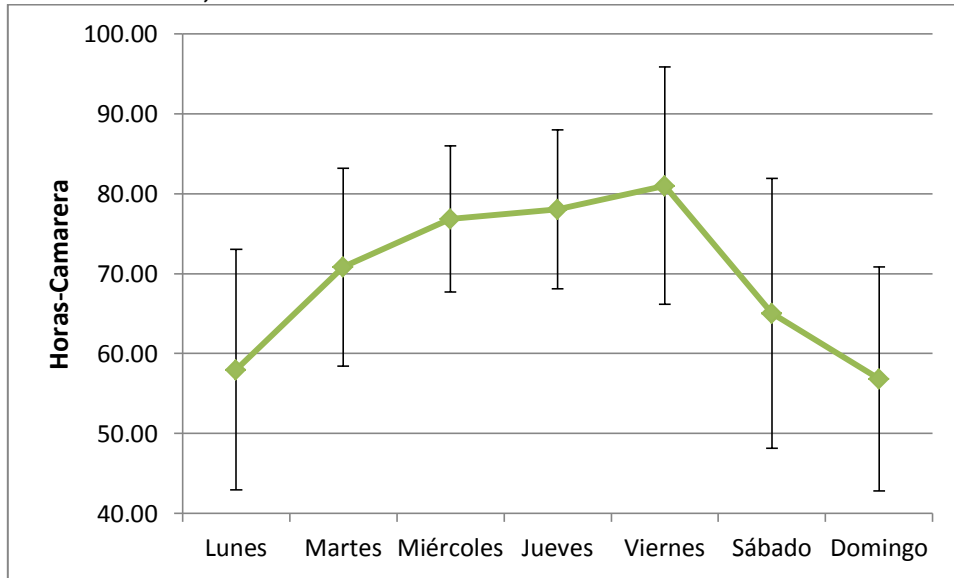
- **DEMANDA de H-C:** Corresponde a la suma de:
 - Cantidad de habitaciones *stay over* por el tiempo requerido para realizar este tipo de habitación.
 - Cantidad de habitaciones *checkout* por el tiempo requerido para realizar este tipo de habitación.
 - Cantidad de camas a realizar por su tiempo respectivo.

- **OFERTA de H-C:** Corresponde a la suma de:
 - Cantidad de camareras de cada tipo de contrato que trabajan en un día, multiplicadas por sus respectivos tiempos de trabajo diarios.
 - Suma de horas extras que realizan las camareras en el día.
 - Menos la cantidad de camareras que trabajan en un día multiplicada por un tiempo ocioso, el cual corresponde a lo que la camarera no trabaja en la habitación propiamente tal.
 - Menos el tiempo que pierden las camareras en cambiarse de habitación.

Se hace hincapié, en que la oferta de H-C incluye las horas extraordinarias, por lo que las horas ociosas totales de cada día, es decir, oferta de H-C menos demanda de H-C, serán como mínimo cero. Aunque se discute posteriormente, es importante mencionar también que las horas extras funcionan como medio para poder reaccionar ante subidas de la demanda inesperadas, por lo tanto, no se debe depender mucho de las horas extraordinarias con el fin de cubrir la demanda esperada.

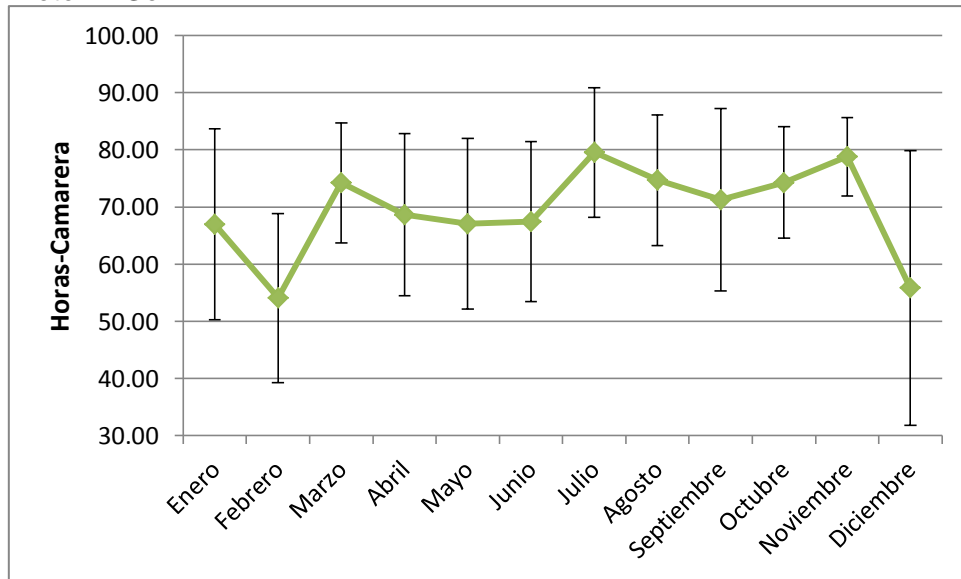
En el Gráfico 5 y Gráfico 6 se tienen las demandas promedio diario de horas-camarera para el hotel El Golf por día de semana y por mes, respectivamente. El Gráfico 7 y Gráfico 8, contienen la misma información pero para el hotel Aeropuerto. Las barras corresponden a barras de error, las cuales tienen una amplitud de una desviación estándar hacia arriba y una hacia abajo. Se observa que los meses de mayor demanda para El Golf son Julio y Noviembre, mientras que los menores son Febrero y Diciembre. Adicionalmente, se observa que la variabilidad de este último mes es bastante grande, debido a que los días cercanos a navidad y año nuevo la ocupación del hotel cae sustancialmente. La demanda por hacer habitaciones en cada día de semana, conserva la forma que se obtiene al tomar solo la demanda de habitaciones, salvo la particularidad de que el viernes posee mayor demanda que el miércoles y jueves, debido a la cantidad de *checkout* de ese día. Para el Aeropuerto, se tiene que el día *peak* es el sábado, siendo el domingo el tercer día con mayor demanda, lo que afecta directamente al efecto domingo.

Gráfico 5: Promedio por día de semana de demanda diaria de Horas-Camareras con sus respectivas barras de error, en hotel El Golf



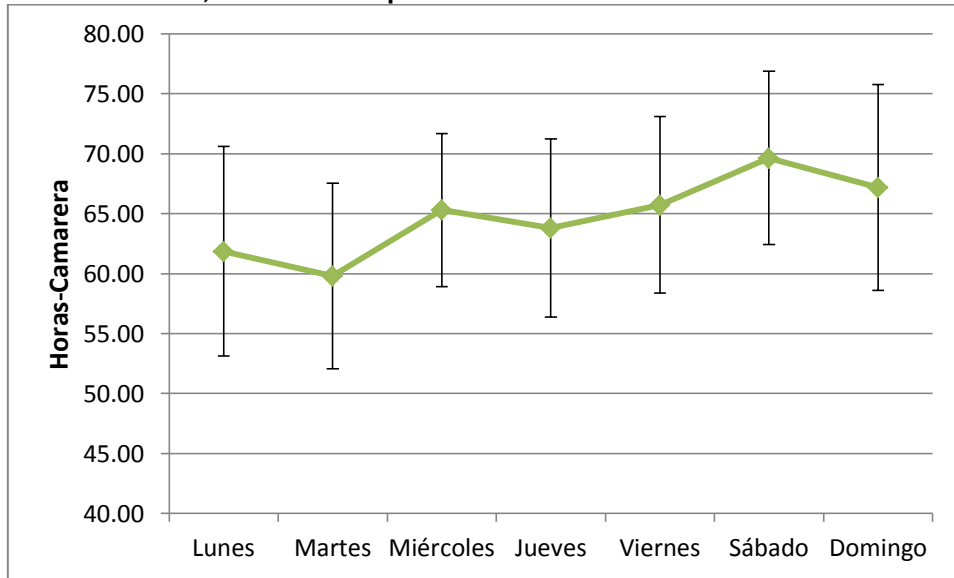
Fuente: Elaboración Propia, con datos diarios de 2011

Gráfico 6: Promedio por mes de demanda diaria de Horas-Camareras con sus respectivas barras de error, en hotel El Golf



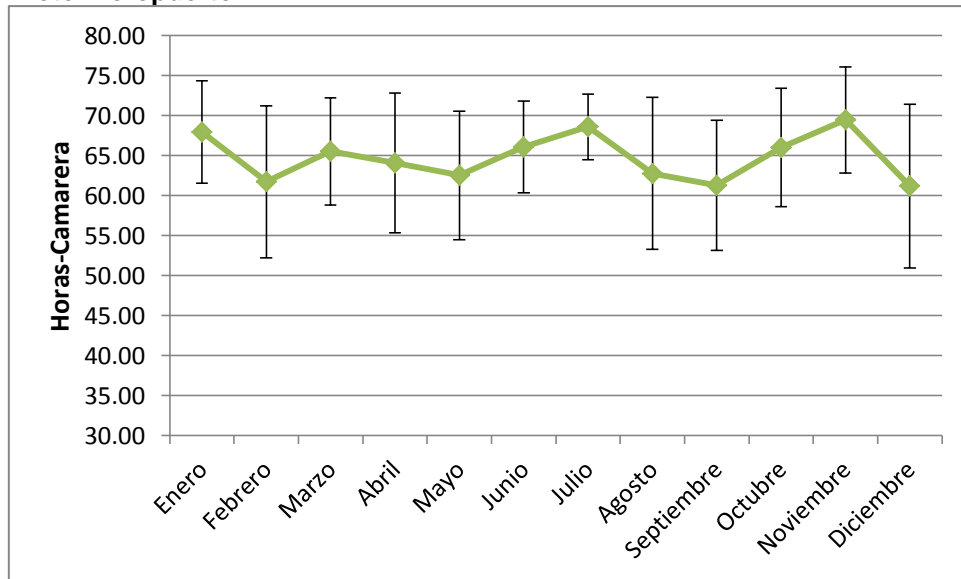
Fuente: Elaboración Propia, con datos diarios de 2011

Gráfico 7: Promedio por día de semana de demanda diaria de Horas-Camareras con sus respectivas barras de error, en hotel Aeropuerto



Fuente: Elaboración Propia, con datos diarios de 2011

Gráfico 8: Promedio por mes de demanda diaria de Horas-Camareras con sus respectivas barras de error, en hotel Aeropuerto



Fuente: Elaboración Propia, con datos diarios de 2011

9.3.1. Descripción de los Datos

Los datos utilizados para calcular todo lo anterior corresponden a:

- Ventas diarias de *arrivals* de todo el año 2011, para cada hotel.
- Ventas diarias de *stayover* de todo el año 2011, para cada hotel.
- Cantidad de personas que se hospedan en cada día y en cada hotel, para todos los días de 2011.

El rango de tiempo elegido para los datos se debe a que, al momento de comenzar la presente memoria, era el último año completo de datos con el que se contaba, además del más reciente.

Con estos datos, se pueden calcular (tal como se explica en 9.3): la demanda diaria por hacer habitación de tipo *stay over* y de tipo *checkout*, además de la demanda y oferta de horas-camarera. Para la oferta, adicionalmente se necesita conocer la cantidad de camareras trabajando de cada tipo de contrato trabajando por día.

9.3.2. Discusión sobre la Estacionalidad

Viendo los gráficos anteriores y profundizando lo anteriormente dicho, se aprecia a simple vista en los gráficos cierta estacionalidad. En el hotel El Golf, se ve en Gráfico 6 que las demandas de H-C son similares en a) enero, abril, mayo, junio y septiembre; b) febrero y Diciembre y c) marzo, julio, agosto octubre y noviembre. Lo anterior, que se deduce gráficamente, se corrobora al hacer tres pruebas t-student, en donde se testea que la diferencia entre la media de demanda de cada mes y una demanda específica, sea significativamente pequeña. En Anexo E, Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19, se presentan los detalles de las pruebas⁷. En la primera de éstas, se testea con respecto a 69,5 H-C, que corresponden justamente al promedio tomando todos los días del año, dando así que la diferencia entre ese valor y las medias de enero, abril, mayo, junio y septiembre, no son significativamente diferentes (sí lo son para los otros meses). Análogamente, se testea con un valor de 76,7 H-C para marzo, julio, octubre y noviembre y con un valor de 55 H-C para febrero y diciembre.

Para el hotel Aeropuerto se realizan los mismos *tests*, cuyos detalles están en Anexo E en Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22. Se testea con un valor de 61,5 H-C dando una diferencia significativamente nula para febrero y septiembre; con 68,7 H-C y dando

⁷ Calculados con IBM SPSS Statistics.

como diferencia cero a los meses de julio y noviembre. Por último, se realiza un test con el valor promedio de demanda de horas-camareras considerando todo el año (64,8 H-C), cuyo resultado demuestra que no existe diferencia significativa para los meses de febrero, marzo, abril, mayo⁸, junio, agosto y diciembre.

Se concluye para el hotel El Golf que existen marcadas diferencias entre periodos, por lo que los resultados y recomendaciones de dotación de personal posiblemente varíen dependiendo de qué trío de meses⁹ se esté corriendo el modelo. Por otro lado, en el hotel Aeropuerto, las diferencias de la demanda diaria promedio de H-C son bajas. Más allá si existen meses con diferencia significativa, el punto acá es que esta diferencia es muy baja. Para dar una idea, la diferencia del mes con el promedio mayor con la del promedio menor (julio y diciembre con 68,58 y 61,18 H-C, respectivamente) es de 7,4 horas-camarera, por lo que teniendo una dotación para satisfacer a un trío de meses que se encuentren en el promedio, se compensaría con horas extras o simplemente habrían más horas ociosas en el caso de meses con menor demanda. La discusión de los meses elegidos para el modelo se detalla en la Sección 10.

Por último, es importante señalar que los *tests* realizados, se hacen asumiendo una distribución normal. Si bien, la distribución normal no es la que se ajusta mejor para los datos utilizados, sí se ajusta con significancia, por lo que se da validez a todo lo explicado anteriormente. El detalle del test utilizado (Kolmogorov-Smirnov) se encuentra en Tabla 23 y Tabla 24 del Anexo F.

9.3.3. Discusión sobre la Variabilidad

Al observar los gráficos previamente señalados, se nota que existe alta variabilidad en la demanda de H-C en cada mes. En el Aeropuerto, esta variabilidad es más reducida que en El Golf, en donde se observan desviaciones estándar de unas 14 H-C. No obstante, la varianza de la demanda diaria en cada mes, se explica en parte por las distintas demandas promedio que presentan cada día de la semana en particular.

Ahora viendo la variabilidad dentro de cada día de la semana, se nota que ésta es relativamente alta, lo que en primera instancia da a entender que existe un problema en cuanto al riesgo de que la demanda suba inesperadamente en un día. Afortunadamente, este riesgo no es tan alto como parece, lo que se explica a continuación. En primer lugar, al calcular el promedio y desviación estándar de la demanda por día de la semana solamente en los tres meses en que se corre el modelo, se llega a una reducción importante en la varianza, sobre todo en El Golf, que presentaba la mayor variabilidad. Como se aprecia en Gráfico 9 y Gráfico 10, la estacionalidad de los días de semana se mantiene pero con una variabilidad menor. En El Golf, la desviación estándar va desde las 6,22 H-C hasta las 9,13 H-C versus de las 9,14 H-C a

⁸ Se encuentra en el límite.

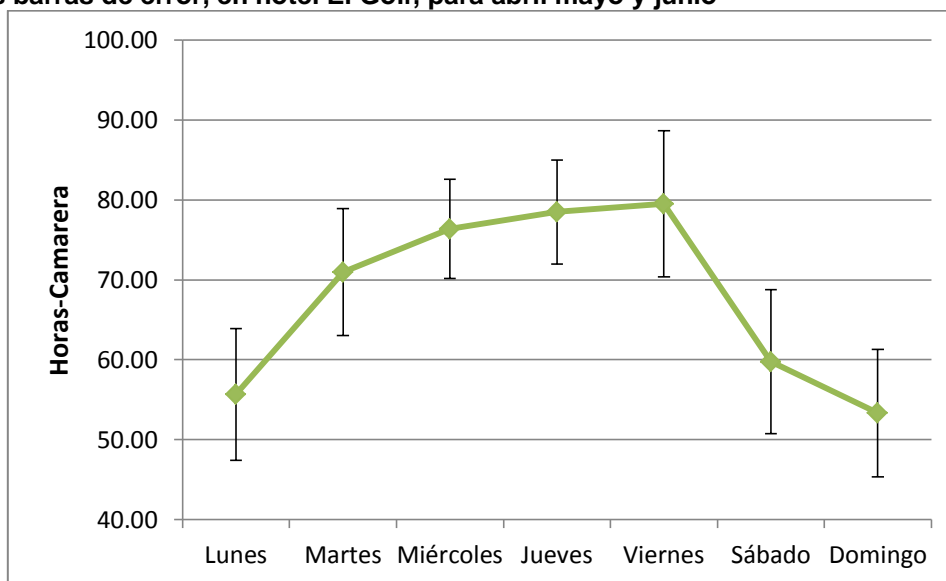
⁹ Ver Sección 10.

las 16,87 H-C que se tiene al considerar todos los meses en cuestión. En el Aeropuerto, la desviación va de las 5,63 H-C a las 8,29 H-C; bastante similar a El Golf.

En segundo lugar, estas variabilidades si bien significan prácticamente el trabajo de una camarera adicional, también es cierto que esas horas se pueden distribuir en las distintas camareras como horas extraordinarias, en caso de una subida de la demanda.

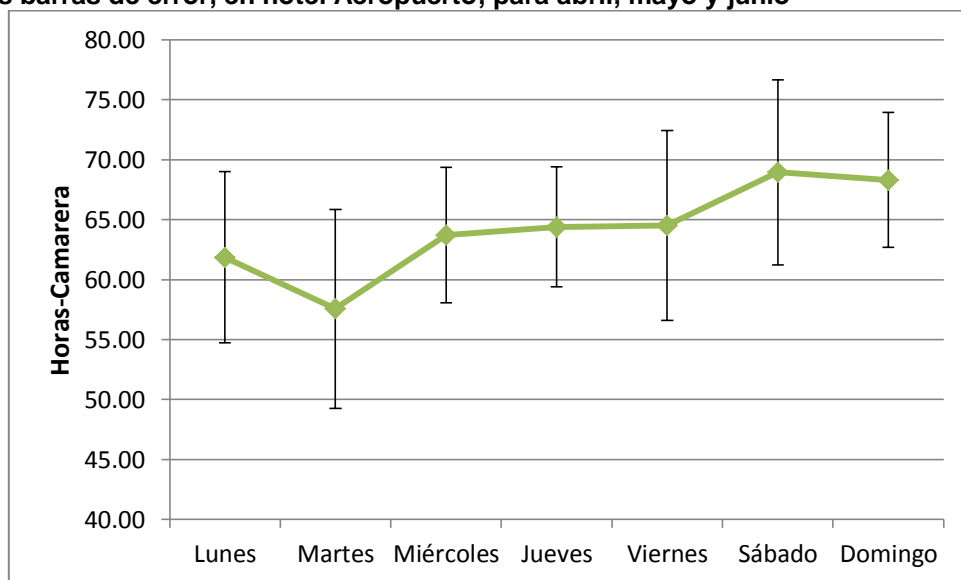
En tercer y último lugar, existe un tema no menor, el cual es el conocimiento de la demanda de habitaciones con anticipación. Más del 90% de las habitaciones están reservadas con una o más semanas de anticipación y más del 75% están con dos o más semanas. Más aún, la empresa cuenta con un pronosticador de las ventas diarias de habitaciones. No se puede dar detalles matemáticos de su poder de pronóstico, debido a que no se tiene acceso. No obstante, la empresa dice que entrega pronósticos bastante certeros, en donde la demanda de habitaciones se puede saber con mucha certeza un mes antes. El poder de pronóstico, ya se hace notablemente más débil al cuarto mes de horizonte, este es uno de los motivos de elegir un horizonte de tres meses. Con todo lo anterior, se concluye que la empresa tiene un horizonte de reacción y nivel de certidumbre bastante buenos dentro del contexto, por lo que la variabilidad del promedio diario de demanda de días-camareras en cada día de la semana, no representa la complicación que se insinuaba a primera vista.

Gráfico 9: Promedio por día de semana de demanda diaria de Horas-Camareras con sus respectivas barras de error, en hotel El Golf, para abril mayo y junio



Fuente: Elaboración Propia, con datos diarios de 2011

Gráfico 10: Promedio por día de semana de demanda diaria de Horas-Camareras con sus respectivas barras de error, en hotel Aeropuerto, para abril, mayo y junio



Fuente: Elaboración Propia, con datos diarios de 2011

9.4. Contratos Seleccionados y Características

Luego de estudiar las distintas combinaciones que permiten las leyes laborales con sus jornadas de trabajo, dentro del contexto de la industria hotelera, se llegó a un número de siete contratos¹⁰ factibles, incluyendo el que se utiliza en la actualidad. Estos contratos son:

- **Full 6x1V:** Es el tipo de contrato que se utiliza actualmente en la compañía. La “V” se refiere a que es variable, debido a que, en estricto rigor, no es un contrato 6x1. En el 6x1V, se trabaja un máximo de seis días consecutivos y se puede brindar un día libre en cualquier día de la semana, inclusive los días domingos. Por las leyes laborales ya mencionadas, dos de los días libres en un mes son domingos. Al tener esta restricción, el mínimo de días libres de una camarera en un mes son cinco días. El tiempo que se trabaja son 7,5 horas por camarera.
- **Full 6x1F:** La “F” se refiere a que es fijo, es decir, corresponde a un contrato 6x1 propiamente tal. Se trabaja de lunes a sábado una cantidad de 7,5 horas por día. Al fijar los días libres en los domingos, se elimina la flexibilidad de asignar camareras a elección. Sin embargo, permite ahorrar la tarea de hacer cumplir las restricciones de no trabajar más de seis días seguidos y de brindar 2 días

¹⁰ En realidad, son cinco contratos propiamente tal. El sexto “contrato” es en realidad un trabajo con boleta de honorarios, y el séptimo, es un contrato pero con un subcontratista. De aquí en adelante se referirán indistintamente como contratos.

domingo en el mes, ya que éstas siempre se cumplen. Este contrato brinda más estabilidad a las camareras que el 6x1V, debido a que éstas siempre saben que el mismo día de la semana (el domingo) será no trabajado. Se necesita un contrato complementario para poder cubrir la demanda de los domingos.

- **Full 5x2:** Se trabaja de lunes a viernes una cantidad de 9 horas diarias. Al igual que el 6x1F, se elimina la necesidad de tener que ver mes a mes cuáles son los días libres para poder cumplir la demanda y las restricciones laborales. Entrega más estabilidad a las camareras, pues éstas tendrán dos días libres de forma consecutiva, los que además son en fin de semanas. Se necesita un contrato que supla la demanda para los días sábados y domingos.
- **Part FDS:** Es un contrato *part time* donde se trabajan 10 horas diarias los días sábados y domingos. Al ser un contrato de jornada menor o igual a 20 horas semanales, no se incurre en la necesidad de dar libre domingo alguno. Tiene la desventaja de ser difícil de conseguir personal, ya que las personas dispuestas a trabajar en esta modalidad, son las que no tienen otro tipo de trabajo en la semana. De encontrar a gente que lo haga, el riesgo de renuncia es muy alto, ya que se está hablando de una persona que trabaja los siete días de la semana, lo que no es sostenible en el tiempo.
- **Part D:** Contrato *part time* donde se trabaja exclusivamente los días domingos una cantidad de 10 horas. Tiene las mismas particularidades que el Part FDS, exceptuando la dificultad de contratación de personal, el cual es un poco menor ya que es más factible encontrar personas que trabajen de lunes a viernes en otro trabajo y que trabajen un domingo, teniendo el sábado para poder recuperarse.
- **Apoyo D:** Corresponde a personas que entreguen un apoyo a las camareras realizando trabajos sencillos, como la reposición de sábanas en el carro de las camareras, el desarme de las camas y la posterior entrega de la ropa de cama sucia a lavandería, entre otros. Solo trabajarán los días domingos una cantidad de 6 horas. Tiene la ventaja de no necesitar mucha capacitación y/o tener experiencia previa.
- **Externalización:** Esta opción considera subcontratar una cierta cantidad de camareras a elección. Tiene la gran ventaja de tener una flexibilidad absoluta, al poder elegir qué día y cuanto personal se necesita. No obstante, tiene la desventaja de ser significativamente más costoso que las otras opciones, ya que los seis contratos anteriores se paga proporcionalmente a las horas trabajadas. Una camarera externa le cuesta a la empresa un poco más del doble en términos de valor por hora.

Tabla 7: Resumen de una selección de atributos para cada tipo de contrato seleccionado

	Full 6x1V	Full 6x1F	Full 5x2	Part FDS	Part D	Apoyo D	Externalización
Flexibilidad horario	Media	Nula	Nula	Nula	Nula	Media	Alta
Riesgo Renuncia	Medio	Medio-bajo	Bajo	Medio-alto	Medio-alto	Alto	Muy Bajo
Riesgo inasistencia	Medio	Medio	Medio-bajo	Medio-alto	Medio-alto	Alto	Bajo
Sentido Pertenencia en empresa	Alto	Alto	Alto	Medio-bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Ganancia Experiencia	Media	Media	Media	Lenta	Lenta	Lenta	Media
Calidad servicio	Alta	Alta	Alta	Media-alta	Media-Alta	Baja	Alta
Dificultad contratación	Media	Media	Media-baja	Alta	Media-alta	Media-baja	Baja
¿Sueldo proporcional a 6x1V?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia

9.4.1. Costos Asociados a los Contratos

Para todos los contratos que no sean con externalización, la hora camarera bordea los \$1.850. Para las camareras externalizadas, se tiene un costo de \$3.700, duplicando el valor de una camarera fija. Adicionalmente, a cada camarera del Hotel Aeropuerto, se le da un bono de locomoción de \$3.000 por día trabajado (sin distinguir si trabajó jornada completa o media jornada). Por último, se tiene que el costo de horas extras para las camareras es de \$2.722; la camarera externa no trabaja horas extras.

10. Desarrollo del Modelo con Nuevos Contratos

El modelo corresponde a la solución utilizada para el problema de las camareras, añadiendo 6 tipos de contrataos adicionales al actual (6x1V). Se considera un horizonte de 3 meses, en donde no se permitirá la variación de camareras contratadas, con el fin de dar una estabilidad en términos de personal requerido y no “obligar” a contratar y despedir camareras mes a mes. Se toma como *input* principal la demanda por hacer habitaciones por día, la cual es considerada determinística.

Los meses elegidos para correr el modelo, son abril, mayo y junio. La elección se debe a que se consideran meses con una demanda promedio. Como se comentó en la Sección 9.3.1., el hotel El Golf es el que a primera vista se tendría distintas recomendaciones en cuanto a la dotación de camareras. Los meses con menos demanda, es decir, febrero y diciembre, se pueden utilizar como los meses en donde se brindarán las vacaciones a las camareras, con el fin de “intercambiar” las horas ociosas que se obtendrían al mantener la recomendación de dotación inicial (es decir, sin despedir) con dichas vacaciones.

10.1. Modelo de Programación Matemática

Índices y conjuntos

i1: Indica la camarera con contrato Full 6x1V, con $I1$ como su respectivo conjunto.

i2: Indica la camarera con contrato Full 6x1F, con $I2$ como su respectivo conjunto.

i3: Indica la camarera con contrato Full 5x2, con $I3$ como su respectivo conjunto.

i4: Indica la camarera con contrato Part FDS, con $I4$ como su respectivo conjunto.

i5: Indica la camarera con contrato Part D, con $I5$ como su respectivo conjunto.

i6: Indica la camarera con contrato Apoyo D, con $I6$ como su respectivo conjunto.

i7: Indica la camarera con contrato Externalización, con $I7$ como su respectivo conjunto.

i: Indica camareras. Incluye todos los contratos, con I como su respectivo conjunto.

$$I = I1 \cup I2 \cup I3 \cup I4 \cup I5 \cup I6 \cup I7$$

t: Indica el día, con T como su respectivo conjunto.

ta: Indica los seis días previos al día1, con TA como su respectivo conjunto.

$$TA = \{\text{dia}_{-6}, \text{dia}_{-5}, \text{dia}_{-4}, \text{dia}_{-3}, \text{dia}_{-2}, \text{dia}_{-1}\}$$

m: Indica el mes, con M como su respectivo conjunto.

m1: Indica días pertenecientes al mes 1, con $M1$ como su respectivo conjunto. $M1 \subseteq T$.

m2: Indica días pertenecientes al mes 2, con $M2$ como su respectivo conjunto. $M2 \subseteq T$.

m3: Indica días pertenecientes al mes 3, con $M3$ como su respectivo conjunto. $M3 \subseteq T$.

d: Indica los días domingos, con D como su respectivo conjunto.

fds: Indica los días sábados y domingos, con FDS como su respectivo conjunto.

$$FDS \subseteq T.$$

dds: Indica los días de lunes a viernes, con DDS como su respectivo conjunto.

$$DDS \subseteq T.$$

dls: Indica los días de lunes a sábado, con DLS como su respectivo conjunto.

$$DLS \subseteq T.$$

d1: Indica domingos del mes 1, con $D1$ como su respectivo conjunto. $D1 \subseteq M1$.

d2: Indica domingos del mes 2, con $D2$ como su respectivo conjunto. $D2 \subseteq M2$.

d3: Indica domingos del mes 3, con $D3$ como su respectivo conjunto. $D3 \subseteq M3$.

Parámetros

habs_t: Habitaciones a realizar en el día *t*

habs_so_t: Habitaciones a realizar de tipo stayover en el día *t*

habs_{co_t}: Habitaciones a realizar de tipo checkout en el día *t*

pers_t: Personas hospedadas el día anterior a *t*

Feritados_m: Cantidad de feriados que hay en mes *m*

Dias6x1_m: Días que tienen que trabajar en un mes

Ndiasmes_m: Cantidad de días que tiene mes *m*

Tso: Tiempo que tarda una camarera en hacer una habitación stay over

Tco: Tiempo que tarda una camarera en hacer una habitación chekout

Tcambio: Tiempo que tarda una camarera en cambiarse de habitación

Totros: Tiempo que utiliza la camarera para otros fines

Tcama: Tiempo que demora una camarera en hacer una cama

H: Cantidad de habitaciones que tiene el hotel

DIAS_anteriores_{i,ta} = $\begin{cases} 1 & \text{si camarera } i \text{ trabaja en día previo } ta \\ 0 & \sim \end{cases}$

maxhe: Máximo de horas extras que puede trabajar una camarera por día

MM: Constante $\gg 1$

a: Proporción de personas que duermen en camas separadas

HD1: Horas diarias que trabajan los contratos full 6x1V

HD2: Horas diarias que trabajan los contratos full 6x1F

HD3: Horas diarias que trabajan los contratos full 5x2

HD4: Horas diarias que trabajan los contratos Part FDS

HD5: Horas diarias que trabajan los contratos Part D

HD6: Horas diarias que trabajan los contratos Apoyo D

HD7: Horas diarias que trabajan los contratos Externalización

W1: Sueldo mensual de las camareras con contrato Full 6x1V

W2: Sueldo mensual de las camareras con contrato Full 6x1F

W3: Sueldo mensual de las camareras con contrato Full 5x2

W4: Sueldo mensual de las camareras con contrato Part FDS

W5: Sueldo mensual de las camareras con contrato Part D

W6: Sueldo diario de los Apoyo D

W7: Costo diario de las camareras con contrato Externalización

Whe1: Valor hora extra de las camareras con contrato Full 6x1V

Whe2: Valor hora extra de las camareras con contrato Full 6x1F

Whe3: Valor hora extra de las camareras con contrato Full 5x2
Whe4: Valor hora extra de las camareras con contrato Part FDS
Whe5: Valor hora extra de las camareras con contrato Part D
Whe7: Valor hora extra de las camareras con contrato Externalización

Reduc: Tiempo reducido por habitación por tener un Apoyo D

VARIABLES DE DECISIÓN

$$X_{i,t} = \begin{cases} 1 & \text{si camarera } i \text{ trabaja en día } t \\ 0 & \sim \end{cases}$$

$he_{i,t}$ = Horas extras que realiza camarera i en día t

$$Y_{i,m} = \begin{cases} 1 & \text{si camarera } i \text{ trabaja en mes } m \\ 0 & \sim \end{cases}$$

$DS_{i1,t}$ = Indicador que dice si camarera $i1$ ha trabajado más de 7 días o no, día t inclusive. Toma valores entre 0 y 7, que sería el caso de que la camarera $i1$ trabajara los 7 días de horizonte que considera la variable $DS_{i1,t}$.

RESTRICCIONES

1) 2 Domingos libres como mínimo en un mes calendario: Si camarera $i1$ esta contratada, se obliga asignar al menos dos domingos libres. Si camarera $i1$ no esta contratada, se cumple de todas maneras la ecuación, debido a que $X_{i1,t}$ tomará valores nulos, gracias a las restricciones 5 y 9.

$$\sum_{t \in D1} (1 - X_{i1,t}) \geq 2 \quad \forall i1 \in I1$$

$$\sum_{t \in D2} (1 - X_{i1,t}) \geq 2 \quad \forall i1 \in I1$$

$$\sum_{t \in D3} (1 - X_{i1,t}) \geq 2 \quad \forall i1 \in I1$$

2) No se puede trabajar más de 6 días seguidos

$$DS_{i1,t} \leq 6 \quad \forall i1 \in I1, \forall t \in T$$

3) Tiempo total trabajado por las camareras tiene que ser mayor a la demanda total, para cada día de la semana

$$\begin{aligned}
& \sum_{i1 \in I1} (HD1 * X_{i1,t} + he_{i1,t}) + \sum_{i2 \in I2} (HD2 * X_{i2,t} + he_{i2,t}) + \sum_{i3 \in I3} (HD3 * X_{i3,t} + he_{i3,t}) \\
& + \sum_{i4 \in I4} (HD4 * X_{i4,t} + he_{i4,t}) + \sum_{i5 \in I5} (HD5 * X_{i5,t} + he_{i5,t}) + \sum_{i7 \in I7} (HD7 * X_{i7,t} + he_{i7,t}) \\
& - Totros * \left(\sum_{i1 \in I1} X_{i1,t} + \sum_{i2 \in I2} X_{i2,t} + \sum_{i3 \in I3} X_{i3,t} + \sum_{i4 \in I4} X_{i4,t} + \sum_{i5 \in I5} X_{i5,t} + \sum_{i7 \in I7} X_{i7,t} \right) \\
& - Tcambio * \left(habs_t - \sum_{i1 \in I1} X_{i1,t} - \sum_{i2 \in I2} X_{i2,t} - \sum_{i3 \in I3} X_{i3,t} - \sum_{i4 \in I4} X_{i4,t} - \sum_{i5 \in I5} X_{i5,t} - \sum_{i7 \in I7} X_{i7,t} \right) \\
& + Reduc * \sum_{i6 \in I6} X_{i6,t} \\
& \geq
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& Tco * habs_{cot} + Tso * habs_{sot} + Tcama * habs_t + Tcama * (pers_t - habs_t) * a \\
& \forall t \in T
\end{aligned}$$

4) Máximo de horas extras por día

$$he_{i,t} \leq maxhe \quad \forall i \in I, \forall t \in T$$

5) Mínimo de días que trabajan 6x1V en mes m: Esta ecuación obliga a las camareras que son contratadas en el horizonte de tiempo del modelo, a trabajar la cantidad de días que tiene el mes menos 5. Esto es así, ya que al estar presente la restricción de los descansos dominicales, no se pueden brindar 4 descansos en un mes, ya que no sería factible (al menos que todos sus días libre fueran domingos). De lo contrario, se tendría que violar la restricción del máximo de 6 días seguidos trabajando.

$$\begin{aligned}
\sum_{m1} X_{i1,m1} &= \left(\left(\sum_{m1} 1 \right) - 5 - Feriados_{mes1} \right) * Y_{i1,mes1} & \forall i1 \in I1 \\
\sum_{m2} X_{i1,m2} &= \left(\left(\sum_{m2} 1 \right) - 5 - Feriados_{mes2} \right) * Y_{i1,mes2} & \forall i1 \in I1 \\
\sum_{m3} X_{i1,m3} &= \left(\left(\sum_{m3} 1 \right) - 5 - Feriados_{mes3} \right) * Y_{i1,mes3} & \forall i1 \in I1
\end{aligned}$$

6) Camarera que no trabaja, no hace horas extras

$$X_{i,t} * MM \geq he_{i,t} \quad \forall i \in I, \forall t \in T, \quad MM \gg 1$$

7) Cantidad de camareras idéntica para los 3 meses de evaluación

$$Y_{i,m} = Y_{i,m^*} \quad \forall i \in I, \forall m, m^* \in M, m \neq m^*$$

8) Definición de $DS_{i,t}$: Para los 6 primeros días, se consideran condiciones de bordes usando los parametros $DIAS_anteriores_{i,ta}$.

$$DS_{i,dia1} = \sum_{t^*=dia_{-6}}^{dia_{-1}} DIAS_{anteriores_{i,t^*}} + X_{i,dia1} \quad \forall i \in I$$

$$DS_{i,dia2} = \sum_{t^*=dia_{-5}}^{dia_{-1}} DIAS_{anteriores_{i,t^*}} + \sum_{t^*=dia1}^{dia2} X_{i,t^*} \quad \forall i \in I$$

$$DS_{i,dia3} = \sum_{t^*=dia_{-4}}^{dia_{-1}} DIAS_{anteriores_{i,t^*}} + \sum_{t^*=dia1}^{dia3} X_{i,t^*} \quad \forall i \in I$$

$$DS_{i,dia4} = \sum_{t^*=dia_{-3}}^{dia_{-1}} DIAS_{anteriores_{i,t^*}} + \sum_{t^*=dia1}^{dia4} X_{i,t^*} \quad \forall i \in I$$

$$DS_{i,dia5} = \sum_{t^*=dia_{-2}}^{dia_{-1}} DIAS_{anteriores_{i,t^*}} + \sum_{t^*=dia1}^{dia5} X_{i,t^*} \quad \forall i \in I$$

$$DS_{i,dia6} = DIAS_{anteriores_{i,dia_{-1}}} + \sum_{t^*=dia1}^{dia6} X_{i,t^*} \quad \forall i \in I$$

$$DS_{i,t} = \sum_{t^*=t-6}^t X_{i,t^*} \quad \forall i \in I, t \in T\{dia1, dia2, dia3, dia4, dia5, dia6\}$$

9) Definición de $Y_{i,m}$

$$\sum_{m1} X_{i,m1} \leq Y_{i,mes1} * MM \quad \forall i \in I, \quad MM \gg 1$$

$$\sum_{m2} X_{i,m2} \leq Y_{i,mes2} * MM \quad \forall i \in I, \quad MM \gg 1$$

$$\sum_{m3} X_{i,m3} \leq Y_{i,mes3} * MM \quad \forall i \in I, \quad MM \gg 1$$

10) Full 6x1F trabajan de lunes a sábado

$$\begin{aligned} X_{i2,dls} &= Y_{i2,mes1} & \forall i2 \in I2, \forall dls \in DLS \\ X_{i2,d} &= 0 & \forall i2 \in I2, \forall d \in D \end{aligned}$$

11) Full 5x2 trabajan de lunes a viernes

$$\begin{aligned} X_{i3,dds} &= Y_{i3,mes1} & \forall i3 \in I3, \forall dds \in DDS \\ X_{i3,fds} &= 0 & \forall i3 \in I3, \forall fds \in FDS \end{aligned}$$

12) Part FDS trabajan solamente sábados y domingos

$$\begin{aligned} X_{i4,fds} &= Y_{i4,mes1} & \forall i4 \in I4, \forall fds \in FDS \\ X_{i4,dds} &= 0 & \forall i4 \in I4, \forall dds \in DDS \end{aligned}$$

13) Part D trabajan solamente los días domingos

$$\begin{aligned} X_{i5,d} &= Y_{i5,mes1} & \forall i5 \in I5, \forall d \in D \\ X_{i5,dls} &= 0 & \forall i5 \in I5, \forall dls \in DLS \end{aligned}$$

14) Apoyo D solo puede trabajar días domingos

$$\begin{aligned} X_{i6,d} &= Y_{i6,mes1} & \forall i6 \in I6, \forall d \in D \\ X_{i6,dls} &= 0 & \forall i6 \in I6, \forall dls \in DLS \end{aligned}$$

15) Naturaleza de las variables

$$X_{i,t} \in \{0, 1\}$$

$$he_{i,t} \in \mathfrak{R}^+$$

$$Y_{i,m} \in \{0, 1\}$$

$$DS_{i,t} \in \mathfrak{R}^+$$

Función Objetivo: Minimizar el costo de contratación de personal total y el costo de horas extras asociados.

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i1,m} Y_{i1,m} * W1 + \sum_{i2,m} Y_{i2,m} * W2 + \sum_{i3,m} Y_{i3,m} * W3 + \sum_{i4,m} Y_{i4,m} * W4 + \sum_{i5,m} Y_{i5,m} * W5 + \\ & \sum_{i6,t} X_{i6,t} * W6 + \sum_{i7,t} X_{i7,t} * W7 + \sum_{i7,m} Y_{i7,m} * 10 + \\ & \sum_{i1,t} he_{i1,t} * Whe1 + \sum_{i2,t} he_{i2,t} * Whe2 + \sum_{i3,t} he_{i3,t} * Whe3 + \sum_{i4,t} he_{i4,t} * Whe4 + \\ & \sum_{i5,t} he_{i5,t} * Whe5 + \sum_{i7,t} he_{i7,t} * Whe7 \end{aligned}$$

Notas

- El término $\sum_{i7,m} Y_{i7,m} * 10$ de la función objetivo, sirve para “obligar” a la variable $Y_{i7,m}$ que tome valor nulo cuando dicha camarera no trabaje ningún día del mes en cuestión.

10.2. Validación del Modelo

La validación del modelo se presenta de manera más descriptiva. El modelo fue validado por juicio experto en la empresa, luego de presentar los resultados usando las características de la situación actual, es decir, permitiendo solamente contratos del tipo 6x1V. Para la validación, se realizaron las siguientes actividades:

- **Verificación de resultados coherentes:** Se chequeó que los resultados sean coherentes. Se tomó en cuenta que las restricciones laborales se cumplieran, que la cantidad de habitaciones por camareras estuvieran en un rango aceptablemente normal, que las horas extras no fueran excesivas y que cada camarera trabajara un mínimo de días en el mes.
- **Comparación con asignación de turnos manual:** Se comparó la planilla con los días libres de las camareras generado por el modelo con la planilla generada por la *housekeeper* de manera manual. Ésta última validó la configuración entregada por el modelo, al cumplir con todo lo requerido y al verse “mejor, más lógico y ordenado”. El modelo entrega como dotación de 6x1V la misma cantidad de camareras actual.

- **Implementación:** A la fecha actual (Agosto de 2013), se encuentra en pleno proceso de prueba la configuración entregada por el modelo con la situación actual en el hotel Temuco, que aunque no está en los análisis ni alcances de esta memoria, se decidió probar en aquel hotel debido a que es muy pequeño (sólo 62 habitaciones). Así se prueba su verdadero ajuste a la realidad, minimizando el riesgo. Cabe mencionar, que a la fecha actual, la asignación entregada ha funcionado perfectamente.

10.3. Resultados Generales del Modelo

El modelo presentado se resolvió con el *solver* ILOG CPLEX versión 12.4.0.1 en un *notebook* con procesador Intel Core i5 2410M de 2,3 Ghz y con 4.096 MB de memoria RAM DDR3 a 667 Mhz. El tamaño de la instancia se puede ver en la Tabla 8, el cual corresponde a una corrida para el hotel El Golf; para el hotel Aeropuerto se tiene una instancia con los mismos órdenes de magnitud. El tiempo de resolución es de aproximadamente 58 segundos, lo que es bastante bueno, ya que el tiempo perdido para probar el modelo con distintos *inputs* (demanda por hacer habitaciones, meses, etc) es prácticamente inexistente. El tener un tamaño de instancia y tiempo de resolución relativamente pequeños, permite que no sea necesario gastar tiempo y esfuerzos extras en hacer más eficiente el modelo o resolverlo mediante métodos alternativos.

Tabla 8: Tamaño de la instancia del modelo de programación lineal, utilizando todos los contratos disponibles

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Blocks of Equations	51	Single Equations	35.279
Blocks of Variables	19	Single Variables	29.497
Non Zeros Elements	133.238	Discrete Variables	11.820

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados se presentan en tres situaciones distintas. Primero se muestra los resultados usando las variables y parámetros que actualmente se manejan, por lo que solamente se muestra un solo tipo de contrato: el Full 6x1V. Lo segundo que se presenta, es la situación óptima, en donde se permite tener todos los tipos de contratos que se detalla en la Sección 9.4. Por último, se muestra una solución alternativa. Esta situación alternativa nace de la necesidad de tanto, considerar la factibilidad de poder contratar una gran cantidad de un tipo de contrato, como también de la necesidad de hacerse cargo de la variabilidad de la demanda de horas-camarera. A continuación, se explican ambos puntos de esta solución alternativa:

Para el primero punto, se restringen la cantidades máximas de contratos *part time*, sobre todo del tipo Part FDS, debido a que se requieren personas que estén dispuestas a trabajar los fin de semanas, siendo que en la mayoría de los trabajos se labora de

lunes a viernes. Es por esto que considerar muchas camareras contratadas con dicho contrato, se haga no tan realista. Se limitó a un máximo de 2 camareras de tipo *Part FDS* para el hotel El Golf y 1 camarera del mismo tipo para el hotel Aeropuerto. Para la solución óptima, el máximo de camareras *PART FDS* que se pueden contratar es de 13, número suficientemente grande para no restringir al modelo. Por ejemplo, con esta cantidad una solución que considere solamente camareras *Full 5x2* y *Part FDS*, es factible.

Para el segundo punto, se restringe el límite de horas extras que cada camarera puede trabajar por día, ya que como se discutió en la Sección 9.3.2., la desviación estándar es similar a la cantidad de horas que una camarera a jornada completa puede trabajar. Por lo que es importante bajar la dependencia de las horas extras para poder cumplir con la demanda en el modelo, ya que así éstas se pueden utilizar para compensar alguna subida de la demanda. Para esta situación, se restringen a un máximo de 1 hora extraordinaria diaria por camarera. El número máximo de *Part FDS* para la situación óptima, es el mismo que en el caso del párrafo anterior.

Tabla 9: Personal a contratar en cada situación, horas extras y costos totales mensuales para hotel El Golf

	Situación Actual	Situación Óptima	Situación Alternativa
Full 6x1V (Cam.)	15	3	7
Full 6x1F (Cam.)	-	-	1
Full 5x2 (Cam.)	-	7	3
Pers. Full Time (Cam.)	15	10	11
Part FDS (Cam.)	-	5	2
Part D (Cam.)	-	-	2
Apoyo D (Cam.)	-	-	-
Pers. Part Time (Cam.)	-	5	4
Extern. Trimestre	-	15 D-C	18 D-C
Personal Total (Cam.)	15	15	15
Horas Extras (Mensual)	23	85	78
Horas Ociosas semanales	95	28	32
Costos (Mensual)	\$5.313.000	\$4.583.000	\$4.648.000
Mejora Porcentual	-	13,7%	12,5%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Personal a contratar en cada situación, horas extras y costos totales mensuales para hotel Aeropuerto

	Situación Actual	Situación Óptima	Situación Alternativa
Full 6x1V (Cam.)	16	-	6
Full 6x1F (Cam.)	-	8	4
Full 5x2 (Cam.)	-	1	1
Pers. Full Time (Cam.)	16	9	11
Part FDS (Cam.)	-	2	1
Part D (Cam.)	-	5	5
Apoyo D (Cam.)	-	-	-
Pers. Part Time (Cam.)	-	7	6
Extern. Trimestre	-	11 D-C	2 D-C
Personal Total (Cam.)	16	16	17
Horas Extras (Mensual)	52	96	5
Horas Ociosas semanales	175	18	44
Costos (Mensual)	\$6.991.000	\$5.113.000	\$5.443.000
Mejora Porcentual	-	26,9%	22,1%

Fuente: Elaboración Propia

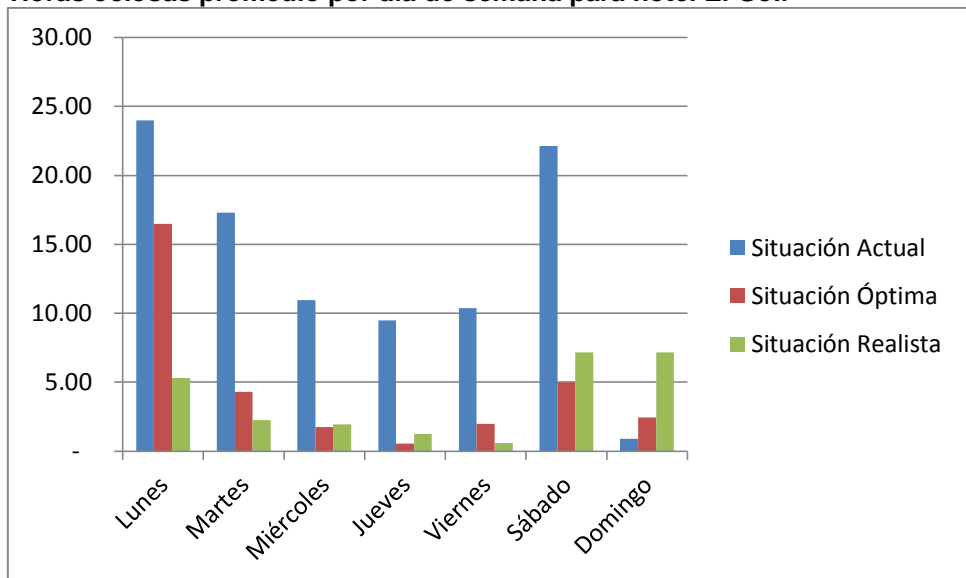
Los resultados expuestos en Tabla 9 y Tabla 10, representan solamente la mejora al eliminar el efecto domingo, es decir, no considera las mejoras en la vida laboral de las camareras dado por los nuevos contratos, que se traduce finalmente en una baja en la rotación. Este tema se discute más adelante.

En El Golf, se tiene que tanto para la solución óptima como la alternativa, se siguen administrando 15 camareras. Sin embargo, solo 10 y 11 camareras, respectivamente, son a jornada completa. En términos de horas extras, se tienen resultados similares para ambas soluciones, en donde se realizan aproximadamente unas 60 horas extras¹¹ más que en la situación actual. Ambas situaciones utilizan la externalización para suplir la demanda en días específicos, pese al costo más elevado, con 15 y 18 días camareras en el trimestre considerado. Se obtiene una mejora del 13,7% en la situación óptima y del 12,5% en la alternativa, por lo que se sacrifica solamente un 1,2% de mejora por estar en una situación más favorable en términos de contrataciones realistas y estables y de tener holgura de horas extras para poder cubrir subidas en la demanda.

Los resultados del hotel Aeropuerto son más favorables, ya que presenta un efecto domingo más fuerte. Se tiene una mejora del 26,9% para el escenario óptimo y de un 22,1% en el escenario alternativo. Este último, requiere de una persona adicional contratada, por lo que se explica la reducción de mejora del 2,8% con respecto a la situación actual.

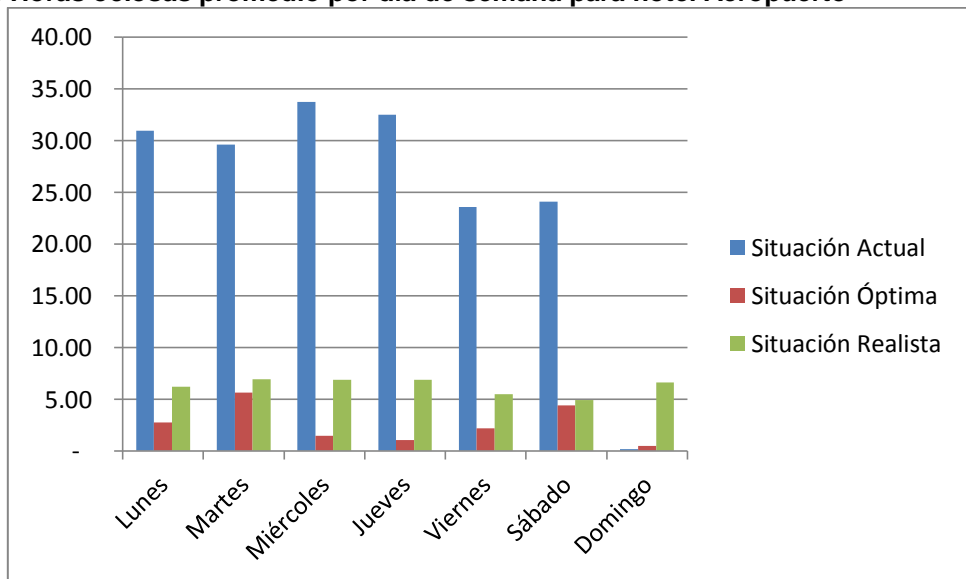
¹¹ Todas las camareras pueden realizar horas extras. Exceptuando las externas.

Gráfico 11: Horas ociosas promedio por día de semana para hotel El Golf



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 12: Horas ociosas promedio por día de semana para hotel Aeropuerto



Fuente: Elaboración Propia

En Gráfico 11 y Gráfico 12, se presentan las horas ociosas para los hoteles El Golf y Aeropuerto, respectivamente. Se ve que las horas ociosas se reducen considerablemente, ya que se elimina el efecto domingo, ajustándose de mejor manera las horas trabajadas por las distintas camareras con las horas requeridas de trabajo por cada día de la semana. El hotel Aeropuerto presenta una mayor mejoría que El Golf, ya que en el primero el efecto domingo es más marcado y se tiene una gran cantidad de horas ociosas. También se aprecia que en la situación alternativa (o también llamada indistintamente como situación realista) en el Aeropuerto, existe una cantidad de horas

ociosas promedio por día casi constante, esto se debe a que la diferencia entre la demanda en cada día de la semana, es mucho menor que en el Golf.

10.4. Análisis de Sensibilidad y Efecto de Rotación

Esta sección es de vital importancia para el trabajo, ya que aquí se muestra cuánto riesgo de pérdidas monetarias se tiene ante una subida de la demanda. También se incorpora el efecto en la mejora de la rotación producto de la incorporación de contratos más favorables para las camareras.

10.4.1. Variación en la Demanda

La idea de esta sección, es saber qué pasaría si al contar con la dotación de personal actual y recomendada por el modelo, se presentase una variación en la demanda en todo el horizonte de evaluación. Para esto, se corre el modelo obligando a usar una determinada cantidad de camareras en cada tipo de contrato. No obstante, para la solución óptima y solución alternativa, se permite recurrir a los servicios de camareras externas. Los resultados se ven en Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11: Resultados Modelo A con análisis de sensibilidad en la Demanda para el hotel El Golf

	Actual Base	Actual +14%		Ópt. Base	Ópt. +14%		Realist Base	Realist+ 14%
Full 6x1V (Cam.)	15	15		3	3		7	7
Full 6x1F (Cam.)	-	-		-	-		1	1
Full 5x2 (Cam.)	-	-		7	7		3	3
Part FDS (Cam.)	-	-		5	5		2	2
Part D (Cam.)	-	-		-	-		2	2
Apoyo D (Cam.)	-	-		-	-		-	-
Externa. (Trimestre)	-	-		15 D-C	6 D-C		18 D-C	14 D-C
HHEE (Mensual)	23	60		85	321		78	297
Costo (M\$) (Mensual)	\$5.313	\$5.414		\$4.583	\$5.142		\$4.648	\$5.214
Diferencia Porcentual		1,9%			12,2%			12,2%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Resultados Modelo A con análisis de sensibilidad en la Demanda para el hotel Aeropuerto

	Actual Base	Actual +15%		Ópt. Base	Ópt. +15%		Realist Base	Realist+ 15%
Full 6x1V (Cam.)	16	16		-	-		6	6
Full 6x1F (Cam.)	-	-		8	8		4	4
Full 5x2 (Cam.)	-	-		1	1		1	1
Part FDS (Cam.)	-	-		2	2		1	1
Part D (Cam.)	-	-		5	5		5	5
Apoyo D (Cam.)	-	-		-	-		-	-
Externa. (Trimestre)	-	-		11 D-C	19 D-C		2 D-C	6 D-C
HHEE (Mensual)	52	92		96	298		5	100
Costo (M\$) (Mensual)	\$6.991	\$7.099		\$5.113	\$5.729		\$5.443	\$5.735
Diferencia Porcentual		1,5%			12%			5,4%

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar este análisis de sensibilidad, se consideró una subida en la demanda de la mayor desviación estándar diaria por día de semana. Estas desviaciones son un 14% y 15% para El Golf y Aeropuerto, respectivamente. Se aprecia que en ambos hoteles el incremento de la demanda, perjudica una cantidad despreciable del orden del 1,6% bajo la situación actual. Esto se explica por las horas ociosas que se tienen en todos los días de la semana, a excepción del día domingo. Ahora, si se observa el efecto del incremento de la demanda en las situaciones que incluyen nuevos contratos, se tiene que el incremento de los costos es más significativo; del orden del 12%. Aunque en Aeropuerto para la situación alternativa, los gastos se incrementan un 5,4%.

10.4.2. Efecto de la Rotación

Todos los resultados presentados anteriormente, se basan en el efecto domingo para poder reducir los costos, al prescindir de personal a jornada completa y compensar con personal a jornada parcial, ajustándose así, mejor a la demanda. Sin embargo, hasta el momento no se ha considerado que estos nuevos contratos podrían, al tener días fijos de trabajos con descansos más estables, mejorar el problema de rotación de la empresa.

Como ya se comentó en una sección anterior, mejorar la rotación permite mejorar el tiempo promedio de realizar una habitación (tiempo de servicio). Para este análisis, se supondrá que ha pasado suficiente tiempo para que la mayoría de las camareras que se tengan contratadas con cada tipo de contrato, tengan la experiencia suficiente. Adicionalmente, se analizan distintas mejoras en los tiempos de atención, con el fin de saber cómo impacta en la mejora del modelo.

La Tabla 13 y Tabla 14 muestran los resultados de las mejoras. Se muestran solamente para el escenario realista, ya que se asume mejoras en los tiempos de atención debido al mejoramiento de la rotación producto de los mejores contratos. Se observan diferentes resultados para distintos escenarios de mejora en los tiempos de atención. Se analizan sobre estos tiempos ya que según lo observado y lo conversado con la *Housekeeper* de cada hotel, los tiempos de las camareras más rápidas son 20% menores que los tiempos promedios utilizados. Es por este motivo, que la mejora máxima a analizar es éste valor, debido a que esto supone el caso extremo de que tuvieran contratadas solamente camareras rápidas.

Tabla 13: Resultados con análisis de sensibilidad en el Tiempo para el hotel El Golf

	Realista 0% mejora	Realista 5% mejora	Realista 10% mejora	Realista 15% mejora	Realista 20% mejora
Full 6x1V (Cam.)	7	8	7	6	6
Full 6x1F (Cam.)	1	-	1	1	1
Full 5x2 (Cam.)	3	3	3	3	3
Part FDS (Cam.)	2	2	2	2	1
Part D (Cam.)	2	2	2	1	2
Apoyo D (Cam.)	-	-	-	-	
Externa. (Trimestre)	18 D-C	5 D-C	1 D-C	5 D-C	6 D-C
HHEE (Mensual)	78	39	14	24	6
Costo (Mensual)	\$4.648.000	\$4.434.000	\$4.333.000	\$3.971.000	\$3.856.000
Mejora Porcentual	-	4,6%	6,8%	14,6%	17,0%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Resultados Modelo con análisis de sensibilidad en el Tiempo para el hotel Aeropuerto

	Realista 0% mejora	Realista 5% mejora	Realista 10% mejora	Realista 15% mejora	Realista 20% mejora
Full 6x1V (Cam.)	6	1	-	4	2
Full 6x1F (Cam.)	4	8	8	3	5
Full 5x2 (Cam.)	1	1	1	1	1
Part FDS (Cam.)	1	1	1	1	1
Part D (Cam.)	5	6	6	4	5
Apoyo D (Cam.)	-	-	-	-	-
Externa. (Trimestre)	2 D-C	1 D-C	-	6 D-C	-
HHEE (Mensual)	5	9	25	70	20
Costo (Mensual)	\$5.443.000	\$5.118.000	\$4.726.000	\$4.270.000	\$4.183.000
Mejora Porcentual	-	6,0%	13,2%	21,6%	23,1%

Fuente: Elaboración Propia

Un análisis alternativo de realizar, es ver qué pasaría si se aumenta el salario. Un aumento de salario ayudaría a mejorar los tiempos de atención ya que:

- Incentiva a las camareras a trabajar con más rapidez. Dado que el sueldo pagado por camarera es prácticamente el mismo en todos los hoteles del mismo nivel que Holiday Inn en Santiago, un pago sobre el mercado podría influir en la mejora de rendimiento. Si el aumento viene como sueldo fijo, el aumento de rendimiento se notaría en menor medida. Se podría incluir un sistema de bonos por rendimiento, lo que sería más efectivo
- Incentiva a que las camareras no renuncie, por lo que se evitaría perder camareras con experiencia y, por ende, disminuir el tiempo promedio de atención.
- Aumenta las probabilidades de poder captar una camarera con experiencia y calidad de servicio de otro hotel.

Dado lo explicado anteriormente, surge la interrogante de cuál tendría que ser el aumento de salario, con respecto al sueldo actual, para mejorar el trabajo de las camareras. Suponiendo que se pueden obtener las mejoras de tiempos descritos anteriormente en esta sección, se puede calcular el sueldo de indiferencia. Este sueldo

o aumento de sueldo, representa lo máximo que se está dispuesto a pagar para obtener dicha reducción en los tiempos de atención por parte de las camareras. En la Tabla 15 se pueden observar los aumentos de sueldos máximos que se están dispuestos a pagar a cambio de poder conseguir camareras de mayor calidad.

Tabla 15: Sueldo de indiferencia para un mayor rendimiento de las camareras

Hotel	5 % de mejora	10 % de mejora	15 % de mejora	20 % de mejora
El Golf	4,9%	8,8%	17,3%	20,8%
Aeropuerto	6,7%	15,5%	26,6%	30,5%

Fuente: Elaboración Propia

Dado que en el hotel Aeropuerto es donde se consiguen los mejores beneficios tanto por la inclusión de nuevos contratos, como también por la mejora de los tiempos de atención, no extraña que lo que se esté dispuesto a pagar por una mejoría en los tiempos sea efectivamente mayor en este hotel. Esto indica que si se suben los sueldos en la misma proporción, Aeropuerto es el que se queda con un mayor excedente.

Si se decide optar por la inclusión de los contratos tratados en esta memoria y aspirando a una mejora del 10% en los tiempos de atención, se obtienen ahorros totales (ambos aeropuertos) de \$2.245.000 mensuales, lo que significa un 26,4% menos con respecto a la situación actual.

La aspiración de un 10% de mejora en los tiempos de atención de las camareras, se obtuvo luego de conversaciones con las *housekeeper*. 10% es un valor medio, ni muy conservador; ni muy optimista. Dado que los tiempos de las camareras más rápidas son 20% menores que los tiempos promedios, el valor considerado para la conclusión de esta memoria, es decir un 10%, se considera realista, considerando que en este nuevo escenario se tendrán: a) una menor cantidad de camareras nuevas, b) una menor cantidad de camareras con 6x1V y c) camareras a jornada parcial que no tienen el cansancio y desgano acumulado de hacer habitaciones.

Hasta ahora, solamente se presenta una mejora en la rotación como consecuencia de la inclusión de contratos más atractivos para las camareras. Sin embargo, se pueden analizar diversas propuestas para disminuir la rotación. Según la empresa, este es un tema que les interesa mejorar, ya que se pierden horas de trabajo de la *housekeeper* en entrevistar nuevas candidatas y publicar anuncios. Sin embargo, preocupa más el tiempo de capacitación de las camareras nuevas. Éstas están al menos un mes haciendo habitaciones junto con las camareras más rápidas. Por lo tanto, una camarera cuyos tiempos son 20% inferiores al promedio, pasa a tener tiempos de atención promedio o incluso superiores¹². Cuando la camarera nueva se independice 100% de una camarera superior, tendrá tiempos de atención superiores al promedio por un

¹² Estimativamente del orden de un 10% superior

periodo de tiempo adicional. Es por esto que es interesante poder aplicar medidas adicionales para la retención de personal. En la sección 11.2, se recomiendan algunas medidas.

Algunas ideas para evitar la renuncia de las camareras son:

- Bonos por rendimiento.
- Tener niveles de camareras con distintos sueldos. Así, camareras más nuevas pueden aspirar a ascender si logran el rendimiento mínimo deseado.
- Dejar establecido al menos un día libre a elección en el mes y/o un fin de semana completo libre (sábado y domingo) al mes en los contratos 6x1V.
- Recompensar a las camareras nuevas destacadas con bonos en dinero y/o días libres a elección y fin de semana completo libre en algún momento del mes
- Pagar por habitación realizada
- En periodos de poca ocupación, brindar el beneficio de poder hospedarse en el hotel.

11. Conclusiones

11.1. Conclusiones Generales

Se logra modelar satisfactoriamente, tanto la situación actual del hotel, como el escenario con distintas opciones de contratos *part time* y *full time*, logrando así, reducir la cantidad de camareras con contrato 6x1V. Con lo anterior, las horas ociosas en los días de semana, causadas por el efecto domingo principalmente, se reducen a un nivel más sano. Con esto, se ajusta de mejor forma la demanda de camareras con la oferta.

Se logra manejar en cierta medida la varianza, logrando así tener una desviación estándar totalmente manejable. Dicho de otro modo, las subidas de demanda no afectan de manera muy importante a la posibilidad de cumplir la demanda y en los costos del hotel.

La rotación de personal es un tema relevante, ya que influye negativamente en la experiencia promedio que se tiene y, por lo tanto, en la eficiencia de las personas. Al tener personas menos eficientes, se requiere compensar dicha ineficiencia con horas-personas adicionales, lo que se podría llegar a traducir, no en solo hora extras, sino que también en la contratación de personal adicional. Por este motivo, es importante tomar medidas generales para mejorar la rotación. Finalmente, se logra implícitamente mejorar la rotación al ofrecer contratos atractivos para las camareras y limitando los contratos que son menos atractivos.

Es importante conocer bien el problema a modelar, y tratar de incorporar adecuadamente las particularidades. Ya que un modelo puede teóricamente ser factible y aplicable pero siempre existen puntualidades que hacen que la implementación no sea tan fácil o incluso factible de llevar a cabo. Particularmente en esta memoria, se incorporan la dificultad de contratación de PART FDS y de no depender del máximo legal de las horas extraordinarias que el personal puede laborar un día cualquiera.

Como *output* secundario y consecuencia de cómo se modeló la solución del problema, se logra solucionar el problema que tiene la *housekeeper* de cada hotel, el cual se refiere a la confección de la planilla de turnos del personal de forma manual. Si bien, este problema no se tomó tanto en cuenta en esta memoria debido a su pequeña relevancia en comparación con los otros puntos detallados en el informe, este es una problemática real y significativa para empresas que disponen, además de distintos tipos de contratos, una serie de turnos dentro del mismo día. Por lo que este modelo es perfectamente escalable a problemas más complejos.

11.2. Recomendaciones

La solución modelada en esta memoria para los hoteles El Golf y Aeropuerto, se puede replicar perfectamente para los demás hoteles de la empresa administradora en Chile de Holiday Inn. De hecho, se recomienda empezar una potencial implementación el modelo con nuevos contratos en el Hotel Temuco, ya que cuenta con apenas 63 habitaciones, por lo que el impacto de cualquier inconveniente inicial será menor.

Se recomienda también, realizar una medición de los tiempos de atención de las camareras de manera más acabada, con la finalidad de afinar el modelo. Una de las opciones sería segmentar a las camareras según experiencia y/o velocidad de trabajo.

Sería interesante estudiar un sistema de compensación jerárquica de camareras, en donde a las más experimentadas o que cumplan con ciertas metas se les remunere de mejor manera. De esta forma, estarán más motivadas en hacer un trabajo eficiente, por lo que los tiempos de atención promedio bajarían. También esto serviría como sistema de fidelización del personal, para evitar el escape de “buenas camareras” y que se compensen con camareras sin experiencia.

Se recomienda analizar si la distribución en la asignación de habitaciones a realizar por las camareras se hace de forma óptima o cercana a ésta. Dado que cambiarse de un piso a otro requiere tiempo, sería útil que esta asignación se realice de la mejor manera posible.

12. Bibliografía

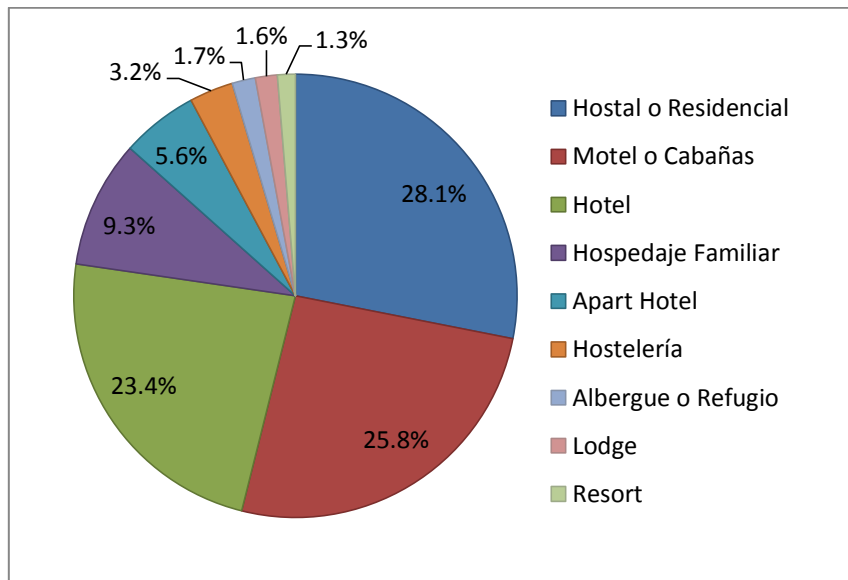
- 1] INTERCONTINENTAL HOTELS GROUP PLC. 2011. Annual Report and Financial Statements 2011. Buckinghamshire, Reino Unido.
- 2] RAJPATHAK D. G. 2001. Intelligent Scheduling - A Literature Review. Milton Keynes, Reino Unido.
- 3] AMAR N. Z., 2007. Optimización y Planificación de Turnos de la Fuerza de Venta en Empresas La Polar SA. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- 4] BARRERA R. I., 2011. Diseño de un Modelo de Optimización de Turnos para Cajeros. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- 5] FAIGUENBAUM D. R., 2010. Scheduling para la Fuerza de Ventas de un Retailer Especialista. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- 6] REYES M. J., 2009. Modelo de Optimización de Personal para una Tienda por Departamento. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- 7] GENDREAU M. y FERLAND J. 2001. Physician Scheduling in Emergency Rooms. Health Care Management Science 4(4):4-58.
- 8] DIRECCIÓN DEL TRABAJO DEL GOBIERNO DE CHILE. 2011. Código del Trabajo CHILE. Santiago, Chile.
- 9] GOODMAN M.D. y K. A. DOWSLAND K.A. 2009. A Grasp-Knapsack Hybrid for a Nurse-Scheduling Problem. Journal of Heuristics 15(4): 351-379.
- 10] DIRECCIÓN DEL TRABAJO DEL GOBIERNO DE CHILE. DT Educa. [En línea]. <<http://www.dt.gob.cl/laborito/1614/w3-channel.html>> [Consulta: 28 de Octubre 2012].

- 11] ALONSO C. y FLEMING H. Turismo de negocios empuja fuerte crecimiento de oferta hotelera en Chile. 2011. La Tercera, Negocios, Santiago, Chile, 7 de Agosto, Negocios p. 19.

13. Anexos

13.1. Anexo A: Participación de Mercado Según Tipo de Establecimiento Turístico

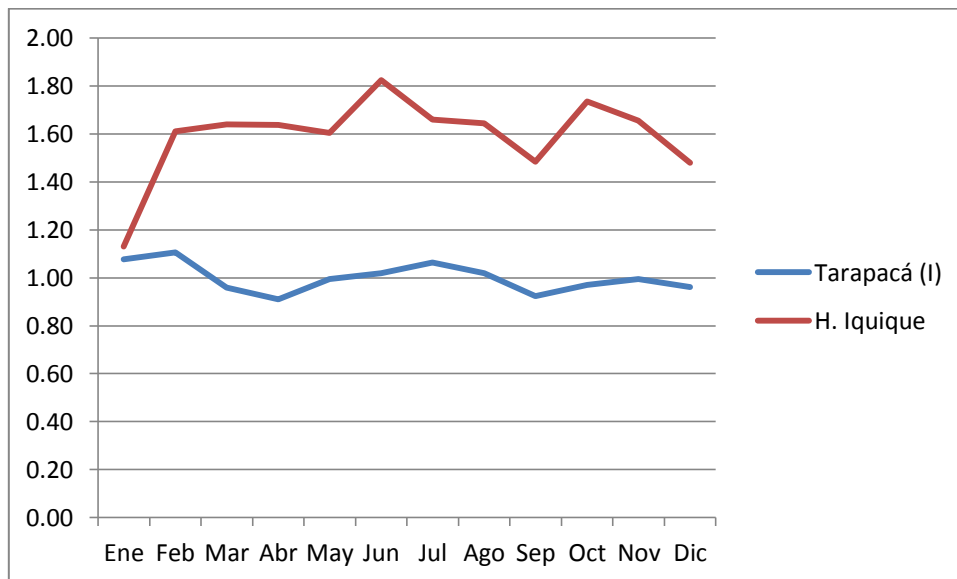
Gráfico 13: Participación según tipo de establecimientos y número de hoteles en Chile, al año 2011



Fuente: INE y Sernatur

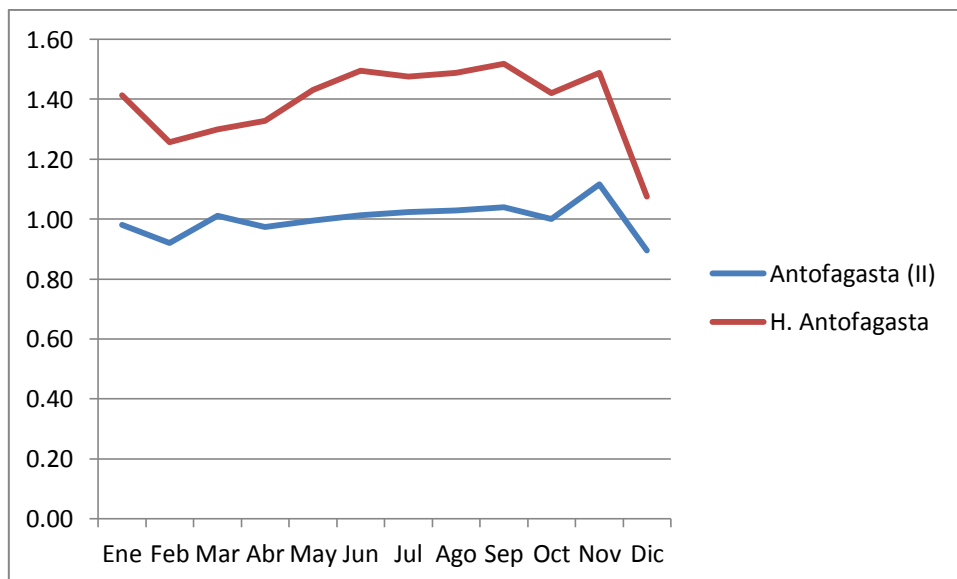
13.2. Anexo B: Ocupación Promedio de Hoteles Holiday Inn y de su Región de Ubicación

Gráfico 14: Ocupación promedio de hoteles Holiday Inn de la Región de Tarapacá, normalizados a la ocupación promedio de ésta región



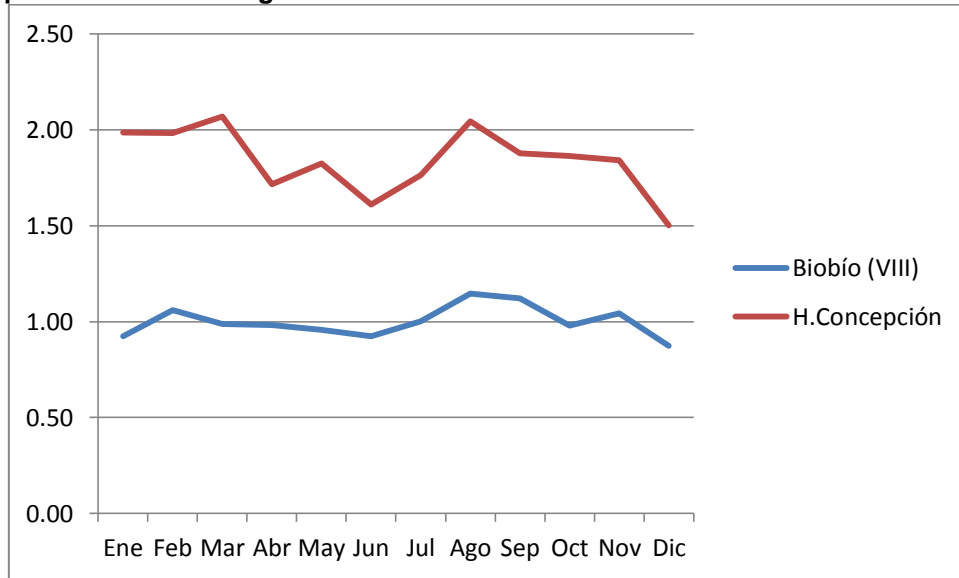
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15: Ocupación promedio de hoteles Holiday Inn de la Región de Antofagasta, normalizados a la ocupación promedio de ésta región



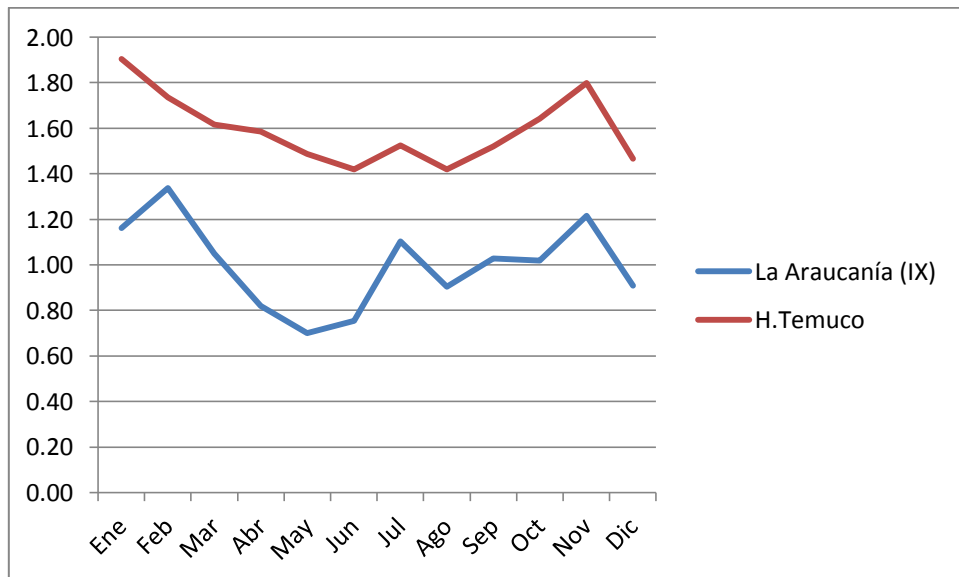
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16: Ocupación promedio de hoteles Holiday Inn de la Región del Biobío, normalizados a la ocupación promedio de ésta región



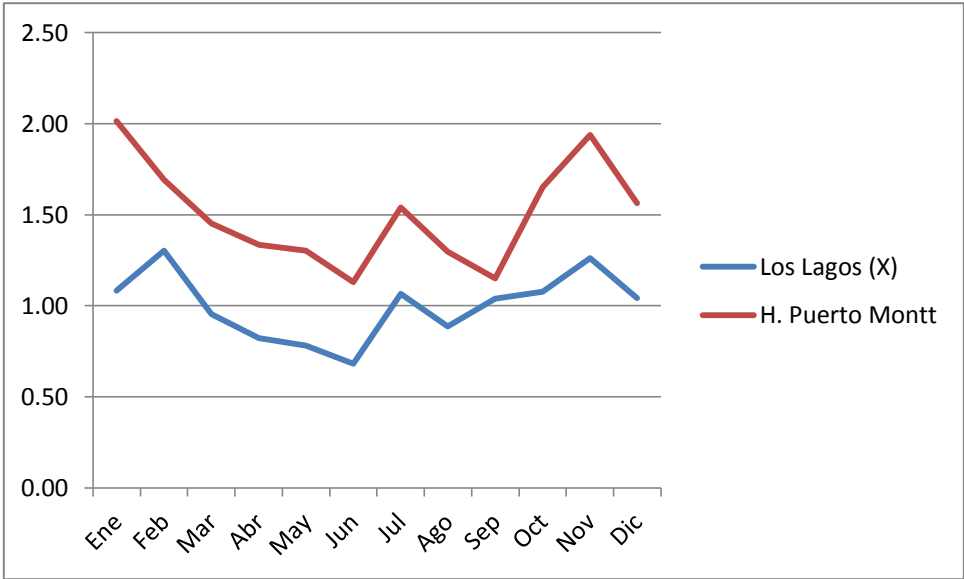
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17: Ocupación promedio de hoteles Holiday Inn de la Región de La Araucanía, normalizados a la ocupación promedio de ésta región



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18: Ocupación promedio de hoteles Holiday Inn de la Región de Los Lagos, normalizados a la ocupación promedio de ésta región



Fuente: Elaboración propia

13.3. Anexo C: Ocupación Promedio de Hoteles en la Región Metropolitana

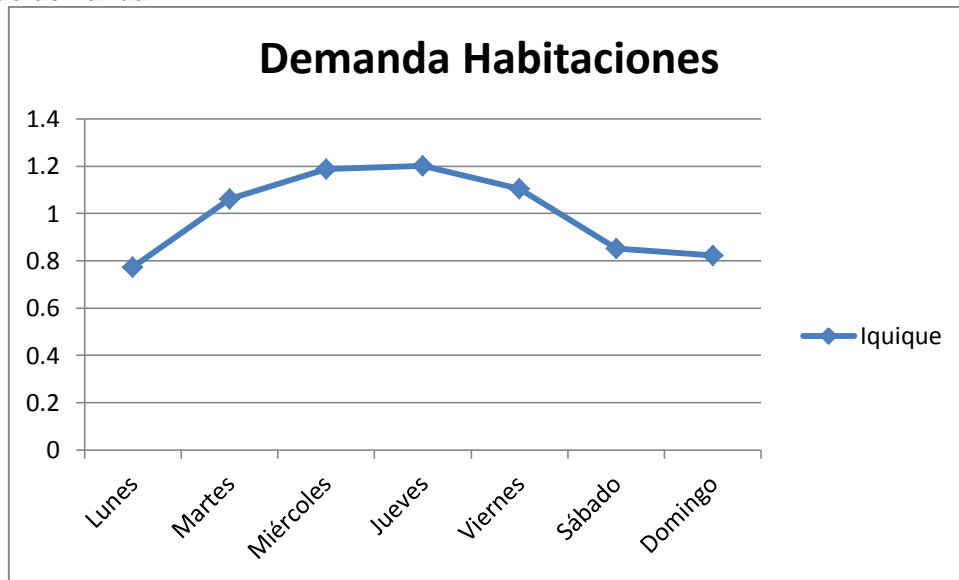
Tabla 16: Ocupación promedio de hoteles en Región Metropolitana por mes, al año 2011

Mes	Ocupación	Mes	Ocupación
Enero	65.2%	Julio	71.8%
Febrero	53.0%	Agosto	71.4%
Marzo	73.3%	Septiembre	63.8%
Abril	63.0%	Octubre	64.2%
Mayo	60.8%	Noviembre	75.7%
Junio	63.5%	Diciembre	55.0%

Fuente: INE

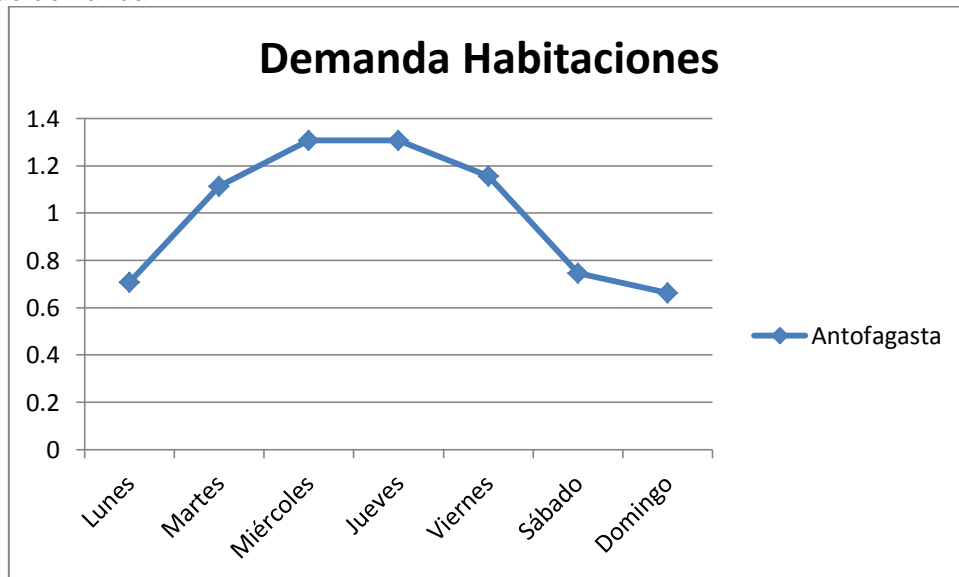
13.4. Anexo D: Demanda de Habitaciones por Día de Semana

Gráfico 19: Demanda de habitaciones por día de semana en hotel Iquique, normalizada al promedio de demanda



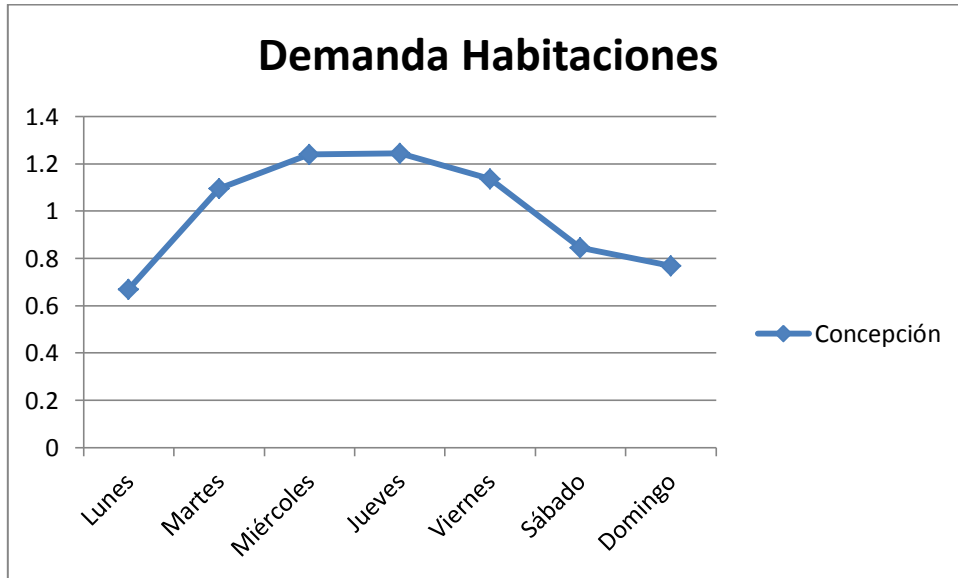
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 20: Demanda de habitaciones por día de semana en hotel Antofagasta, normalizada al promedio de demanda



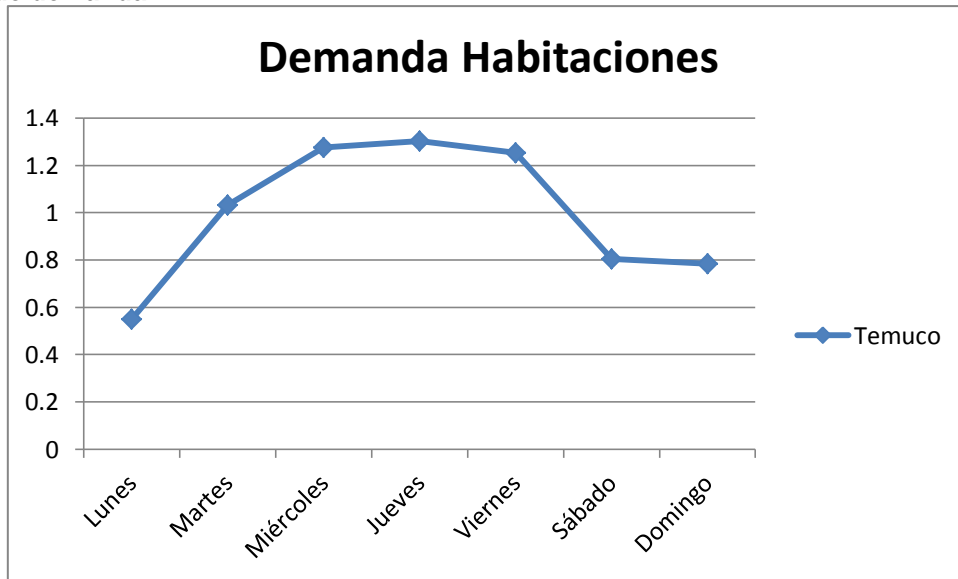
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 21: Demanda de habitaciones por día de semana en hotel Concepción, normalizada al promedio de demanda



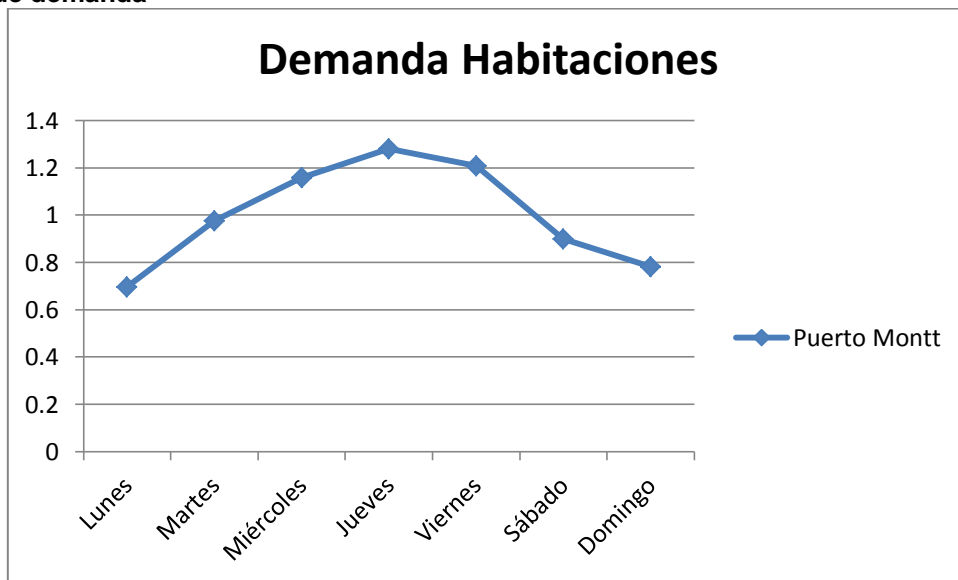
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 22: Demanda de habitaciones por día de semana en hotel Temuco, normalizada al promedio de demanda



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 23: Demanda de habitaciones por día de semana en hotel Puerto Montt, normalizada al promedio de demanda



Fuente: Elaboración Propia

13.5. Anexo E: Pruebas T-Student

Tabla 17: Prueba t-student de la diferencia entre la media de demanda de horas camareras por cada mes del año y una media de valor 69,5 horas camareras, para hotel El Golf

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 69.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Enero	-,813	29	,423	-2,51667	-8,8515	3,8181
Febrero	-5,423	27	,000	-15,41429	-21,2462	-9,5823
Marzo	2,474	30	,019	4,73226	,8266	8,6379
Abril	-,317	29	,753	-,83667	-6,2308	4,5575
Mayo	-,898	30	,376	-2,44839	-8,0175	3,1207
Junio	-,790	29	,436	-2,04667	-7,3485	3,2552
Julio	4,859	30	,000	10,06452	5,8341	14,2949
Agosto	2,494	30	,018	5,19032	,9408	9,4399
Septiembre	,586	29	,562	1,73667	-4,3231	7,7964
Octubre	2,693	30	,011	4,80000	1,1598	8,4402
Noviembre	7,338	29	,000	9,30333	6,7102	11,8964
Diciembre	-3,118	30	,004	-13,65806	-22,6039	-4,7123

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

Tabla 18: Prueba t-student de la diferencia entre la media de demanda de horas camareras por cada mes del año y una media de valor 76,7 horas camareras, para hotel El Golf

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 76.7					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Enero	-3,137	29	,004	-9,71667	-16,0515	-3,3819
Febrero	-7,956	27	,000	-22,61429	-28,4462	-16,7823
Marzo	-1,290	30	,207	-2,46774	-6,3734	1,4379
Abril	-3,047	29	,005	-8,03667	-13,4308	-2,6425
Mayo	-3,538	30	,001	-9,64839	-15,2175	-4,0793
Junio	-3,567	29	,001	-9,24667	-14,5485	-3,9448
Julio	1,383	30	,177	2,86452	-1,3659	7,0949
Agosto	-,966	30	,342	-2,00968	-6,2592	2,2399
Septiembre	-1,844	29	,075	-5,46333	-11,5231	,5964
Octubre	-1,346	30	,188	-2,40000	-6,0402	1,2402
Noviembre	1,659	29	,108	2,10333	-,4898	4,6964
Diciembre	-4,762	30	,000	-20,85806	-29,8039	-11,9123

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

Tabla 19: Prueba t-student de la diferencia entre la media de demanda de horas camareras por cada mes del año y una media de valor 55 horas camareras, para hotel El Golf

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 55					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Enero	3,869	29	,001	11,98333	5,6485	18,3181
Febrero	-,322	27	,750	-,91429	-6,7462	4,9177
Marzo	10,057	30	,000	19,23226	15,3266	23,1379
Abril	5,181	29	,000	13,66333	8,2692	19,0575
Mayo	4,420	30	,000	12,05161	6,4825	17,6207
Junio	4,804	29	,000	12,45333	7,1515	17,7552
Julio	11,859	30	,000	24,56452	20,3341	28,7949
Agosto	9,463	30	,000	19,69032	15,4408	23,9399
Septiembre	5,480	29	,000	16,23667	10,1769	22,2964
Octubre	10,828	30	,000	19,30000	15,6598	22,9402
Noviembre	18,774	29	,000	23,80333	21,2102	26,3964
Diciembre	,192	30	,849	,84194	-8,1039	9,7877

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

Tabla 20: Prueba t-student de la diferencia entre la media de demanda de horas camareras por cada mes del año y una media de valor 64,8 horas camareras, para hotel Aeropuerto

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 64.8					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Enero	2,647	29	,013	3,14333	,7145	5,5721
Febrero	-1,681	27	,104	-3,07857	-6,8365	,6793
Marzo	,582	30	,565	,70968	-1,7785	3,1979
Abril	-,465	29	,646	-,75333	-4,0693	2,5626
Mayo	-1,557	30	,130	-2,28065	-5,2727	,7114
Junio	1,200	29	,240	1,27000	-,8948	3,4348
Julio	5,076	30	,000	3,77419	2,2558	5,2926
Agosto	-1,177	30	,249	-2,04194	-5,5859	1,5020
Septiembre	-2,336	29	,027	-3,53333	-6,6266	-,4401
Octubre	,904	30	,373	1,21613	-1,5300	3,9623
Noviembre	3,778	29	,001	4,64333	2,1299	7,1568
Diciembre	-1,932	30	,063	-3,60968	-7,4245	,2051

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

Tabla 21: Prueba t-student de la diferencia entre la media de demanda de horas camareras por cada mes del año y una media de valor 68,7 horas camareras, para hotel Aeropuerto

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 68.7					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Enero	-,637	29	,529	-,75667	-3,1855	1,6721
Febrero	-3,810	27	,001	-6,97857	-10,7365	-3,2207
Marzo	-2,619	30	,014	-3,19032	-5,6785	-,7021
Abril	-2,870	29	,008	-4,65333	-7,9693	-1,3374
Mayo	-4,219	30	,000	-6,18065	-9,1727	-3,1886
Junio	-2,485	29	,019	-2,63000	-4,7948	-,4652
Julio	-,169	30	,867	-,12581	-1,6442	1,3926
Agosto	-3,424	30	,002	-5,94194	-9,4859	-2,3980
Septiembre	-4,915	29	,000	-7,43333	-10,5266	-4,3401
Octubre	-1,996	30	,055	-2,68387	-5,4300	,0623
Noviembre	,605	29	,550	,74333	-1,7701	3,2568
Diciembre	-4,020	30	,000	-7,50968	-11,3245	-3,6949

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

Tabla 22: Prueba t-student de la diferencia entre la media de demanda de horas camareras por cada mes del año y una media de valor 61,5 horas camareras, para hotel Aeropuerto

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 61.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Enero	5,426	29	,000	6,44333	4,0145	8,8721
Febrero	,121	27	,905	,22143	-3,5365	3,9793
Marzo	3,291	30	,003	4,00968	1,5215	6,4979
Abril	1,571	29	,127	2,54667	-,7693	5,8626
Mayo	,696	30	,492	1,01935	-1,9727	4,0114
Junio	4,318	29	,000	4,57000	2,4052	6,7348
Julio	9,515	30	,000	7,07419	5,5558	8,5926
Agosto	,725	30	,474	1,25806	-2,2859	4,8020
Septiembre	-,154	29	,878	-,23333	-3,3266	2,8599
Octubre	3,359	30	,002	4,51613	1,7700	7,2623
Noviembre	6,464	29	,000	7,94333	5,4299	10,4568
Diciembre	-,166	30	,869	-,30968	-4,1245	3,5051

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

13.6. Anexo F: Pruebas de Kolmogorov-Smirnov

Tabla 23: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las demandas de horas camareras para cada mes del año y para hotel El Golf

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
N	30	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Parámetros normales ^{a,b}	Media	66,9833	54,0857	74,2323	68,6633	67,0516	67,4533	79,5645	74,6903	71,2367	74,3000	78,8033	55,8419
	Desviación típica	16,96487	15,04014	10,64789	14,44584	15,18282	14,19868	11,53316	11,58540	16,22827	9,92411	6,94448	24,38853
Diferencias más extremas	Absoluta	,112	,110	,215	,141	,170	,170	,145	,173	,114	,109	,094	,126
	Positiva	,097	,110	,095	,104	,143	,093	,075	,121	,073	,078	,094	,086
	Negativa	-,112	-,095	-,215	-,141	-,170	-,170	-,145	-,173	-,114	-,109	-,088	-,126
Z de Kolmogorov-Smirnov	,613	,583	1,199	,772	,944	,931	,809	,962	,624	,606	,516	,703	
Sig. asintót. (bilateral)	,847	,886	,113	,590	,335	,351	,530	,313	,832	,857	,953	,705	

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

Tabla 24: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las demandas de horas camareras para cada mes del año y para hotel Aeropuerto

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
N	30	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Parámetros normales ^{a,b}	Media	67,9433	61,7214	65,5097	64,0467	62,5194	66,0700	68,5742	62,7581	61,2667	66,0161	69,4433	61,1903
	Desviación típica	6,50441	9,69136	6,78353	8,88034	8,15714	5,79733	4,13948	9,66174	8,28386	7,48675	6,73107	10,40017
Diferencias más extremas	Absoluta	,109	,093	,120	,143	,098	,197	,084	,215	,116	,089	,117	,129
	Positiva	,059	,087	,072	,077	,054	,098	,047	,138	,077	,058	,107	,085
	Negativa	-,109	-,093	-,120	-,143	-,098	-,197	-,084	-,215	-,116	-,089	-,117	-,129
Z de Kolmogorov-Smirnov	,597	,491	,667	,782	,544	1,079	,469	1,195	,637	,495	,638	,716	
Sig. asintót. (bilateral)	,868	,969	,765	,574	,928	,194	,981	,115	,812	,967	,810	,684	

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente: Elaboración Propia, con datos de todo 2011

