



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PLANIFICACION DE PERSONAL

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN COMPUTACIÓN

CÉSAR MAURICIO CAMPOS VALENZUELA

PROFESOR GUÍA:

SERGIO OCHOA DELORENZI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

CRISTIAN CORTÉS CARRILLO

CECILIA BASTARRICA PIÑEYRO

SANTIAGO DE CHILE

2013

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL

TITULO DE: Ingeniero Civil en Computación

Por: César Mauricio Campos Valenzuela

Fecha: 03-09-2013

Profesor Guía: Sergio Ochoa Delorenzi

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PERSONAL

Organizar los turnos de los empleados en regímenes de trabajo rotativos, es uno de los grandes temas a resolver para las empresas que mantienen tal modalidad de trabajo, debido a que esto requiere experiencia tanto para predecir las necesidades de personal a cierta hora, como para asignar turnos que cumplan con las restricciones necesarias. Dichas restricciones, que pueden ser legales, sindicales o provenir de necesidades específicas de cada empleado o tarea, deben ser satisfechas completamente. A medida que crece el grupo humano al que se desea organizar, se vuelve cada vez más complicado poder cumplir con tales requerimientos a cabalidad, especialmente si dicha labor se realiza mediante un proceso manual. Actualmente, la empresa Andes Airport Services se encuentra en el punto en que sus procedimientos de asignación de turnos están comenzando a mostrar problemas. El tiempo de búsqueda de una solución alcanza las tres semanas, y no cumple con todas de las restricciones pertinentes.

Este problema surge cuando el tamaño o la complejidad de la entrega de turnos supera la capacidad manual de asignación. Para solucionar lo anterior existen tanto modelos matemáticos específicos, como software especializado. Sin embargo estas soluciones son o bien costosas o bien necesitan de especialistas capaces de ingresar y leer los resultados obtenidos. Es por esto que la empresa buscó desarrollar una solución tecnológica hecha a la medida de sus necesidades.

La solución presentada en esta memoria corresponde a un sistema que permite realizar las asignaciones de personal considerando turnos, cargos y restricciones legales, sindicales y de RRHH. Además, el sistema es capaz de entregar la asignación completa de cada trabajador para un mes dado, en tiempos de ejecución razonables. El resultado de esta asignación es editable y se acopla al proceso actual de entrega de turnos para los empleados de la empresa. Cabe hacer notar que la asignación de turnos propiamente tal, es realizada por un modelo matemático ajeno al alcance de la memoria.

Para lograr esta solución, se desarrolló una aplicación Web utilizando las tecnologías provistas por Oracle ADF y estructuras de datos para el manejo de la información. Como resultado del uso de este sistema se redujo el tiempo de generación de los turnos y su tiempo de edición, sin descuidar la calidad de vida de los trabajadores.

A todos los que me apoyaron durante el tiempo que me tomo terminar mi carrera: mi familia, mis amigos, los que están y los que se fueron, y a mi pareja.

Muchas gracias, si no fuera por su ayuda, jamás hubiese llegado a esto.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos Generales	3
2. Antecedentes	4
2.1. Definiciones	4
2.1.1. <i>Rostering</i>	4
2.1.2. <i>Indicadores del roster</i>	5
2.1.3. <i>Framework a utilizar</i>	6
2.1.4. <i>Condiciones del proyecto</i>	6
2.2. Sistema Actual	7
2.3. Restricciones	8
2.4. Software en el Mercado	10
2.5. Solver Existentes	11
2.6. Modelo de Optimización Utilizado	11
3. Concepción de la Solución	13
3.1. Principales Requerimientos de la Solución	13
3.2. Diagrama de Flujo de la Solución	14
3.3. Arquitectura del Sistema	16
3.4. Arquitectura Lógica	17
3.5. Diagrama de Despliegue	18
3.6. Modelo de Datos	19
4. Diseño Detallado de la Solución	22
4.1. Diseño Detallado de Módulos	22
4.1.1. <i>MD001: Importar Datos</i>	22
4.1.2. <i>MD002: Edición de Datos</i>	22
4.1.3. <i>MD003: Reportería</i>	23
4.1.4. <i>MD004: Exportar Datos</i>	24
4.1.5. <i>MD005: Generar Rol</i>	24
4.1.6. <i>MD006: Editar Rol</i>	25
4.2. Diseño Detallado de Navegación	26
5. Implementación de la Solución	29
5.1. Configuración Inicial	29
5.2. Proceso de generación de roster	29
6. Evaluación Preliminar de la Solución	34
7. Conclusiones y Trabajo a futuro	38

8. Bibliografía y Referencias.....	40
Anexos:	41
A. Casos de Uso.	41
B. Interfaces de Usuario	45
C. Diccionario de Datos	53
D. Diagrama Base de Datos	63
E. Formato de los archivos de entrada de datos	64
<i>Información de lógica de negocios de Andes.....</i>	<i>64</i>
<i>Archivos de entrada de datos mensuales</i>	<i>65</i>

1. Introducción

El problema de organizar los turnos es una de las dificultades que deben enfrentar todas aquellas organizaciones que trabajan con personas en turnos rotativos. Junto con cumplir las demandas de entrega de servicio, de calidad y prontitud, en el diseño de los turnos debe tenerse en consideración también las restricciones legales, sindicales, de capacidad de trabajo de la organización así como también la calidad de la jornada laboral de los empleados. El trabajo de generar estos turnos (o roles como se les conoce) es conocido como “rostering”¹.

Andes Airport Services² es la mayor empresa encargada de las operaciones en tierra (Ground Handling) del aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago, representando aproximadamente el 80% de las operaciones del terminal; además, esta empresa está a cargo de las operaciones en tierra de LAN Airlines en los aeropuertos de Guayaquil y Quito en Ecuador. Estas actividades consideran el manejo de maletas, monitoreo de vuelos y el movimiento de pasajeros y aviones en tierra. En una empresa de este tamaño, con aproximadamente unos 800 empleados sólo en el aeropuerto de Santiago, la generación de turnos 24/7 es de suma importancia y criticidad.

Actualmente el proceso de rostering para los 800 empleados de Andes en el aeropuerto de Santiago es realizado por una persona. Esta persona usa gran parte de su tiempo diario y del mes en generar los turnos para cada uno de los cargos, realizando las asignaciones de manera manual usando una planilla Excel. Luego, junto con el área de manejo de personal comparan el roster propuesto, contra la capacidad necesaria para llevar a cabo las operaciones diarias. Finalmente se entregan los turnos a los empleados.

El objetivo de Andes para hacer esta labor más eficiente consiste en investigar y desarrollar una herramienta tecnológica que les permita generar estos rosters de manera automática, optimizando sus recursos humanos. La complejidad de este problema radica en que su solución consiste en resolver un problema de programación lineal entera. La Programación Lineal es un procedimiento de modelamiento matemático, mediante el cual se busca el óptimo de una función (llamada objetivo) dentro de un espacio acotado por un sistema de ecuaciones y desigualdades (restricciones). En este caso, las variables de decisión deben tomar valores enteros, lo que hace este problema mucho más difícil de resolver.

Actualmente existe software, llamados comúnmente solvers³, capaces de resolver estos problemas de programación matemática en forma eficiente. Sin embargo, estos requieren conocimientos avanzados de programación y modelamiento matemático, la entrada de datos

¹ Del Inglés: “roster” planilla

² <http://www.andesairportservices.com/es/>

³ Ejemplos de estos productos son: CPLEX, Gurobi, MOSEK, CBC (COIN-OR Branch and Cut), Microsoft Solver Foundation.

utilizada es poco conveniente y sus resultados no son evidentes para aquellos que no tienen conocimientos en su utilización, lo que los vuelve poco apropiados para una empresa. Es por esto que se requiere un sistema capaz de interactuar tanto con el usuario final como con el solver, manejando el flujo de datos y entregando herramientas para la edición de roles y su gestión.

Existen también, software comerciales diseñados para la generación de roles. Sin embargo, por la cantidad de restricciones así como por los resultados esperados del modelo, es fundamental y parte central de este proyecto de Rostering, la creación de un sistema computacional capaz de manejar tanto la información (data) que ingresa así como los resultados finales.

1.1. Justificación

El proceso completo de rostering para Andes toma aproximadamente 20 días, depende en gran medida de las disponibilidades horarias de cada una de las personas involucradas, y no admite ningún tipo de administración o gestión de los roles generados. Además esta solución no permite la obtención de reportes periódicos de eficacia, de cantidad de días libres utilizados o de sobre/baja utilización de la fuerza laboral disponible.

El sistema que se desarrolló en esta memoria consiste en una interfaz de captura de datos a la que se le ingresa información desde el área de RRHH de Andes y los requerimientos de personal activo cada hora, permitiendo su edición y manejo para que, finalmente, sea generado un roster mensual completo optimizando un problema de programación lineal entera. Este problema tiene como restricciones las capacitaciones del personal y normativas legales/sindicales y busca optimizar la cantidad de horas trabajadas, el cumplimiento de dichas normativas y una mejora en la calidad de vida del personal.

El sistema propuesto afecta a un grupo importante de personas, involucra a un equipo de trabajo multidisciplinario, y aborda un problema real y concreto. El área de la computación más involucrada en este proyecto será la ingeniería de software, pues éste es básicamente un proyecto de análisis, diseño y construcción de software. El modelamiento y optimización de procesos será generado por especialistas, y será considerado un módulo cerrado para el proceso de desarrollo del sistema. También se deberá trabajar con el personal de Andes para lograr identificar todos los requerimientos y condiciones de aceptación.

Se espera que el sistema provea tanto una mejora de la calidad de vida de los trabajadores, así como también un aumento en la eficiencia de la repartición de turnos de la empresa. En el desarrollo y ejecución del sistema, existieron varios desafíos técnicos y conceptuales relacionados:

- Investigar los problemas de programación lineal-entera y su modelación.

- Comprender el uso de los solvers actuales.
- Estudiar el desarrollo de interfaces para asegurar una buena usabilidad del software final.
- Diseñar e implementar los mecanismos de interacción entre un sistema orientado a objetos y un solver de problemas lineales-enteros.
- Buscar formas eficientes de procesar la información proporcionada.
- Solucionar problemas de compatibilidad con bases de datos existentes
- El manejo de un capital de trabajo humano representado por ayuda externa contratada para la programación.
- Preparación de documentos para cumplir con estándares LAN para proyectos de software.

1.2. Objetivos Generales

Diseñar e implementar un sistema que permita manejar la información necesaria para el proceso de rostering de una empresa con turnos rotativos. Los objetivos específicos que se desprenden del objetivo general son los siguientes:

- Implementar herramientas que permitan la comunicación entre las estructuras de datos generadas y el modelo matemático para la obtención de resultados.
- Diseñar e implementar estructuras para manejar la información necesaria para generar el rostering.
- Diseñar y generar interfaces de usuario que permitan realizar de manera cómoda las tareas asociadas al proceso de rostering, tales como: edición de datos, modificación de turnos y asignaciones de capacitaciones y/o vacaciones.
- Realizar pruebas de concepto en escenarios controlados, para validar el funcionamiento del sistema desarrollado.

2. Antecedentes

Como preparación a la creación de arquitecturas e interfaces preliminares para un futuro sistema, se inició un estudio del estado del arte de los procesos y aplicaciones para rostering, así como también una investigación del proceso actual de generación de roles dentro de Andes y del funcionamiento de solvers. Los resultados de dichas indagaciones se presentan a continuación.

2.1. Definiciones

Para entender de mejor manera el trabajo realizado es necesario entender, en primer lugar, en qué consiste el rostering, las herramientas que se utilizaran y las condiciones en las que se trabajó.

2.1.1. Rostering

El problema de calendarizar los turnos para un grupo de personas es conocido en la literatura como *Personnel Schedulling* o *Personnel Rostering*, dependiendo del horizonte de planificación que se aplique. En el contexto de esta memoria, se utilizará el término *rostering* para referirse al proceso de asignar a cada persona un esquema de turnos que debe cumplir durante un mes, mientras que *roster* o *rol* se referirá al resultado de dicho proceso.

Este problema, que a primera vista puede parecer simple, rápidamente gana complejidad en la medida que aumenta la cantidad de personas a planificar y con ellas las combinaciones posibles de soluciones. Otro factor que hace crecer la complejidad es la inclusión de restricciones y/o obligaciones específicas que se deban cumplir, como por ejemplo cuando existen habilidades especiales que pueden ser cubiertas por sólo una fracción del personal [1] [2] [3].

El tema de rostering es un problema sumamente estudiado por el área de gestión de operaciones, pues corresponde a un importante ítem al momento de buscar donde mejorar la eficiencia de una empresa. En las soluciones actuales se utilizan tanto software especializado como herramientas generales para manejar la generación de roles. Un enfoque típico para resolver problemas de este tipo es el uso de modelos de optimización matemática, que corresponden a la representación del problema a través de relaciones matemáticas, de acuerdo a una función objetivo que dependen de un grupo de variables que deben determinarse y cuya solución corresponde a la configuración óptima de turnos. Estos modelos en general son conocidos como problemas de programación matemática, y debido a su complejidad son resueltos por herramientas tecnológicas llamadas *solvers*. Sin embargo, la solución que entrega un solver a la función objetivo es, por defecto, un número real y el resultado del modelo es la configuración óptima de turnos. Sin embargo, debido a la naturaleza del problema a resolver, sólo nos interesan configuraciones donde las variables toman valores enteros. Sin esta restricción, puede incluso ocurrir que se asignen fracciones de persona a fracciones de turnos, y

es por este motivo que el modelo que se busca resolver es en verdad un problema de programación lineal entera.

2.1.2. Indicadores del roster

Para identificar la calidad de una asignación y si es o no aceptable, se utilizan una serie de indicadores o KPI (Key Performance Indicators). Estos indicadores son detallados en las siguientes tablas.

Indicadores por persona	Descripción
N° de aperturas	N° Turnos de Apertura por persona
N° de tardes	N° Turnos de Tarde por persona
N° de noches	N° Turnos de Noche por persona
N° de libres	N° de Días libres por persona
N° de salientes	N° de Días Salientes por persona
N° de Domingos	N° de domingos Libres por persona
N° de Libres consecutivos.	N° de veces que la persona tiene al menos dos libres consecutivos
Quiebres	N° de cambios de turnos sin anteponer Libre por persona
N° de días libres por semana	N° de libres en cada semana
Equilibrio	Desviación respecto distribución equilibrada de turnos Apertura/Tardes/Noche.
Vacaciones	N° de Días de Vacaciones
Capacitaciones	N° de días con cursos o capacitaciones.

Indicadores por cargo	Descripción
Subdotación	N° de personas por debajo del personal requerido
Sobredotación	N° de personas por sobre el requerimiento de personal
Cobertura	% del requerimiento total que se satisface
N° Libres	Promedio de días libres
Equilibrio	Número de personas en el cargo con asignación equilibrada.
Distribución secuencias de libres	Cantidad de personas que tiene 1,2,3,4 semanas con días libres seguidos

Estadísticos por tipo de turno	Máximo/mínimo y promedio para turnos tipo Apertura, Tarde y Noche
--------------------------------	---

2.1.3. Framework a utilizar

Para la realización del sistema se utilizó el Oracle Application Development Framework (Oracle ADF) [4] [5] para facilitar el trabajo tanto con base de datos Oracle como con las páginas dinámicas y tablas editables necesarias para los usuarios, esto pues este framework permite la generación de vistas y controladores para la obtención de datos de manera rápida gracias al IDE integrado de Oracle: JDeveloper.

Oracle ADF es un framework comercial basado en el lenguaje Java para la creación de aplicaciones empresariales. Basado principalmente en un enfoque visual y declarativo para la construcción de las aplicaciones, utiliza el patrón MVC y soporta integración con diversas tecnologías, tales como EJB, Web Services, JavaBeans, ADF Business Component, JavaServer Faces y Struts. Provee componentes integrados con AJAX para obtener una experiencia de uso fluida y libre de refrescos en página. Está orientado a componentes y muy ligado a JavaServer Faces, permitiendo la generación simple de páginas con consultas y filtros.

Se escogió este framework por una serie de razones. La más importante de ellas corresponde a que LAN, pese a no seguir ningún estándar respecto a frameworks externos, posee licencias para servidores y bases de datos Oracle, además de entregar Documentos con Estándares para ellos. Esto permite que el grueso de la estructura a generar (JavaBeans, tablas y conectores) se apegue a los requerimientos de LAN para los desarrolladores externos. Otra de las razones es que gracias al enfoque declarativo del framework y su énfasis en el patrón MVC, los constantes cambios que los clientes exigían tanto en manejo de datos como de interfaces se podían generar de manera rápida y eficiente.

2.1.4. Condiciones del proyecto

Andes Airport Services corresponde a una empresa filial de LAN por lo que cualquier herramienta tecnológica que se desee implementar debe, en primer lugar, obedecer los alineamientos y estándares que LAN requiere para sus proyectos de software. Sin embargo, debido a la naturaleza de este producto, el cual engloba a una herramienta de investigación y desarrollo matemático y modelación, se decidió que la solución a desarrollar obedecería al término “prueba de concepto” al interior de LAN, una figura creada para comprobar la factibilidad de un proyecto sin entrar al flujo normal de desarrollo. Este término se traduce en una mayor libertad al momento de planear y desarrollar la aplicación pues no se deben presentar papeles o documentación a LAN en ningún momento, teniendo la capacidad de modificar objetivos y entregas, mientras se tiene el acceso a las máquinas y a las arquitecturas de desarrollo al interior de LAN. Sin embargo, por no tratarse de un desarrollo que siga las vías normales, el software no puede tener ningún tipo de conexión directa con los sistemas legados en Andes, incluyendo sus bases de datos. Se debe aclarar, sin embargo, que la solución aquí

presentada obedece a las convenciones existentes de LAN para sus proyectos de software y que la documentación, pese a no ser requerida, fue entregada satisfactoriamente.

2.2. Sistema Actual

Actualmente el proceso es realizado por un administrativo utilizando el software Microsoft Office: Excel, quién demora hasta veinte días en realizar la planificación de todo el personal. El proceso se describe en la siguiente figura.

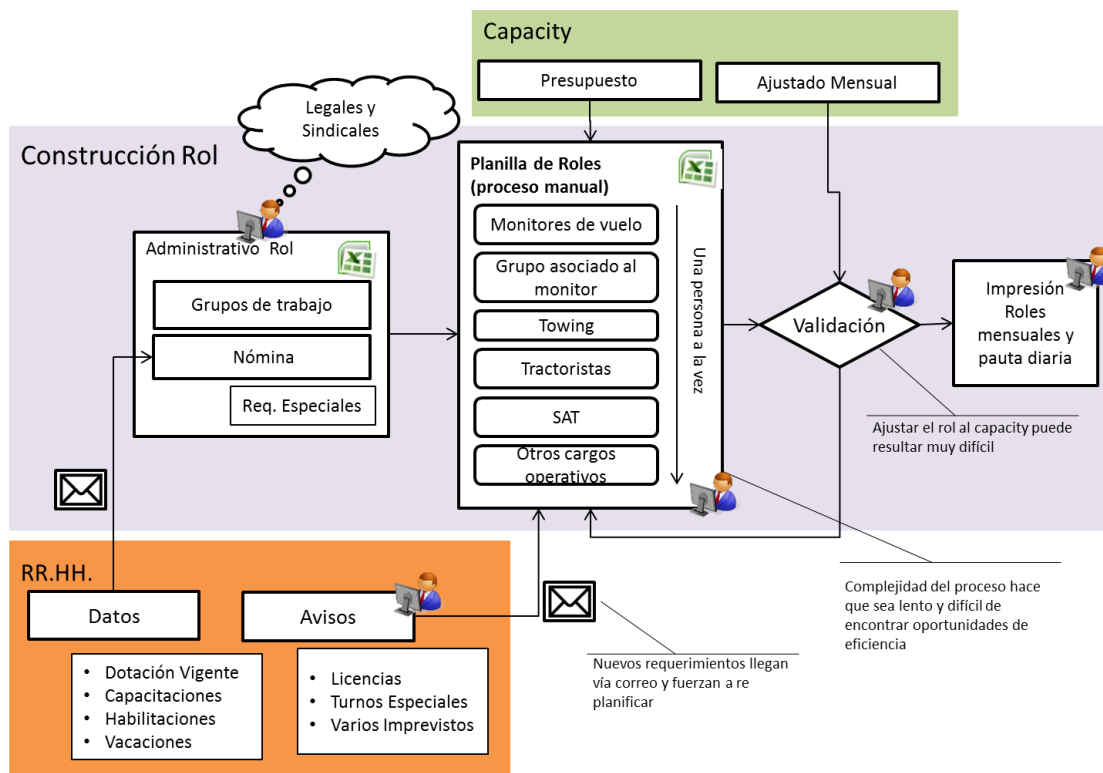


Figura 1: Proceso actual de Rostering

1. El administrativo mantiene la información necesaria sobre el personal en sus sistemas (planillas Excel) y la va actualizando en la medida que Recursos Humanos le envíe nueva información vía correo electrónico respecto de:
 - a. Dotación Vigente.
 - b. Capacitaciones, licencias médicas y habilitaciones vigentes.
 - c. Vacaciones programadas.
 - d. Grupos de trabajo pre-formado.
2. Para cada cargo, un funcionario a la vez, se procede a hacer su planificación mensual, intentando asegurar que se cumpla:
 - a. El requerimiento de personal (por hora) presupuestado para el mes.
 - b. Normativas legales.
 - c. Acuerdos sindicales.

d. Requisitos de turnos especiales de algún operario.

El algoritmo que sigue el planificador para cada operario es el siguiente:

- a. Fijar vacaciones y capacitaciones
 - b. Llenar para cada día de acuerdo a las preferencias de turnos especiales.
 - c. Modificar las asignaciones realizadas hasta alcanzar una solución que cumpla adecuadamente con el presupuesto y demanda de personal de cada turno.
3. Mientras se está realizando la planificación, llegan nuevos requerimientos desde RR.HH. (vía correo electrónico), los cuales implican revisar las asignaciones ya realizadas.
 4. Una vez terminada la planificación, el administrativo y el personal del área de Operaciones proceden a revisarla, tomando en consideración los ajustes sobre la demanda de personal en servicio. Este proceso suele modificar considerablemente el roster planificado anteriormente.
 5. Finalmente se confeccionan las pautas diarias y se imprime el rol de cada funcionario.

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS		
TURNOS PARA EL MES DE JULIO 2012																																							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M		
w-c	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
S	8b	8b	12b	L	L	6b																																	
S	L	8b	L	8b	L	L																																	
S	8b	L	8b	8b	8b	6b																																	
S	L	8b	8b	8b	8b	L																																	
S	7b	7b	7b	7b	7b	L	L	L	7b	7b	7b	7b	L	L	7b	7b	7b	7b	L	L	L	7b	7b	7b	7b	L	L	7b	7b	7b	7b	7b	7b	7b	L	L	7b	7b	
S	7b	7b	7b	7b	7b	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a
S	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	L	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	8a	L	L	8a	8a

Figura 2: Ejemplo de planilla del rol para un cargo. Cada fila corresponde a un operario, cada columna a un día.

2.3. Restricciones

El objetivo del proceso de rostering es cubrir a cabalidad la demanda de personal que se requiere en cada turno. Sin embargo, los roles que se deben generar deben estar sujetos a una serie de restricciones. Estas condiciones, que son impuestas por distintas fuentes, tienen cierta flexibilidad para ser cumplidas: algunas deben ser observadas a cabalidad mientras que otras quedan a discreción del planificador. Se detallan a continuación estas restricciones, detallando la flexibilidad asociada a cada una de ellas.

Código del trabajo:

Las condiciones que impone el código del trabajo al proceso de rostering deben ser cumplidas, en su mayoría, a cabalidad. La única en la que existe cierta flexibilidad es la que hace referencia a la cantidad mínima de domingos al mes (la norma corresponde a 2 domingos libres al mes), pues debido a un acuerdo con el sindicato de trabajadores es posible solamente 1 domingo legal.

Descripción	Flexibilidad
Cantidad de domingos libres por mes	Media
Descanso mínimo entre turnos de trabajo	Ninguna
Máximos días seguidos que se puede trabajar	Ninguna
Máximo de horas extras diarias	Ninguna
Distribución de la jornada de trabajo	Ninguna
Vacaciones legales	Ninguna
Ausentismo Legal	Ninguna
Fines de semana libres por mes	Ninguna
Número de días que puede trabajar en una semana	Ninguna
Número de días que puede descansar en una semana	Ninguna
Máximo de horas de trabajo legales	Ninguna

Según contrato:

El cargo en el cual se asigna a un trabajador puede variar. Esto ocurre para los cargos que comparten capacitaciones y aunque ocurre rara vez, es uno de los factores libres con los que puede trabajar el planificador.

Descripción	Flexibilidad
Cargo al que pertenece el empleado	Alta

Sindicales:

Las normas sindicales, al igual que las normas legales, son restricciones que deben ser cumplidas a cabalidad.

Descripción	Flexibilidad
Libres asignados al Comité paritario	Ninguna
Máxima cantidad de noches seguidas trabajables	Ninguna

Turnos asignados después de trabajar el máx. de noches	Ninguna
Hora de ingreso después de trabajar el máx. de noches	Ninguna

Recursos Humanos:

Las restricciones impuestas por el área de Recursos Humanos de la empresa son las condiciones más flexibles que se le imponen al proceso de rostering y algunos corresponden, al mismo tiempo, a ciertos indicadores para identificar la calidad subjetiva de un roster.

Descripción	Nivel de acción	Flexibilidad
Ausentismo programable	Planificado específicamente por empleado	Media
Preferencia por turnos y días	Planificado específicamente por empleado	Alta
2 libres continuos al mes	Común a todos los empleados	Baja
Calidad de vida	Común a todos los empleados	Media

2.4. Software en el Mercado

Existen 2 tipos de soluciones de software que buscan resolver el problema de rostering. Por un lado existen las soluciones que sólo buscan entregar herramientas para la asignación de turnos realizada por personas. En su mayoría, éstos ofrecen una interfaz que permite visualizar las posibles asignaciones, y entregan la capacidad al usuario de utilizarlas para su personal. Estas soluciones son efectivas para problemas simples, como asignación de turnos de garzones o de guardias. El segundo tipo de soluciones corresponden a aquellas que buscan generar por medios propios y sin la interacción directa con un usuario, la asignación para la planilla de empleados. Es este tipo de aproximación lo que se busca en este trabajo.

El problema de rostering para el personal de aeropuerto, ha sido estudiado mayoritariamente para cargos específicos y, en pocos casos, para un conjunto grande de cargos; los enfoques más usuales para resolver los problemas de rostering son la programación entera, la programación por restricciones y heurísticas específicas que son realizados, en algunos casos por consultorías externas o áreas específicas de las empresas utilizando software a medida. Muchas de las actuales soluciones de software para manejo de personal en turnos rotativos se venden en el formato de Suite. Algunas de las empresas que entregan estos servicios y sus respectivos productos son: Sabre, Sabre AirCentre, Navitaire, Planning Optimization Suite o Jeppesen, Jeppesen Crew Rostering. Sin embargo, la información acerca de sus capacidades e interfaces no es de dominio público, por lo que no se pudo llevar a cabo una investigación detallada de ellos.

Debido a la condición de “prueba de concepto” del proyecto, se decidió utilizar un sistema a medida, un modelo de optimización específico y un solver capaz de solucionarlo. Esto con el fin

de evitar los altos costos de las soluciones actuales y para generar una solución que se adaptara perfectamente a las necesidades específicas de Andes, tanto de plataformas y sistemas legados como de restricciones para el modelo. Así se evitan también, los costos de capacitación y mantención, quedando estos a cargo de LAN una vez que el proyecto termine.

2.5. Solver Existentes

Un solver es un software escrito en un lenguaje de programación (por ejemplo, C, C++, Java o incluso Python) que toma un problema matemático modelado en un lenguaje particular, como por ejemplo: AIMMS (Advanced Interactive Multidimensional Modeling System), OPL (Optimization Programming Language), GAMS (General Algebraic Modeling System) o AMPL (A Mathematical Programming Language), y lo resuelve.

Dentro de los posibles solvers a utilizar se estudiaron una serie de ellos, en sus versiones académicas que serán detallados a continuación:

- *IBM ILOG CPLEX*. Desarrollado por IBM es una opción pagada desarrollada originalmente en C. Actualmente tiene librerías e interfaces que permiten su uso desde C++, C# e incluso Python. Su licencia comercial se eleva a los US\$20.000 por unidad.
- *COIN-OR: CBC*. Desarrollado por el proyecto COIN-OR (Computational Infrastructure for Operations Research) es una solución de código libre y, en su mayor parte, consta de librerías y plug-ins desarrollados para C++.
- *Gurubi*: Desarrollado por el mismo equipo que elaboró CPLEX, es una opción pagada. Sus librerías y plug-ins están desarrollados en su mayor parte en el lenguaje Java aunque tiene interfaces y librerías para C++ y C#. Es, de entre todos los presentes, el que tiene mejor resultados en benchmarking [6]. Su licencia comercial se eleva a US\$12.000.

Para estudiar la factibilidad técnica y la calidad de las soluciones se realizaron pruebas utilizando COIN-CBC, estos son los resultados que se entregan en la presente memoria. Se seleccionó este solver por ser una solución de código libre, que nos permitía entregar soluciones a una empresa privada y cuyos tiempos de resolución eran satisfactorios.

Para la implementación final en los servidores de LAN, sin embargo, se utilizó Gurubi, debido a su bajo precio, mejores tiempos de resolución y conocimientos de su uso por parte del equipo desarrollador.

2.6. Modelo de Optimización Utilizado

El modelo de optimización, como ya fue comentado, queda fuera de los alcances de esta memoria. Sin embargo, al corresponder a una parte fundamental del sistema a construir es necesario explicar su comportamiento esperado y los límites de su utilidad.

El modelo de optimización cumple el deber de generar, a partir de información recopilada, una planificación mensual de turnos para cada empleado por cargo. Esto se logra optimizando

su función objetivo y respetando las restricciones que acotan el problema a solucionar. La información ingresada deben estar en formatos preestablecidos y tanto la función objetivo como sus restricciones se encuentran escritas en un lenguaje propio de programación matemática. Es importante notar que debido a la complejidad inherente del modelo propuesto, se decidió acotar las instancias a un único cargo a la vez.

La función objetivo del modelo busca encontrar la mejor cobertura posible para las necesidades de la operación. Esto se logra minimizando la subdotación y la sobredotación de personal para cada turno, respetando todas las restricciones detalladas en la sección 2.3: Restricciones. Este enfoque mostró en las pruebas los mejores resultados, tanto en el tiempo necesario para encontrar una solución aceptable, como de cantidad de cambios necesarios para su implementación.

La información necesaria para que el solver resuelva el modelo corresponde a: los requerimientos de personal para cada turno, las vacaciones, las capacitaciones, las habilidades individuales de cada empleado, así como también turnos prohibidos o turnos pedidos para cada empleado. Esta información, que es ingresada por medio de archivos de texto, obedece a formatos predefinidos y no son de fácil lectura para usuario promedio.

El resultado que se obtiene finalmente, a partir de los datos ingresados, corresponde a una configuración de turnos para cada empleado en un cargo particular. Esta configuración, sin embargo, no es necesariamente la óptima. En efecto, debido a la complejidad del modelo, el tiempo necesario para encontrar la solución óptima puede resultar demasiado largo, considerando las necesidades de la operación, por lo que se debe acotar el tiempo destinado a encontrar el óptimo. Es entonces posible que dentro de la ventana de tiempo asignada, no se alcance la configuración óptima y por lo tanto, la solución obtenida deba ser editada. Sin embargo, y como podrá ser visto en el capítulo 6, los resultados que se obtienen del modelo matemático cumplen de mejor manera y en menos tiempo las necesidades requeridas por la empresa.

3. Concepción de la Solución

Para una planificación correcta fue necesario un levantamiento completo de las necesidades existentes en la empresa para la identificación apropiada de los requerimientos de usuario y software para su posterior diseño e implementación. De la misma manera, fue necesario el mismo proceso para los datos necesarios que utilizaría el modelo y para la forma de entregar los datos desde Andes al sistema de software finalizado. A continuación se presentan los resultados obtenidos de todo el proceso de identificación de requerimientos para la solución de software.

3.1. Principales Requerimientos de la Solución

Los siguientes requerimientos se recabaron luego de múltiples reuniones con el cliente y hacen referencia tanto a requerimientos propios de la solución de software como a necesidades referentes a la construcción del modelo matemático. Ambos tipos fueron estudiados y compilados al mismo momento, pues ambos deberían encontrarse en la solución final: las funcionalidades requeridas en el sistema de software y la capacidad del sistema para proporcionar el ambiente necesario para que el modelo realice cálculo y entregue los resultados requeridos.

Id	Requerimientos de usuario	Descripción	Prioridad
1	Generación de roles mensual	Generar un rol para cada operario, según cargo, considerando los requerimientos de cada turno y las restricciones legales y sindicales. El rol debe ser posible de generar de forma independiente por cada cargo o de forma agregada para algunos operarios simultáneamente. Debe considerar los resultados de meses anteriores.	Alta
2	Roles editables	Cargar un rol ya generado y realizar cambios en forma manual. El sistema debe evaluar la calidad del rol.	Alta
3	Incorporar Indicadores de calidad de Vida	Utilizar los indicadores de calidad de vida (equilibrio de turnos en las asignaciones, libres al mes) como uno de los objetivos a considerar en el momento de generar roles.	Media
4	Evaluar la calidad de rol	Tener una forma "sencilla" de medir la calidad de un rol, que considere (al menos): cobertura de la operación, uso de horas extras, uso eficiente de recursos (HH), calidad de vida.	Alta
5	Parametrización de inputs	Asignarles peso/importancia a indicadores por definir al momento de generar roles.	Media
6	Gestionar roles generados	Poder monitorear el desempeño de los roles a lo largo del mes. Que pueda modificar las asignaciones futuras para responder a imprevistos, modificando el rol general lo menos posible.	Alta
7	Interfaz para la operación	La interfaz para generar y modificar roles debe cumplir con los estándares de usabilidad para alguien con conocimientos computacionales a nivel usuario.	Alta

8	Generar archivo de salida	Se generará un archivo de salida, que indica en cada cargo los operarios que cumplirán cada labor, horas de ingresos y salidas.	Baja
9	Reportes parametrizables	Las soluciones deben quedar guardadas de forma que permita la parametrización de nuevas consultas para generar reportes, y que éstas queden guardadas.	Media
10	Estudiar rosters pasados o futuros	Se debe permitir poder estudiar un mes pasado o futuro, generando el roster a partir de cambios particulares (modificar la dotación de personal, los requerimientos, las habilidades, esquemas de operación, cumplimiento de los indicadores).	Alta
11	Extracción de información de bases de datos.	El sistema debe ser capaz de obtener la información necesaria para gestionar y generar un rol a partir de una base de datos no necesariamente conectada al sistema.	Alta

Utilizando estos datos, se detallaron los casos de uso esperados, que han sido adjuntados en el Anexo A: Casos de Uso.

3.2. Diagrama de Flujo de la Solución

A partir de los requerimientos antes descritos y de las reuniones realizadas con el equipo de Andes, se extrae el siguiente flujo de procesos para el caso de uso principal, el cual se representa gráficamente en la figura 3. A continuación se describen también las principales actividades de este proceso.

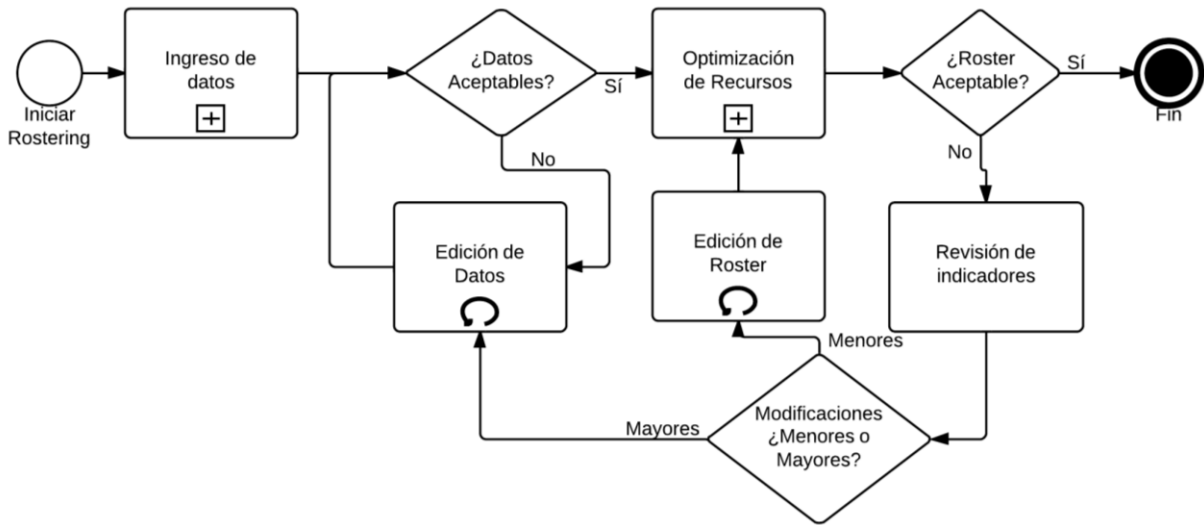


Figura 3: Proceso Rostering de Andes (BPMN)

1. Al momento de iniciar la generación de roles, se ingresan los datos al sistema. Estos datos consisten en la información de dotación, grupos de habilidades, cargos, licencias, etc. (ver figura 4) y son ingresados al sistema mediante la importación de archivos. La información así ingresada debe ser revisada y puede ser modificada por el usuario. El

proceso puede continuar sólo si el usuario se encuentra satisfecho con la información entregada al sistema.

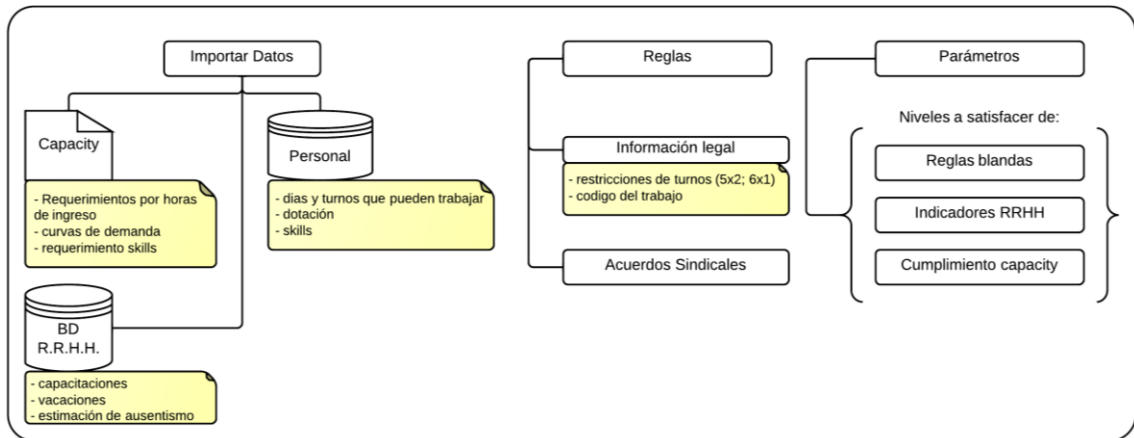


Figura 4: Detalle de los distintos datos que necesita el sistema

2. Con los datos correctamente ingresados en el sistema, comienza el proceso de generación de rol. Este comienza con la selección del cargo sobre el cual se ejecutará el solver y el tiempo posterior de espera para que se encuentre una solución. Una vez generado el archivo de salida para el software, se extrae la información para un rol y se calculan los diversos indicadores que Andes requerirá para medir la calidad del rol.

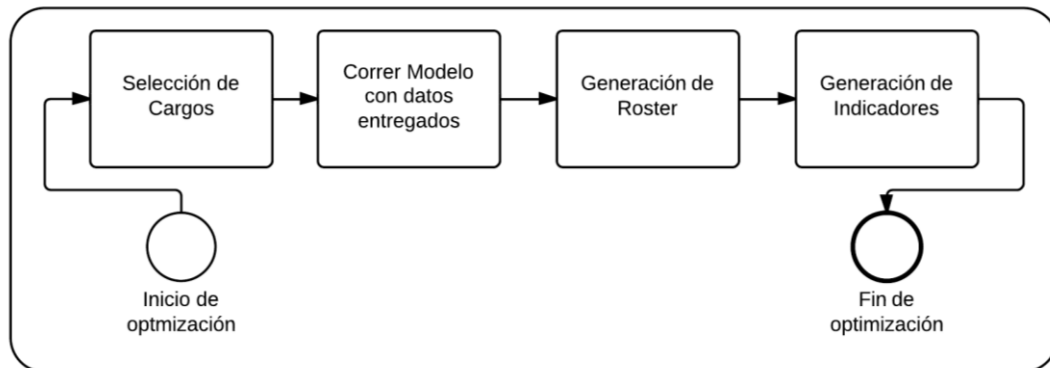


Figura 5: Detalle del proceso de optimización de rol

3. Si el usuario, al revisar los indicadores e inspeccionar el rol lo considera adecuado, entonces se termina el proceso y es impreso y entregado a los operarios. En caso contrario, modifica manualmente el rol para casos en que las diferencias sean mínimas o pasa a editar los datos de entrada al solver, en cuyo caso el software es nuevamente llamado con nuevos datos.
4. Uno de los requerimientos con alta importancia para Andes corresponde a la capacidad de revisar y volver a generar, con datos diferentes, roles para meses pasados o futuros. En este caso, el flujo sería similar al principal.

Con estos requerimientos e información, se conceptualizó una solución capaz de resolver las necesidades de Andes recién expuestas. Esta solución es la que representa en el siguiente esquema (figura 6), donde cada objeto representa una funcionalidad requerida o la necesidad de una estructura.

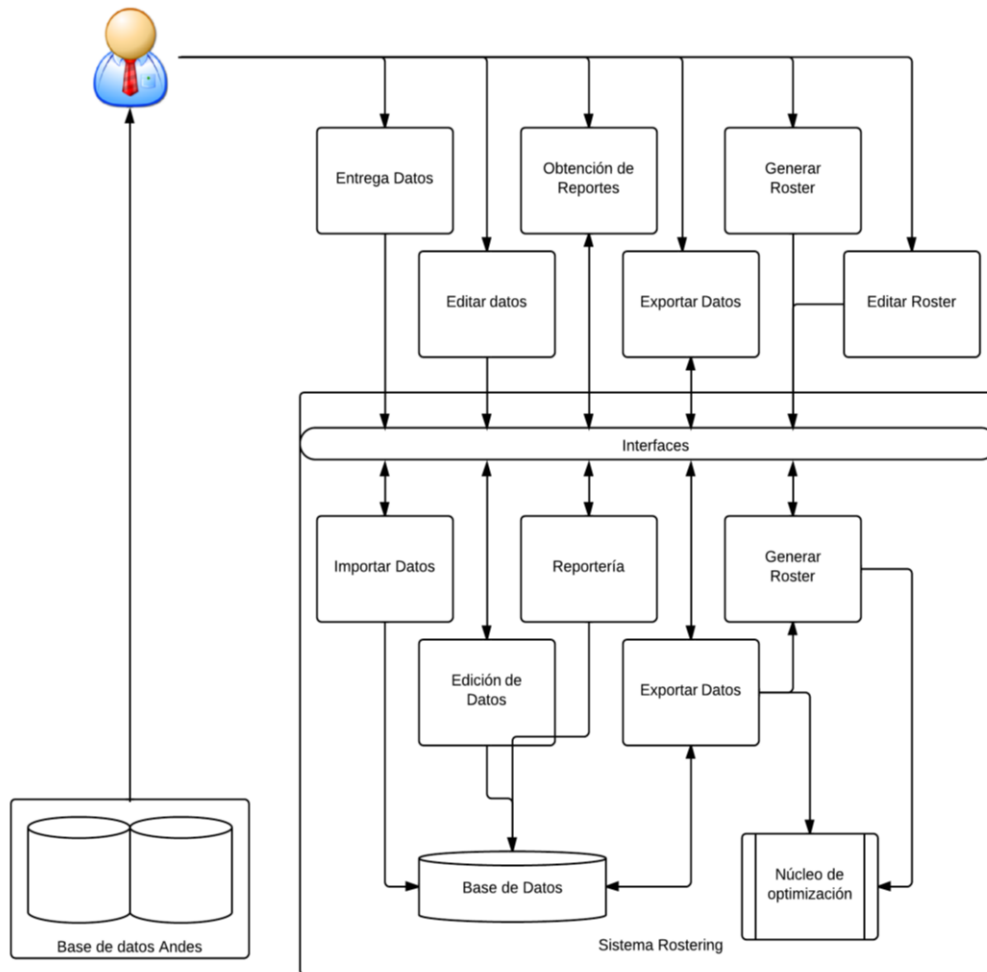


Figura 6: Esquema de la solución

3.3. Arquitectura del Sistema

En una primera instancia se planeó trabajar con una arquitectura cliente-servidor, con un cliente que contuviera parte de la lógica del sistema y un servidor que manejara las consultas y contuviera el solver de optimización. Sin embargo, esta aproximación tiene el problema de hacer difícil la mantención. Es por esto que en un segundo enfoque se decidió por una aplicación web y una arquitectura de sistema de n-capas. Este tipo de arquitecturas tiene la ventaja de entregar modularidad al sistema y permitir una mantención mucho más simple. Finalmente, se llegó a una arquitectura del sistema como se muestra a continuación.

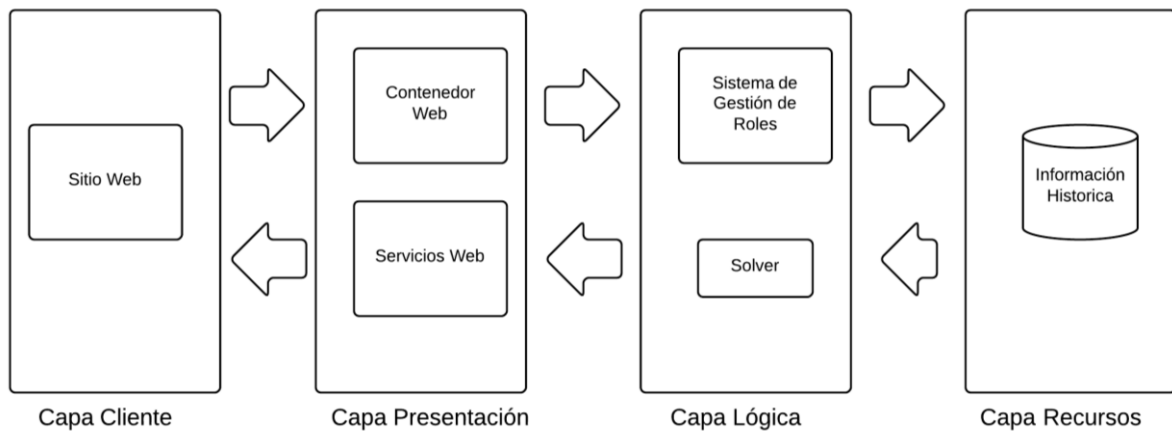


Figura 7: Arquitectura física de 4-capas

Capa Cliente: La capa de cliente es la encargada de entregar la interfaz con la que el usuario estará en contacto con el resto del sistema.

Capa Presentación: Se tomó la decisión de trabajar con un contenedor web cuyas licencias ya existían al interior de LAN, por lo que esta capa corresponde a un servidor WebLogic.

Capa Lógica: Esta capa consta de 2 funcionalidades claramente definidas:

- El Sistema de Gestión de Roles corresponde al grueso del sistema, y es el encargado de manejar la información que entra y sale de la capa de recursos. Éste se encarga también de formatear la información de la base de datos, y pasarla a archivos para que sean leídos por el solver y de transformar la salida datos.
- El solver es un software que toma datos desde archivos y utilizando metodologías de resolución de problemas de programación lineal-entera, entrega resultados que cumplen con restricciones previamente definidas. Estos resultados serán entregados como archivos de texto que tendrán que ser parseados por el Sistema de Gestión antes de ser entregados al usuario.

Capa de Recursos: Esta capa consiste en una base de datos con información detallada del personal en la que se mantiene la información persistente del sistema, como datos históricos y de restricciones del modelo (estructura de leyes laborales y de manejo de turnos, normas sindicales, etc.). Debido a las necesidades de mantener la información para cada mes, es necesaria la temporalización de la mayoría de las tablas.

3.4. Arquitectura Lógica

A continuación se presenta una vista de la estructura lógica del sistema:

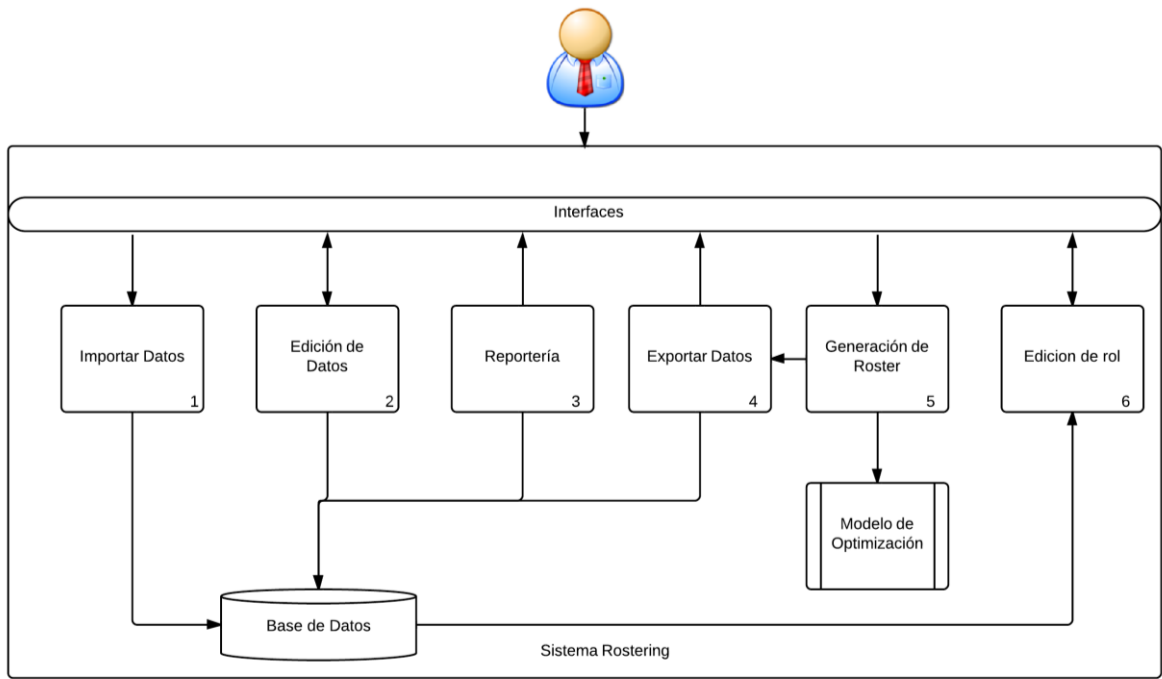


Figura 8: Arquitectura Lógica

Un usuario cualquiera que quiera interactuar con el sistema debe hacerlo a través de las vistas que existirán para manejar sus consultas, que pueden ir desde la generación de un roster, a la edición del mismo y de todos los datos que se necesitan para su generación.

3.5. Diagrama de Despliegue

El diagrama mostrado en la figura 9 corresponde a la configuración física sobre las que se pondrá en producción el sistema. Por un lado, están los sistemas existentes de Andes que incluyen sus bases de datos legadas y el browser con el cual el usuario entrará al sistema. Por otro lado, se contemplan los 2 servidores entregados por el área de TI de LAN, en los que se encontrará el sistema: el *servidor para aplicaciones web* y el *servidor de bases de datos*.

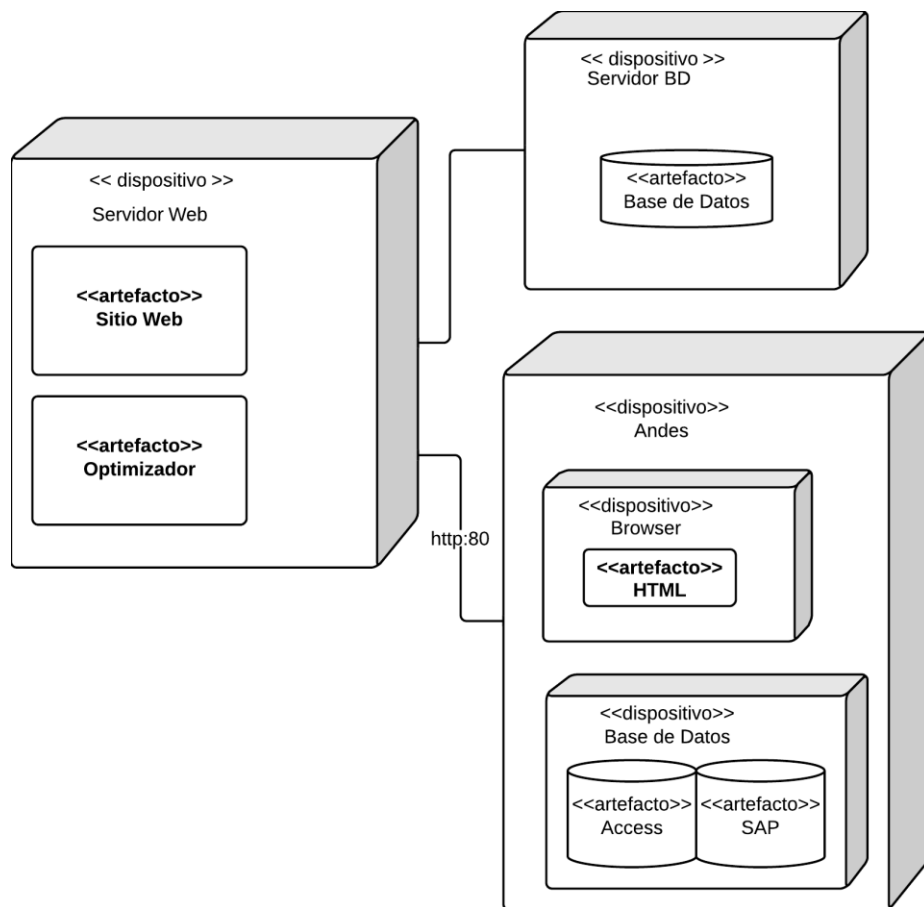


Figura 9: Diagrama de Despliegue

3.6. Modelo de Datos

El modelo de datos se formuló pensando en los 3 aspectos fundamentales que debe cumplir el sistema. Por un lado debe contener toda la información utilizada en el proceso de rostering (requerimientos de personal e información de R.R.H.H.); debe además entregar una interfaz que provea las herramientas para la carga y edición de esos datos. Finalmente, muchos de los datos que son necesarios para la generación de un rol son dependientes del mes, lo que significa que para poseer la capacidad de editarlos y explorar posibles soluciones, el modelo debe tener algún mecanismo o lógica que permita mantener varias versiones de la información para un mismo mes.

Es por lo anterior que se pueden reconocer 3 agrupaciones de tablas dentro de la estructura de datos: Los datos correspondientes a la lógica de negocio de Andes, los cuales en caso de cambiar deben reproducirse a través del tiempo; la información de R.R.H.H del personal, la cual varía mes a mes; y la información de los requerimientos de personal los cuales también son mutables. Para ver el detalle de las tablas, referirse al diccionario de datos ubicado en el Anexo C: Diccionario de Datos.

Los siguientes diagramas muestran las tablas y las relaciones existentes entre ellas para las 3 agrupaciones de tablas que se comentaron anteriormente dentro de la estructura general: *los requerimientos de personal, la información de la empresa y la información de los empleados.*

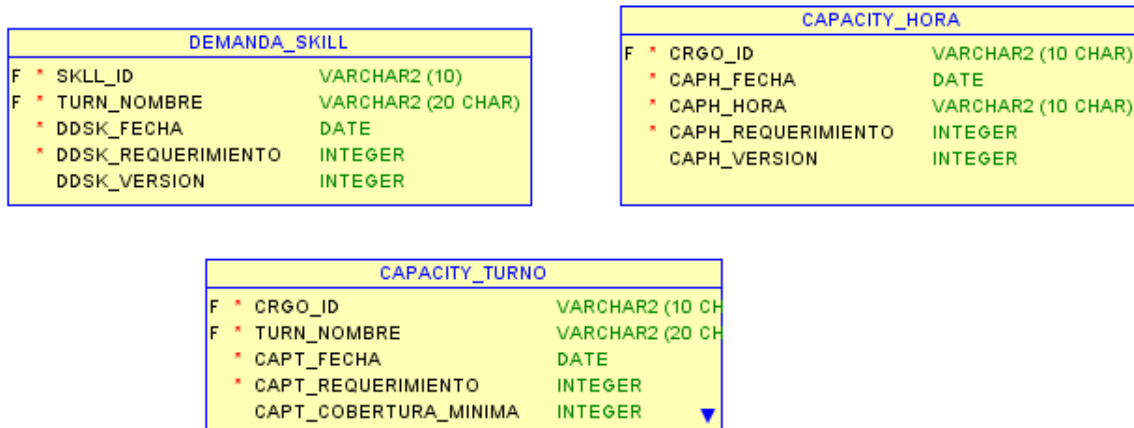


Figura 10: Detalle Base de Datos: Información de los requerimientos de personal

Estas 3 tablas contienen la información acerca de la cantidad de personal que se necesita en cada turno u hora dentro del mes y de las necesidades específicas por algún tipo de capacitación en particular. Estas tablas no tienen relación directa entre sí, aunque sí se relacionan con las tablas que contienen los permanentes de estructura de negocios de Andes: en el caso de las tablas *Capacity_Hora* y *Capacity_Turno*, corresponde a la tabla *Cargos* de la empresa, mientras que en el caso de *Demanda_Skill* corresponde a *Skills*.

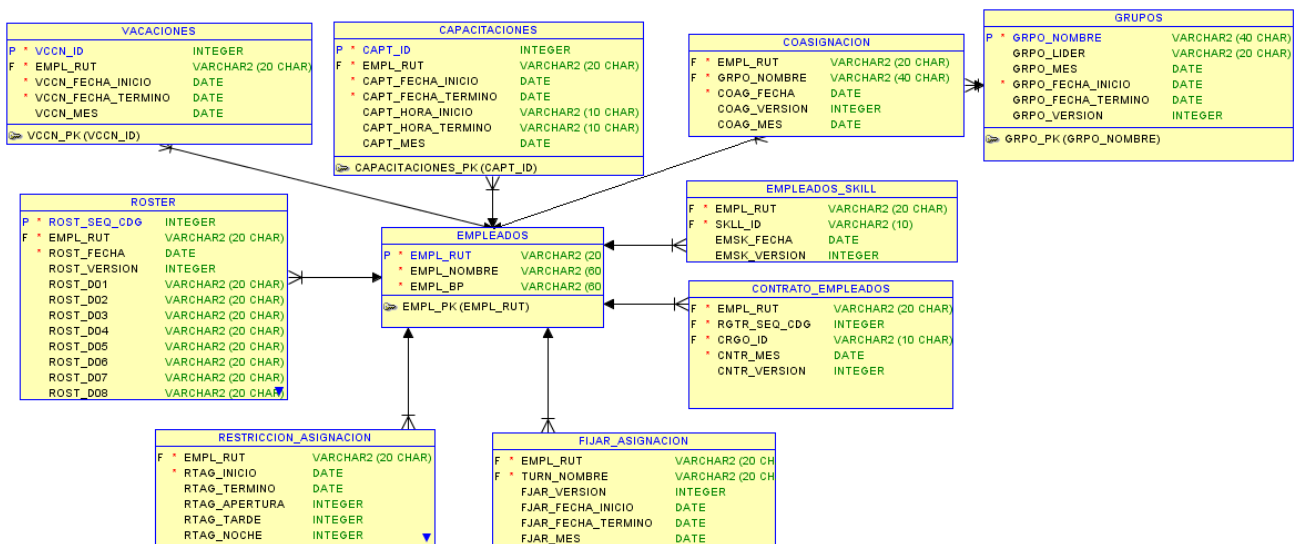


Figura 11: Detalle Base de Datos: Información del personal

La Figura 11 representa la sección de la base de datos que contiene el mayor número de relaciones de todas las secciones, mantiene la información respecto a cada empleado y la empalma con su rol mensual. Esta información es de vital importancia que sea identificada por

el periodo en el que es válida, así como su número de versión, pues ésta varía mes a mes, y los datos pueden ser modificados tanto para el mismo mes en curso, como para experimentos en distintos escenarios futuros.

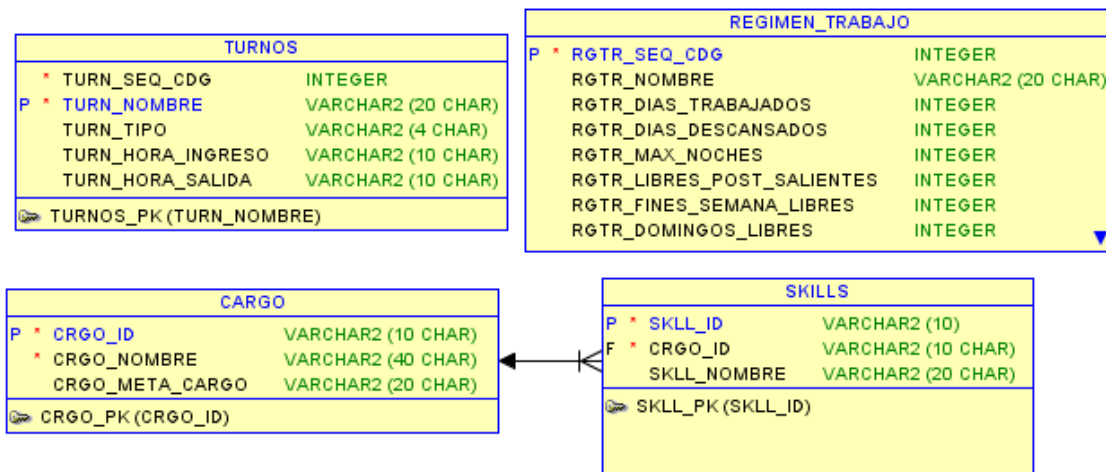


Figura 12: Detalle Base de datos: Información de Andes

Esta sección de las tablas de la Base de Datos contiene información referente a temas históricos de Andes. Regímenes de trabajo, definiciones turnos y cargos, grupos creados e identificadores de skills. Esta información es referenciada por las otras tablas y su contenido no admite versionamiento. Lo contenido en estas tablas refleja el modelo de negocio y las definiciones de largo plazo de la empresa por lo que su edición está restringida.

4. Diseño Detallado de la Solución

En el capítulo anterior se presentó la arquitectura general del software implementado. En este capítulo se analizará en primer lugar de forma detallada los módulos a programar y cómo se relacionan con las estructuras de datos ideadas. A continuación se describirá el flujo proyectado a través del sitio.

4.1. Diseño Detallado de Módulos

A continuación se presentan los módulos que forman parte de la arquitectura lógica presentada en la Figura 8, detallando la función que deben cumplir y los procesos que los constituyen.

4.1.1. MD001: Importar Datos

Función: Permite agregar la información necesaria al sistema a partir de archivos extraídos de las distintas fuentes de datos (figura 13).

- 1.1 *Selección de archivos o fuentes*: El usuario escoge qué archivos desea cargar en el sistema.
- 1.2 *Validación de los archivos*: Al seleccionarlos e intentar subirlos, se realiza una validación para confirmar que el(los) archivo(s) cumplen con el formato requerido.
- 1.3 *Subida de archivos al sistema*: Habiendo sido validados, los archivos pasan a ser cargados a la base de datos.

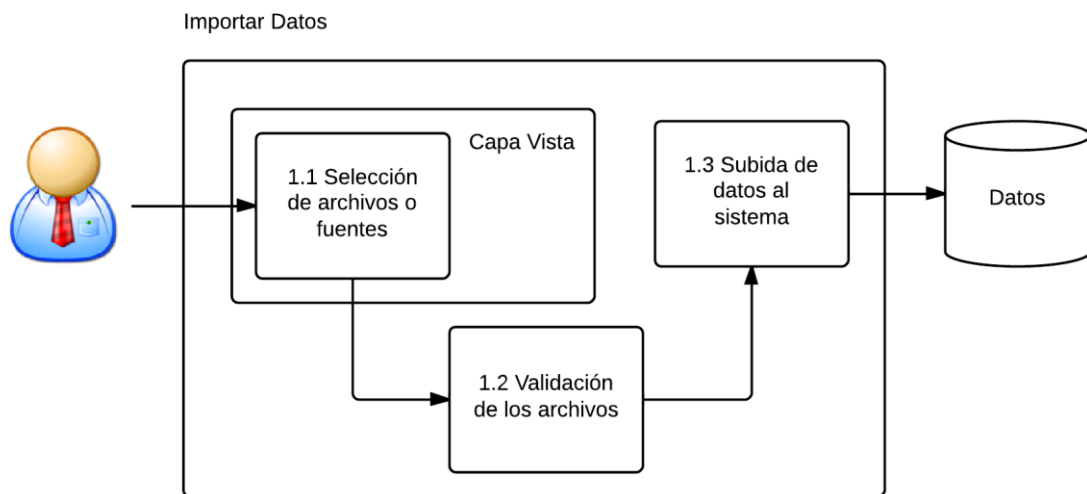


Figura 13: Importar Datos

4.1.2. MD002: Edición de Datos

Función: Permite al usuario editar y agregar datos en la base de datos.

- 2.1 *Captura de consulta*: Se capturan las consultas sobre las tablas que el usuario desea revisar.

2.2 *Construcción de consultas*: Se construyen las consultas capaces de realizar las necesidades del usuario. Éstas incluyen inserciones, eliminaciones y actualizaciones a los datos contenidos en la base de datos, con datos entregados en el momento por el usuario.

2.3 *Formato de la respuesta*: La información antes de ser entregada al usuario se procesa para mantenerla en un formato usable por el usuario.

2.4 *Edición de Celdas*: El usuario edita las celdas de las tablas mostradas en la vista de edición. Las modificaciones deben ser entregadas al módulo 2.2 para que se generen cambios en tiempo real en la base de datos.

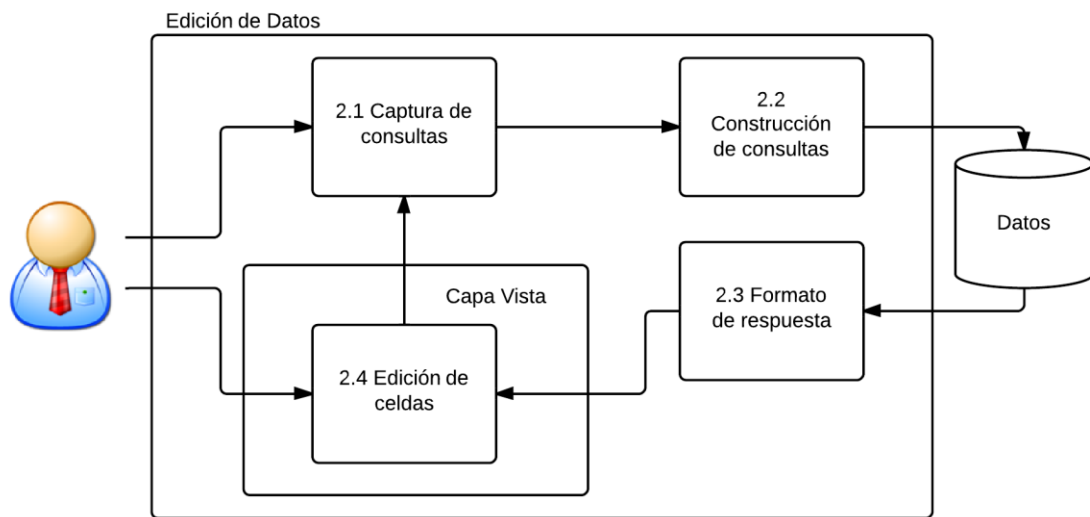


Figura 14: Edición de Datos

4.1.3. MD003: Reportería

Función: Diagrama y formatea la información de manera que el usuario pueda obtener indicadores claves para el manejo del negocio de manera entendible a partir de la información contenida en el rol.

3.1 *Captura del requerimiento de reporte*: El usuario realiza la selección de qué reporte desea generar y se captura ese requerimiento.

3.2 *Construcción del reporte*: Se realizan las consultas a la(s) tabla(s) para obtener los datos básicos y se calculan los indicadores requeridos.

3.3 *Visualización de los KPI*: Se cargan los datos e indicadores calculados y se diagraman en la manera que es necesario para el reporte.

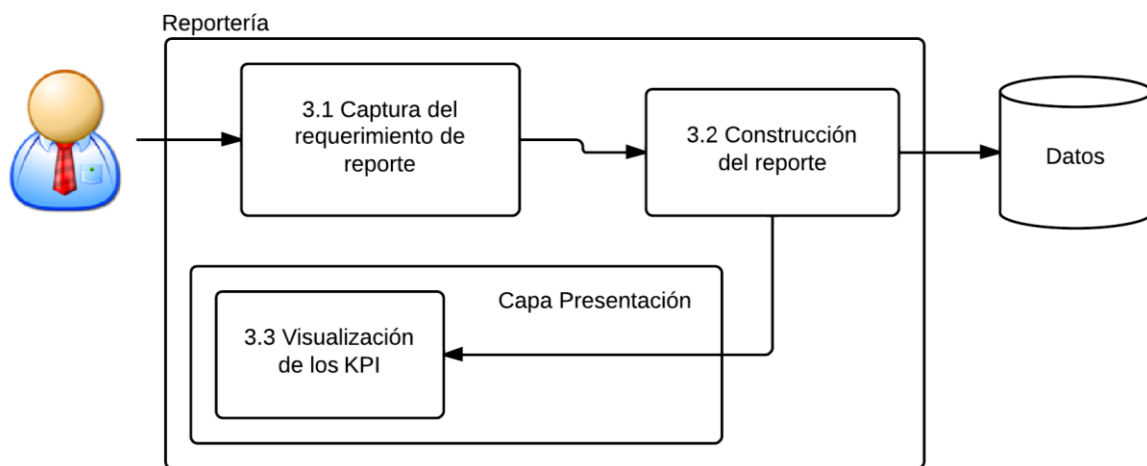


Figura 15: Reportería

4.1.4. MD004: Exportar Datos

Función: Entrega la capacidad de extraer los datos brutos desde el sistema y poder observarlos en los sistemas legados existentes en Andes.

4.1 *Capturar Archivos a exportar*: El usuario realiza previamente la selección de que archivos particulares desea obtener.

4.2 *Obtener Datos*: Módulo encargado de generar las consultas necesarias para la generación de los archivos.

4.3 *Generar Archivos*: A partir de los datos obtenidos por el MD004.2 se pasa a generar los archivos en el formato y extensión requeridos.

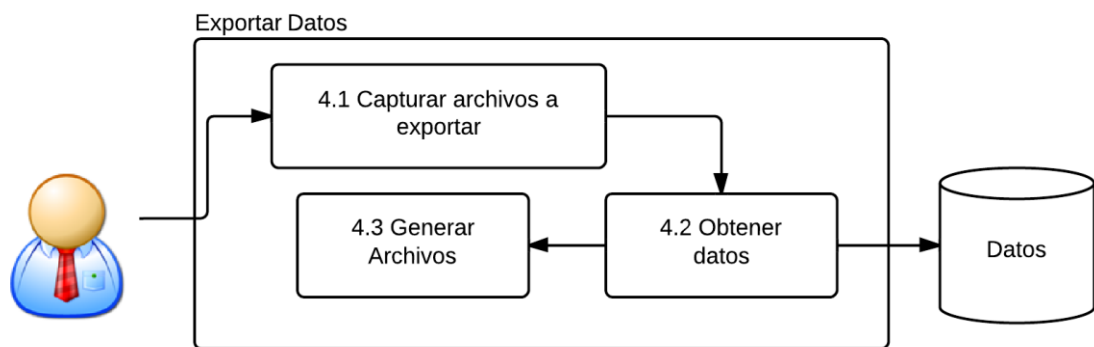


Figura 16: Exporta Datos

4.1.5. MD005: Generar Rol

Función: Funcionalidad principal del sistema, a partir de los datos que se encuentran en la base de datos y utilizando la exportación de datos se le entrega la información del mes al software solver para obtener un roster óptimo. Una vez que se tiene el resultado, este es importando a la base de datos, donde puede ser editado, exportado y se le puede calcular sus indicadores.

- 5.1 *Captura de cargos a generar*: Captura los cargos a los que el usuario desea generar roles.
- 5.2 *Validar información existente*: Habiendo recibido los cargos, se consulta si existen datos suficientes en la base de datos para generarlos.
- 5.3 *Exportar archivos*: Confirmado que existen los datos mínimos necesarios, se procede a generar los archivos que necesita el modelo en el formato que los necesita.
- 5.4 *Comunicación con el solver*: Teniendo los archivos generados, se procede a llamar al solver de modelos, dándole como parámetros el modelo de optimización y los datos tomados desde la base de datos. Este módulo además debe quedar a la espera de los resultados y manejar posibles timeouts.
- 5.5 *Ingreso de archivos al sistema*: El solver entrega como respuesta un archivo, que debe ser leído y cargado al sistema antes de poder continuar.
- 5.6 *Despliegue del Rol*: Por medio de consultas a la base de datos y habiendo obtenido respuesta positiva del MD005.4 se procede a generar la vista de visualización de rol.

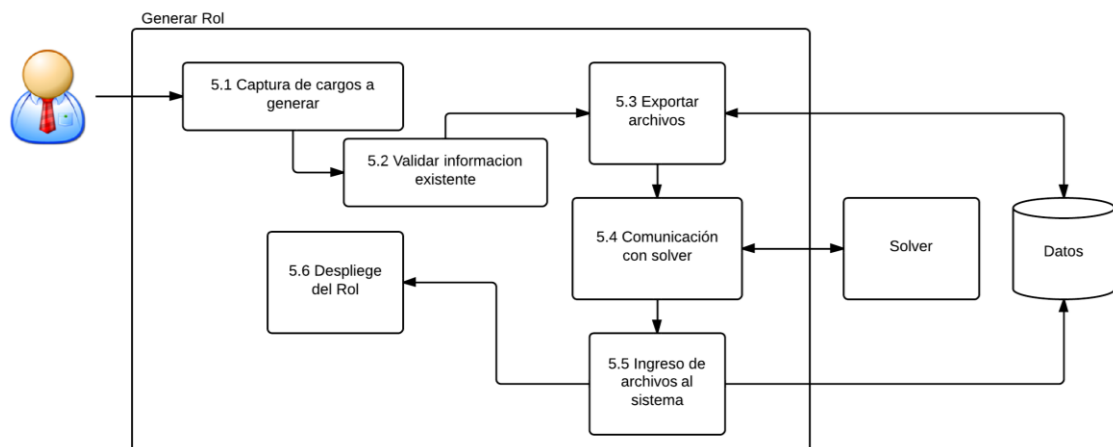


Figura 17: Generar Rol

4.1.6. MD006: Editar Rol

Función: El usuario debe tener la capacidad de generar modificaciones a un rol previamente generado y que exista en el sistema. Estas modificaciones puede ser: cambios en los turnos, agregar o quitar empleados, crear vacaciones y capacitaciones, etc. Estas modificaciones no deben ser replicadas en la base de datos, tanto porque en algunos casos corresponden sólo a pruebas de concepto de nuevos patrones de rol, como porque no es parte de las atribuciones del área de Planning.

- 6.1 *Captura de cambios*: Se capturan los cambios que se desean realizar. Sean estos nuevos datos o modificaciones a campos existentes.
- 6.2 *Validación de cambios*: Módulo que valida que los cambios son realizables.
- 6.3 *Modificaciones en la base de datos*: Módulo que ejecuta los cambios en la base de datos

6.4 *Presentación de los cambios*: Módulo que presenta los cambios al usuario.

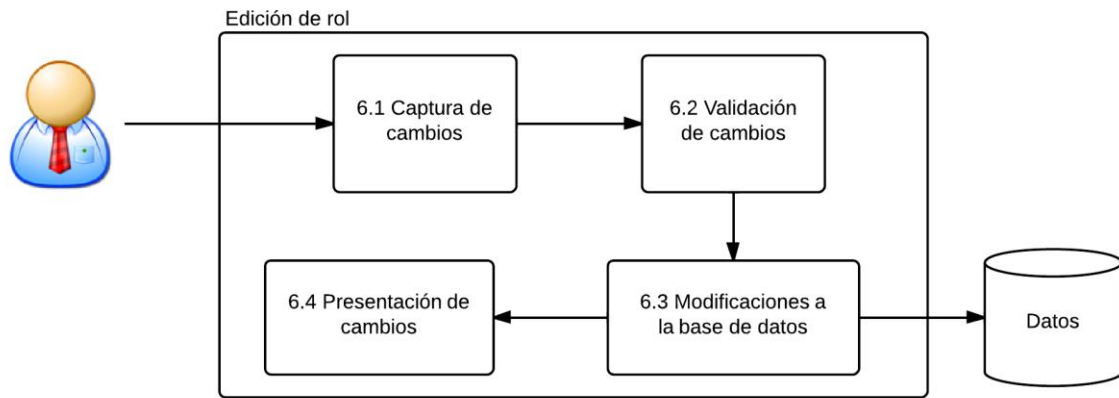


Figura 18: Edición de rol

4.2. Diseño Detallado de Navegación

Junto con la descripción detallada a nivel de módulos de programación que se identificaron y se requieren para el funcionamiento del sistema completo, se debe describir también, el flujo de páginas en las que estas funcionalidades serán utilizables por el usuario final y como ellas se relacionan. Este flujo se muestra a continuación:

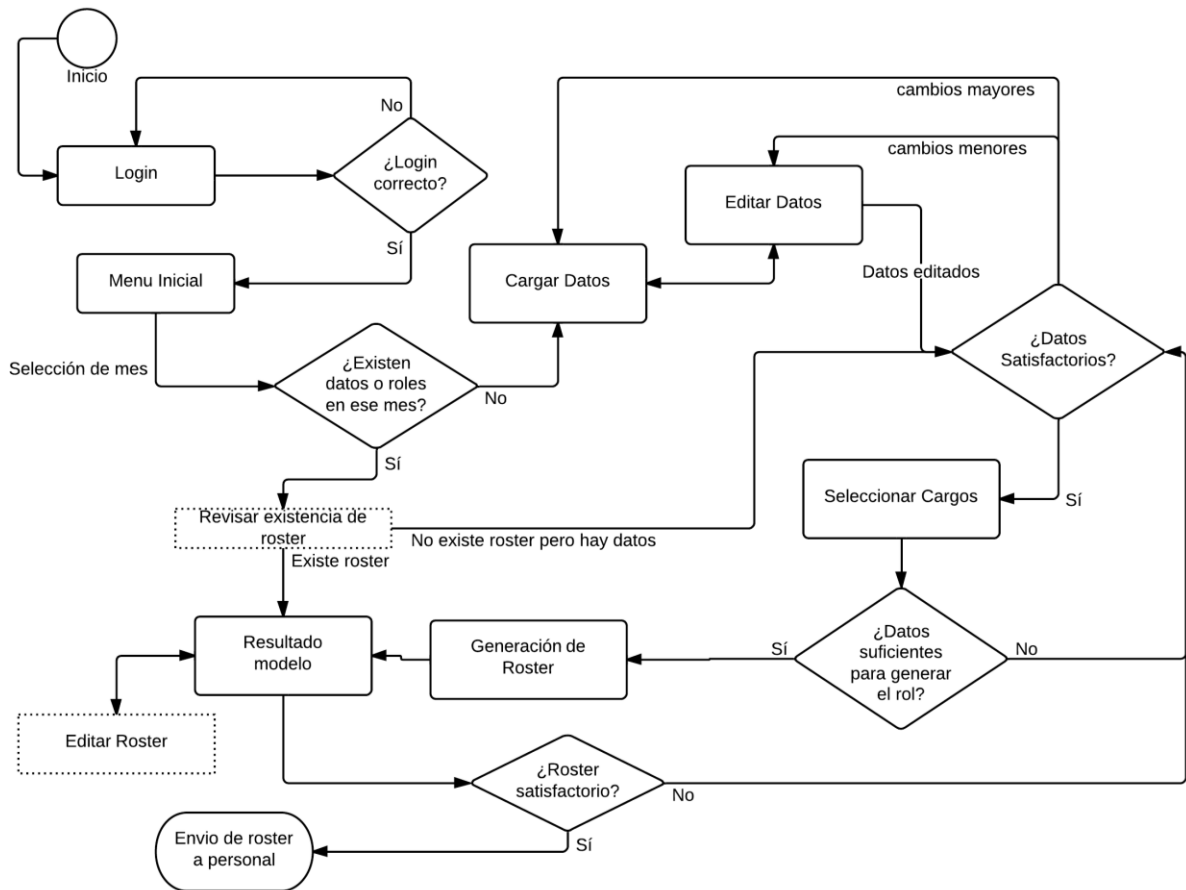


Figura 19: Diseño detallado de Navegación

Uno de las necesidades de Andes es que el proceso sea secuencial; esto es, que no se pueda avanzar hasta que el paso anterior esté confirmado. De esta manera, el flujo se vuelve restrictivo en cuanto a la secuencia que se debe seguir y a los pasos finales del proceso quedan sujetos a que se hayan realizado los pasos intermedios al menos una vez con anterioridad para la instancia/mes que se está ejecutando.

1. *Login*: La primera vista a la que entra un usuario es la de identificación. Uno de los requerimientos de Andes de diferenciación de usuarios y seguridad hacen necesario que aquellos que desean utilizar el sistema deben tener estar certificados.
2. *Menú Inicial*: La vista que se abre una vez ingresado el usuario es la de menú inicial. En ésta se seleccionará el mes en el que se desea trabajar. A este nivel tiene que haber visibilidad acerca de que actividades se pueden realizar: Si el mes ya tiene datos cargados o un roster generado, se debe poder ir a trabajar directamente sobre ellos, saltándose los pasos de carga y edición de datos.
3. *Cargar Datos*: Por necesidades del ambiente en producción del cliente, la información necesaria para la construcción de un roster debe ser subida mes a mes y cargada desde sus propias bases de datos como archivos de texto. Esto producto de que los servidores

donde finalmente estará desplegada la aplicación web no tienen conexión con las bases de datos internas que manejan al interior de la empresa y, al mismo tiempo, el mantenimiento de las bases de datos proyectadas para cumplir con las exigencias de temporalidad que requiere Andes hacen poco recomendable la copia de información ya contenida en las tablas para nuevos meses.

4. *Edición de Datos:* Una vez que existan datos para el mes en que se trabaja, se puede proceder a modificarlos. Para evitar anomalías en la base de datos, en la vista de edición de datos, un usuario sólo podrá editar datos mensuales de la información. Los datos existentes que hagan referencia a información interna de Andes sólo podrán ser modificados por un administrador del sistema.
5. *Selección de Cargos:* Una vez que el usuario se encuentre satisfecho con la información que existe en el sistema para el mes en cuestión, se puede proceder a seleccionar el o los cargo(s) que se desea generar. Es en esta vista que se revisa si existen la cantidad mínima de datos requeridas para la generación de un roster.
6. *Generación de Roster:* Esta detención en el proceso de generación de roster es la página de espera a que el solver resuelva el modelo matemático. Al interior del sistema, al desplegarse esta pantalla, se están exportando los datos de la base de datos al modelo, corriendo el script de solver y quedando a la espera de un resultado o timeout.
7. *Resultados del modelo:* El resultado final del modelo matemático corresponde a un roster para los cargos que fueron seleccionados con anterioridad. Este resultado debe ser editable. Cuando el usuario está satisfecho con el roster generado o modificado y el trabajo realizado corresponde al roster del mes siguiente, este puede ser enviado a los empleados de la empresa desde donde pasan a ser sus turnos para el mes.

Las interfaces que se generaron para cumplir con el flujo presentado se encuentran detalladas en el Anexo B: Interfaces de Usuario.

5. Implementación de la Solución

En la siguiente sección se presentan los pasos previos que se deben tomar para configurar de manera correcta el sistema y una breve descripción de las vistas y funciones implementadas.

5.1. Configuración Inicial

Como primer paso se deben cargar al sistema las tablas que están diseñadas para contener la información organizacional de Andes: Cargos, Turnos, Regímenes de trabajo y lista de Skills. Para ingresar estos datos se agregó a la vista de administrador en la “Cargar Datos” la opción de incluir estos archivos. Los archivos a subir mantienen un formato estándar que se encuentra detallado en el Anexo E: Información de lógica de negocios de Andes.

5.2. Proceso de generación de roster

El proceso de generación de un roster, descrito en la sección anterior, se lleva a cabo a través de diversas vistas, funciones y revisiones que se producen dentro del sitio. Los pasos necesarios y los distintos requerimientos de cada uno son detallados a continuación.

Si no existe un roster para una instancia de mes en particular, el flujo dentro del sitio es lineal: se debe avanzar en cada paso y sólo se podrá avanzar al siguiente o retroceder al paso inmediatamente anterior. Este flujo fue decidido por el cliente para mantener la lógica actual del proceso de rostering. Sin embargo, si existe algún roster cargado para ese mes, éste es visible y se puede pasar directamente a su revisión.

1. *Login*: Se hace una revisión de certificaciones del usuario al momento de ingresar para manejar los permisos de edición sobre información crítica.



Figura 20: Interfaz de Login

2. *Menú Inicial*: Una vez ingresado en el sitio, se puede seleccionar el mes en el que se desea trabajar. Al seleccionarlo se carga el detalle de la información existente para aquel mes: archivos subidos y cargos con roles creados.

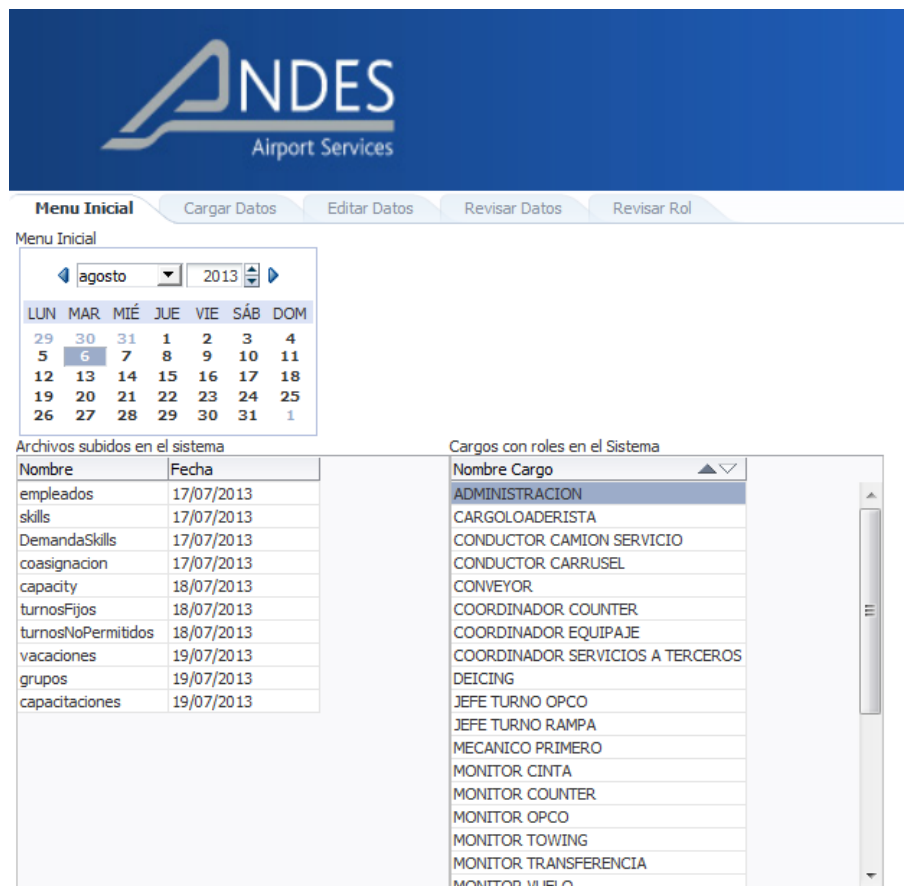


Figura 21: Menú inicial

Una vez que se selecciona el mes, este se mantiene disponible para el resto de las vistas. Este punto es relevante pues las funcionalidades del sistema toman en consideración la fecha en la que se está trabajando en el sistema, se puede pasar al resto del sitio. Si no existen roles generados para ese mes se continua con la secuencia aquí detallada, en caso contrario, se puede pasar a cualquiera de los pasos posteriores.

3. **Cargar Datos:** Para poder generar un roster, se requiere de una cantidad definida de datos que corresponden a la información de requerimientos y restricciones varias. Estos datos son ingresados al sistema por medio de esta página, separados por archivos de entrada de extensión CSV y que respetan un formato previamente establecido e informado, detallado en el Anexo E: Formato de los archivos de entrada de datos



Figura 22: Carga de datos

Al momento de subir archivos se comprueba que los datos ingresados se adhieran al formato establecido y que los datos correspondan a la información que debe ser ingresada por medio de ese archivo. Sin embargo, no es posible hacer una comprobación exhaustiva de la lógica detrás de los datos ingresados: esta debe haber sido correctamente ingresada a los sistemas de Andes.

4. *Edición de Datos:* Esta vista, que permite la edición de los datos contenidos consiste en una lista desplegable con todos los datos disponibles a modificar para el usuario. Una vez que se selecciona un elemento, se despliega toda la información de esa tabla.

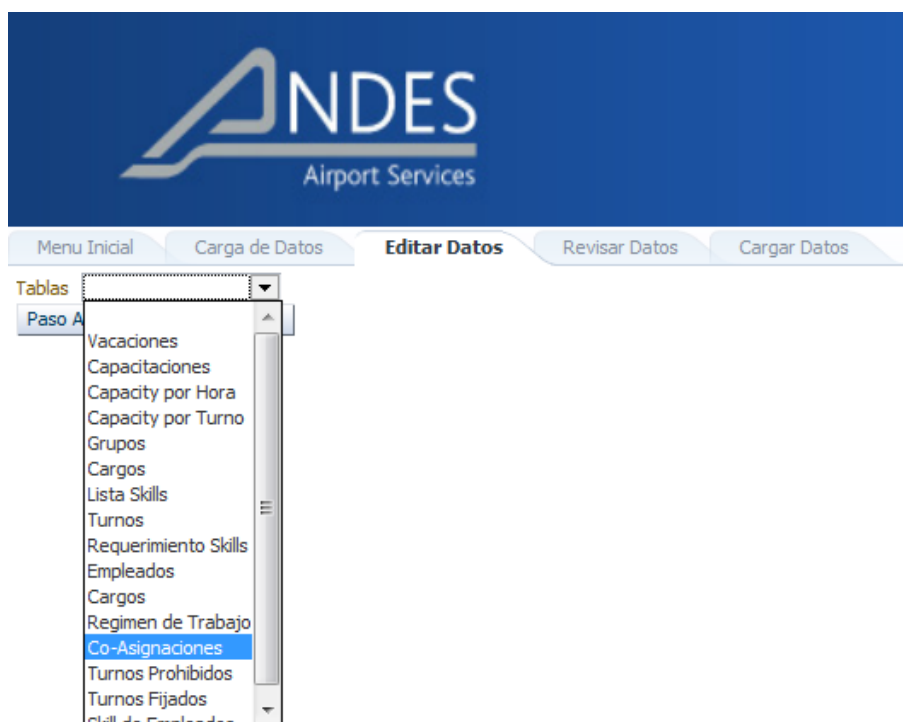


Figura 23: Selección de tabla a editar

ANDES
Airport Services

Menu Inicial Carga de Datos **Editar Datos** Revisar Datos Cargar Datos

Tablas Turnos

Paso Anterior Siguiete Paso

Nombre	Tipo	Hora Ingreso	Hora Salida
23tl	N	23:00	06:30
23btl	N	23:00	08:00
24tl	N	00:00	07:30
24btl	N	00:00	09:00
3btl	A	03:00	12:00
3ttl	A	03:00	07:00
4ttl	A	04:00	08:00
5ttl	A	05:00	09:00
6ttl	A	06:00	10:00
7ttl	A	07:00	11:00
10ttl	A	10:00	14:00
11ttl	A	11:00	15:00
12ttl	A	12:00	16:00
13ttl	A	13:00	17:00
14ttl	A	14:00	18:00
15ttl	A	15:00	19:00
17ttl	A	17:00	21:00
18&16H	A	18:30	22:30

* Código Turno

* Nombre turno

Tipo turno

Hora ingreso

Hora salida

Figura 24: Edición de tabla

Una vez que la información se despliega en pantalla, se aprecian 2 secciones. La primera, contiene una tabla con toda la información contenida en el sistema para el mes del sistema y otra que permite la edición de los campos. La tabla puede ser ordenada según cualquiera de sus columnas, y se puede filtrar casos particulares utilizando fragmentos o secciones completas de información. Una vez que el usuario está satisfecho con los datos contenidos, se puede continuar al siguiente paso.

5. *Selección de Cargos:* Se revisa qué datos cargados existen en el sistema, y de existir cuándo fue la última generación de rol. Sólo se puede pasar a la siguiente vista con aquellos cargos con los que se cuenta la información necesaria para que el *solver* pueda obtener un resultado.

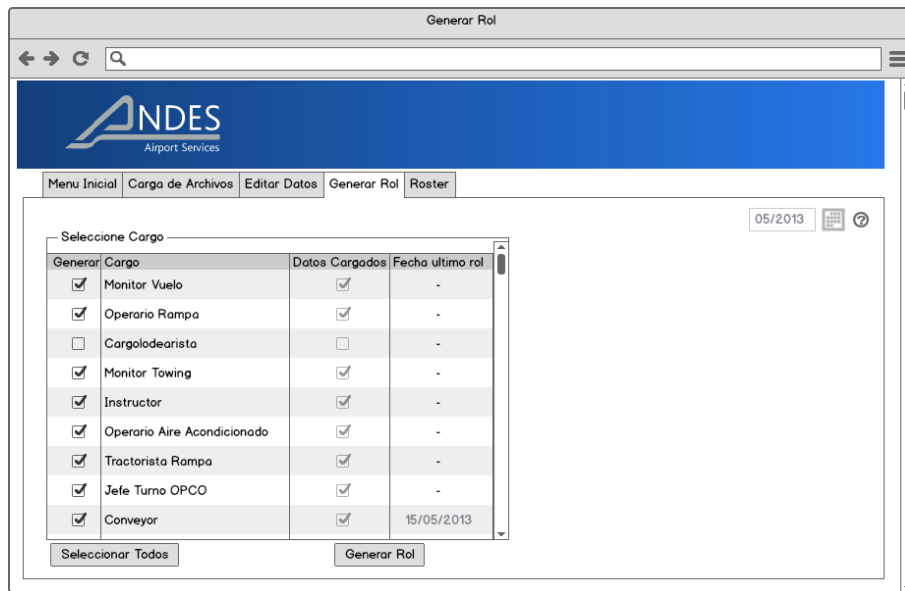


Figura 25: Selección y revisión de datos

6. *Edición de roster*: Una vez que se obtiene un roster desde el *solver*, se puede revisar en la vista de edición. Esta consiste de una sección donde se puede apreciar toda la información del roster, con la capacidad de filtrar tanto por cargo, como por datos de empleado. Al seleccionar una fila, se despliega toda la información de esa persona en una segunda zona, en la que se puede editar los turnos asignados al empleado.

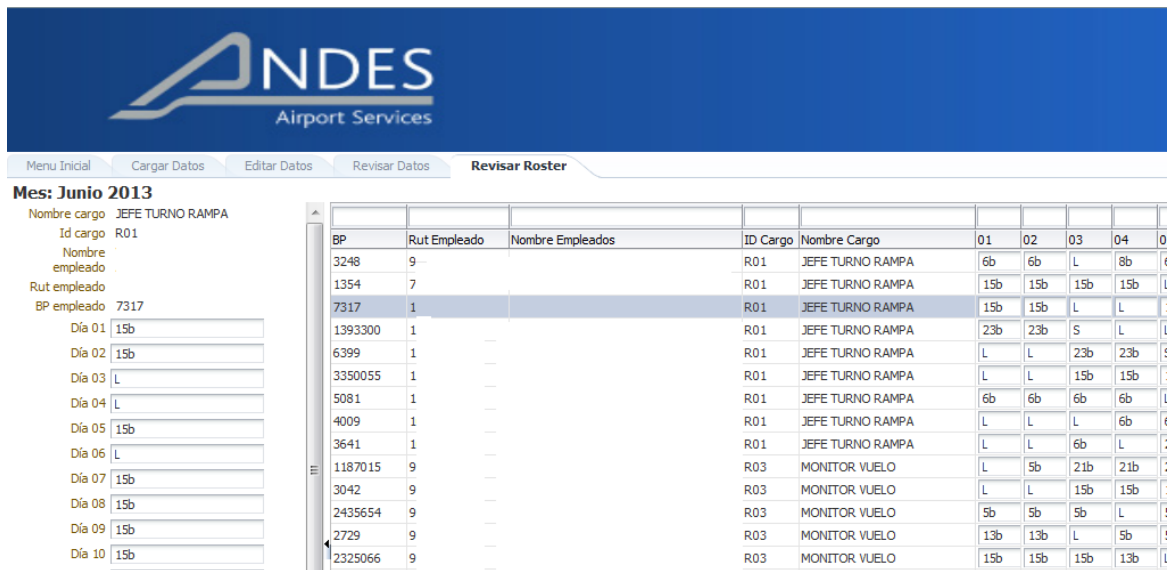


Figura 26: Edición y revisión de roster

6. Evaluación Preliminar de la Solución

El objetivo de la presenta solución constaba en la reducción del tiempo del proceso de rostering. Este proceso, como ha sido explicado, consta de 3 fases: La captura de datos, la asignación de turnos y la edición de la solución.

En primer lugar, se debe comprobar que el sistema produce roles con la misma o mejor calidad que el proceso manual. Para esto se pueden revisar los resultados y evaluarlos según los indicadores con los que la empresa trabajaba. El de mayor importancia corresponde a la medición de cobertura para los turnos. Este registro es calculado de manera sencilla comparando la cantidad de personal planificado para cada turno/hora contra la cantidad requerida de personal. Si este indicador lo tomamos a nivel de cargo y luego lo ponderamos por la cantidad de personal que trabaja en dicho cargo obtenemos otro indicador relevante, el porcentaje cubierto de turnos.

A continuación se puede revisar una comparación entre un roster generado utilizando el nuevo sistema de planificación de personal y sistema manual anterior. Se comparan los niveles porcentuales de cobertura por cargo, la capacidad para cumplir con las obligaciones sindicales o de preferencia de turnos del personal y la ponderación cobertura/personal.

Tabla 1: Comparación del porcentaje de cobertura

Cargo	Dotación	Apertura		Tarde		Noches	
		Andes	U. Chile	Andes	U. Chile	Andes	U. Chile
Cargoladerista	21	97%	87%	60%	87%	100%	100%
Conductor Carrusel	8	100%	88%	77%	90%	100%	100%
Coordinador Equipaje	20	100%	99%	100%	100%	100%	100%
Jefe Turno Rampa	9	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Monitor de Vuelo	55	89%	85%	85%	86%	88%	100%
Monitor Opco	21	98%	85%	75%	75%	73%	100%
Operario Equipaje	135	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Towing	24	80%	83%	80%	100%	100%	100%
Tractorista PEQ	34	100%	98%	100%	100%	100%	100%
Operario Rampa	145	86%	90%	96%	90%	68%	85%
Ponderación de Cobertura		93%	93%	93%	93%	88%	95%

Tabla 2: Comparación de obligaciones cumplidas

Cargo	Restricciones cumplidas		
	Andes	U. Chile	Dif.
Cargoladerista	191	231	+18%
Conductor Carrusel	69	126	+45%
Coordinador Equipaje	324	324	0%
Jefe Turno Rampa	224	271	+18%

Monitor de Vuelo	384	465	+18%
Monitor Opco	0	286	+100%
Operario Equipaje	704	747	+6%
Towing	264	300	+12%
Tractorista PEQ	791	791	+0%
Operario Rampa	302	311	+3%

Se puede observar que la cantidad de requerimientos que se cumplen es mayor utilizando el nuevo sistema y la ponderación de coberturas se mantiene estable tanto para los turnos de mañana y tarde mientras mejora en el caso de los turnos nocturnos. Esto corresponde a un proceder deseable pues los turnos de noche son, en la práctica, los que acumulan mayor cantidad de licencias médicas e inasistencias por lo que a nivel de planificación se deben mantener completamente dotados. Se debe notar también, que los cargos en los que se ve menor cobertura para ciertos turnos, en general, son también los cargos en que existen las mayores diferencias en restricciones cumplidas entre el antiguo sistema y el nuevo.

El segundo de los indicadores que Andes utiliza al momento de evaluar la calidad de un roster corresponde a la calidad de vida de sus operarios. Se decidió, junto al área de RRHH de la empresa, que una vez que se cumplen todas las normas sindicales y legales solamente queda asegurar la existencia de al menos 2 ocurrencias de días libres consecutivos al mes, para que la planificación cumpla con sus requerimientos. A continuación se presentan los resultados de esta medición donde se puede apreciar el incremento de la asignación deseada utilizando el nuevo sistema.

Tabla 3: Comparación de libres consecutivos mensuales.

	Andes		U. Chile	
	Personal	Porcentaje	Personal	Porcentaje
2 Libres consecutivos al mes >= 2	419	52%	468	58%

Habiendo comprobado que la solución entrega resultados aceptables por la empresa, podemos enfocarnos en la reducción efectiva de tiempo de trabajo. Se buscaba reducir el tiempo consumido por este proceso, que inicialmente tomaba 3 semanas hábiles.

Una vez que el roster era completado en el sistema antiguo, se comenzaba el proceso de edición y revisión que se prolongaba hasta 5 días antes del comienzo del mes. Esta revisión era de gran importancia pues, al tratarse de un proceso manual en el que participaban varios actores (RRHH, área de Planning, área de Capacities), la existencia de errores de transcripción, información desactualizada y/o errónea eran comunes.

Utilizando el nuevo sistema de planificación desarrollado en esta memoria, la cantidad de errores producto de transcripciones se redujo enormemente. Esto debido a que el proceso

completo de asignación de turnos ocurre de manera automática y la información debe seguir nuevos estándares de formato y tiempos para ser aceptada. La cantidad de horas necesaria para que el modelo tome la información generada y obtenga una asignación aceptable varía dependiendo de la cantidad de restricciones, de la cantidad de empleados y de la diferencia entre esta dotación y los requerimientos de personal. La estimación de tiempos de la asignación para cada cargo puede ser vista en la siguiente tabla.

Tabla 4: Tiempos de generación de roster para cada cargo

Cargo	Tiempo (minutos)				Total (horas)
	Validación	Ejecución Sistema	Revisión	Total	
Camión de servicio	30	90	30	150	2,5
Cargoladerista	60	120	60	240	4
Carrusel	30	90	30	150	2,5
Conveyor	90	270	60	420	7
Coordinador PEQ	30	90	30	150	2,5
Coordinador SAT	30	90	30	150	2,5
Diecing	30	90	30	150	2,5
Jefe de Turno OPCO	30	90	30	150	2,5
Jefe de Turno Rampa	30	90	30	150	2,5
Monitor Cinta	30	90	30	150	2,5
Monitor Counter	30	90	30	150	2,5
Monitor de Vuelo	60	390	60	510	8,5
Monitor OPCO	30	90	30	150	2,5
Operario bomba de combustible	30	90	30	150	2,5
Operario Counter	30	90	30	150	2,5
Operario PEQ	60	270	90	420	7
Operario Rampa	60	270	90	420	7
Supervisor PEQ	30	90	30	150	2,5
Taller	30	90	30	150	2,5
Towing	30	90	60	180	3
Tractorista Carga	30	90	60	180	3
Tractorista Carguero	30	90	60	180	3
Tractorista PEQ	30	90	60	180	3
Tractorista Rampa	30	90	60	180	3
Tractorista ULD	30	90	60	180	3
Total	930	3120	1140	5190	86,5

Estos resultados muestran que utilizando el nuevo sistema, se reduce el tiempo de asignación de 2 semanas, a menos de 4 días.

Los resultados obtenidos son producidos, directamente, por un modelo de optimización cuya escritura, parametrización y lectura requieren de conocimientos avanzados de Optimización y modelamiento matemático. Sin embargo, gracias al presente sistema, el usuario final no requiere de ningún tipo de conocimiento adicional. La carga de datos es transparente, sigue los mismos estándares de manejo de datos que existe actualmente en la empresa y los resultados corresponden a los estándares con los que se trabaja. El sistema queda a cargo de darle formato a la información, de entregar al solver la información que el modelo de optimización requiere y, una vez que se tiene la respuesta, de tomarla y darle un formato legible por un humano.

7. Conclusiones y Trabajo a futuro

Durante el desarrollo de este proyecto se trabajó en el diseño y la posterior implementación de un sistema de planificación de personal. Este sistema maneja la información de requerimientos de personal y de capacitaciones, licencias, vacaciones y requerimientos especiales de los empleados de una empresa con los cuales se les genera una asignación mensual de turnos.

Este trabajo fue documentado y se mantuvo dentro de los estándares de programación y nomenclatura especificados por la empresa y se llevó a cabo a través de constantes reuniones con el personal de Andes en las que se detallaban los usos y necesidades que se requerían de la solución tecnológica a desarrollar, en el subsiguiente trabajo en comprender y simplificar el proceso completo, en idear las arquitecturas y estructuras de datos capaces de soportar dicha información y, finalmente, desarrollar, probar y validar la solución.

El sistema desarrollado entrega como input a un solver toda la información que requiere en los formatos necesarios y obtiene como resultado un archivo que es leído y cargado dentro de la base de datos para su posterior gestión, entregando a un usuario las herramientas necesarias para su revisión, medición y, en caso de ser necesario, edición a través de las interfaces de usuario que proporciona el sitio web.

Previa a la puesta en marcha en Andes, el sistema fue ampliamente probado, tanto por el equipo de desarrollo del sistema computacional como por el equipo de modelamiento, para comprobar que el sistema entregara los resultados esperados cuando finalmente se desplegara en la empresa.

El desarrollo de la aplicación presentó una serie de dificultades. En primer lugar el equipo de trabajo no tenía experiencia en el framework utilizado, pese a cumplir con las necesidades por las que fue escogido. Esto llevó a problemas en el aprendizaje y un leve retraso en el avance del proyecto, aunque finalmente se logró manejar de manera adecuada la herramienta y obtener los resultados que se esperaban, esto es, un menor tiempo de respuesta para producir los cambios que requería el usuario.

En segundo lugar existieron problemas de comunicación con la empresa. Al momento de iniciar el proyecto ninguna de las personas con las que entablaron reuniones tenía un conocimiento completo y acabado del proceso real de rostering. Esto llevó a muchos cambios en los requerimientos iniciales, tanto del sistema de manejo de datos como para el modelo de optimización que terminaron prolongando el proyecto por más tiempo del propuesto inicialmente y forzando al equipo a estar constantemente modificando los avances obtenidos.

A pesar de estas dificultades, sin embargo, se logró entregar un producto que cumple con las necesidades requeridas y que fue validado tanto por el equipo especializado en el área matemática, como por la propia empresa.

Producto de las nuevas herramientas que se le entregaron al Área de Planificación, surgieron nuevas ideas de parte de Andes. Teniendo en cuenta estas nuevas necesidades, en un futuro se podría extender la herramienta para obtener todas o algunas de las siguientes opciones:

1. *Mejores vistas de reportes*: Según lo requerido por Andes se procedió a generar una serie de reportes simples (tablas) para manejar estadísticas del roster actual. Sin embargo ya que la información histórica de rosters pasados existe en la base de datos esta información podría ser mostrada de maneras visuales como gráficos o de manera más segmentada haciendo cruces entre meses o incluso años.
2. *Paso a Desarrollo/Producción*: Actualmente el desarrollo de la aplicación corresponde a una “prueba de concepto”, una figura creada para comprobar la factibilidad de proyectos de software sin la necesidad de entrar al flujo normal de certificación de proyectos de LAN. Sin embargo estaba contemplado la generación de todos los documentos necesarios para iniciar el debido proceso de un proyecto en LAN.
3. *Conexión con base de datos de RRHH*: Actualmente, debido a la separación existente entre los servicios en ejecución en Andes y los servidores de desarrollo de LAN, la comunicación entre las bases de RRHH y las necesarias por el sistema se encuentran separadas. En un futuro, la base de datos del sistema podría ser homologada a su símil en Andes reduciendo la posibilidad de errores en el manejo de información.
4. *Agregar el flujo del proceso extendido a la herramienta*: La herramienta maneja distintos tipos de usuario, pero esto sólo filtra las capacidades de edición a ciertas tablas. Como una futura mejora al sistema se podría agregar el flujo que corresponde a la creación del roster a nivel organizacional: Que el ciclo completo de captura de datos (área RRHH), requerimientos (área Capacity) construcción del roster (área Planning) y revisión (Gerencia) esté contenido en el sistema.
5. *Sistema para el manejo de turnos día a día*: El sistema propuesto en la memoria cumple con las funciones críticas: El manejo de datos para lograr generar una asignación mensual, dicha generación, y la edición del resultado. Sin embargo, queda la opción a futuro de expandir el Sistema para no sólo planificar el mes, sino también para hacerse cargo de las contingencias diarias.

8. Bibliografía y Referencias

- [1] P. Brucker, R. Qu and E. Burke, "Personnel scheduling: Models and complexity," *European Journal of Operational Research*, no. 210, pp. 467-473, 2011.
- [2] A. T. Ernst, H. Jiang, M. Krishnamoorthy and D. Sier, "Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models," *European Journal of Operational Research*, no. 153, pp. 3-27, 2004.
- [3] H. Hoogeveen and E. Penninx, "Finding Near-Optimal Rosters Using Column Generation," *Technical Report UU-CS-2007-002*, 22 December 2006.
- [4] O. Enterprise, Oracle Application Development Framework (ADF) Data Sheet, 2013.
- [5] S. O'Brien y S. Shmeltzer, Oracle Application Development Framework Overview, 2011.
- [6] H. Mittelman, «Benchmarks for Optimization Software,» 8 8 2012. [En línea]. Available: <http://plato.asu.edu/bench.html>. [Último acceso: 20 11 2012].
- [7] B. Stroustrup, C++ Programming Language, 8 ed., 1998.
- [8] M. Bazargan, Airline Operations and Scheduling, Segunda ed., Ashgate Publishing, 2010.
- [9] R. S. Pressman, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, sexta ed., Mc Graham Hill, 2004.

Anexos:

A continuación se presenta en detalle información del proyecto que, por ser demasiada extensiva o específica, no fue incorporada en el cuerpo principal de este documento. La información corresponde a:

- Casos de Uso.: El detalle de los Casos de Uso del sistema.
- Interfaces de Usuario: Las interfaces diseñadas para todas las vistas que conforman el sitio web.
- Diccionario de Datos: La descripción detallada de las distintas tablas que componen la base de datos del sistema.
- Diagrama Base de Datos: Un diagrama completo de la base de datos implementada.
- Formato de los archivos de entrada de datos: El formato de los archivos de datos que deben ser importados al sistema para su funcionamiento.

A. Casos de Uso.

Caso de Uso:	1
Descripción:	El usuario desea generar un nuevo roster par el mes en planificación
Precondiciones :	
	El mes que se desea generar es el mes que se está planeando (el mes siguiente al actual)
Flujo normal	
	El usuario ingresa al sistema por medio de un Login
	Selecciona el mes que va a generar
	Selecciona y sube al sistema los archivos necesarios para la generación de un rol
	Si los datos no son los adecuados pues necesitan algún tipo de corrección, se pasa a editarlos en una vista de edición
	En el momento que los datos sean satisfactorios, se guardan y se pasa a la siguiente etapa.
	Se seleccionan los cargos para los cuales se usara el modelo de optimización. Estos cargos tienen que tener datos en el sistema para el mes en curso
	Se da inicio al proceso de generación de roster para los cargos seleccionados
	En la vista de resultados se puede editar a mano el rol, mostrando en tiempo real los KPI
	En caso que se deban generar cambios puntuales a los datos se debe abrir un pop-up que maneje la petición
	En caso de que los cambios a realizar sean masivos, se puede regresar a la vista de carga de datos sin necesidad de volver a lanzar el roster
	Una vez satisfecho, se debe guardar el rol
	Prevía revisión del Rol con las otras áreas relevantes se pasa a liberar el rol para su impresión y envío a los empleados
Post-condiciones	

	La única información válida para la generación automática del Roster es la contenida en las bases de datos que alimentan al modelo, no así la información del resultado
--	---

Caso de Uso:	2
Descripción:	El usuario desea modificar el roster para el mes en planificación
Precondiciones :	Deben existir datos ya en el sistema y el mes a seleccionar debe ser el que se está planificando actualmente
Flujo normal	
	El usuario ingresa al sistema y selecciona el mes que se encuentra en planificación
	Si existe el Rol se puede pasar a editar. En caso de que no exista, se debe proceder a crearlo a partir de datos en el sistema. Si no existen datos en el sistema para ese cargo, entonces se debe proceder a subirlos en primer lugar
	Se realizan las modificaciones que se estimen necesarias
	Si los cambios a realizar son numerosos o existió un cambio importante en los datos del sistema, se puede pasar a editar los datos y volver a hacer funcionar el solver para generar un nuevo rol
	Una vez satisfecho, se debe guardar el rol
	Previa revisión del Rol con las otras áreas relevantes se pasa a liberar el rol para su impresión y envío a los empleados
Post-condiciones	
	La única información válida para la generación automática del Roster es la contenida en las bases de datos que alimentan al modelo, no así la información del resultado

Caso de Uso:	3
Descripción:	El usuario desea modificar un rol generado para un mes en curso
Precondiciones :	Debe existir un rol ya generado y el mes debe ser el actual
Flujo normal	
	El usuario ingresa al sistema y selecciona el mes que se encuentra en curso
	Si existe el Rol se puede pasar a editar. En caso de que no exista, se debe proceder a crearlo a partir de datos en el sistema. Si no existen datos en el sistema para ese cargo, entonces se debe proceder a subirlos en primer lugar
	Se realizan las modificaciones que se estimen necesarias
	Se selecciona personas o días que estarán fijos y que no serán modificados al momento de lanzar nuevamente el solver
	Si los cambios a realizar son numerosos o existió un cambio importante en los datos del sistema, se puede pasar a editar los datos y volver a hacer funcionar el solver para generar un nuevo rol.
	Una vez satisfecho, se debe guardar el rol
	Previa revisión del Rol con las otras áreas relevantes se pasa a liberar el rol para su impresión y envío a los empleados
Post-condiciones	

	La única información válida para la generación automática del Roster es la contenida en las bases de datos que alimentan al modelo, no así la información del resultado
	Al terminar un rol, se debe seguir un protocolo por establecer para la comunicación de este con el resto de los interesados (ya sea por envío de mails o impresión de los roles individuales)

Caso de Uso:	4
Descripción:	El usuario desea consultar o editar roles de meses anteriores
Precondiciones :	Deben existir en el sistema los meses que se desean revisar
Flujo normal	
	El usuario ingresa al sistema y selecciona el mes
	Se pasa a revisar el rol, realizándose las modificaciones que se estimen convenientes
	Al terminar la edición, se puede guardar la información del roster
Post-condiciones	
	La única información válida para la generación automática del Roster es la contenida en las bases de datos que alimentan al modelo, no así la información del resultado
	En caso de que se realicen cambios y se deseen guardar, estos son versiones del mes correspondiente (mesXversion2), quedando siempre en el sistema el mes original inmutable.

Caso de Uso:	5
Descripción:	El usuario desea crear un rol para un mes futuro
Precondiciones :	
	El mes a seleccionar no debe ser un mes pasado, o el mes en curso o en planificación.
Flujo normal	
	El usuario ingresa al sistema por medio de un Login
	Selecciona el mes que va a generar
	Selecciona y sube al sistema los archivos necesarios para la generación de un rol, si lo desea puede usar los datos de un mes en particular
	Si los datos no son los adecuados pues necesitan algún tipo de corrección, se pasa a editarlos en una vista de edición
	En el momento que los datos sean satisfactorios, se guardan y se pasa a la siguiente etapa
	Se seleccionan los cargos para los cuales se usara el modelo de optimización. Estos cargos tienen que tener datos en el sistema para el mes en curso
	Se da inicio al proceso de generación de roster para los cargos seleccionados
	En la vista de resultados se puede editar a mano el rol, mostrando en tiempo real los KPI
	En caso que se deban generar cambios puntuales a los datos se debe abrir un pop-up que maneje la petición

	En caso de que los cambios a realizar sean masivos, se puede regresar a la vista de carga de datos sin necesidad de volver a lanzar el roster
	Una vez satisfecho, se puede guardar el rol
Post-condiciones	
	Todos los datos generados se guardan como versiones, ninguno corresponde a cambios históricos o reales
	La única información válida para la generación automática del Roster es la contenida en las bases de datos que alimentan al modelo, no así la información del resultado

Caso de Uso:	6
Descripción:	El usuario desea generar reportes sobre un roster
Precondiciones :	Debe existir un roster en el sistema
Flujo normal	
	El usuario ingresa al sistema por medio de un Login
	Selecciona el mes que se desea revisar
	Ingresa a la vista de Reportaría y revisa los datos e información ahí contenida
	Una vez satisfecho, puede salir del sistema.
Post-condiciones	

B. Interfaces de Usuario

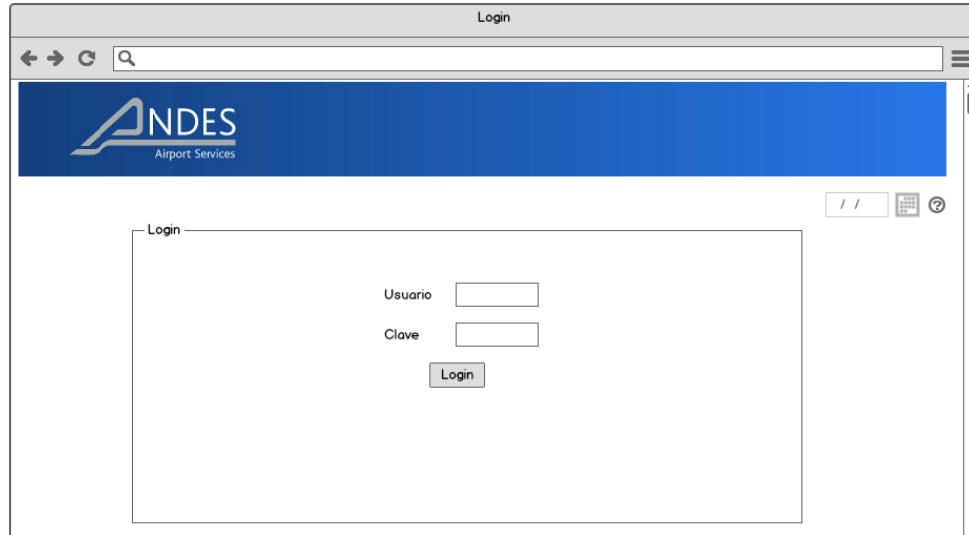


Figura 27: Login Usuarios

Existen tipos de usuarios y al momento de ingresar al sitio web se debe identificar para obtener así los permisos necesarios.

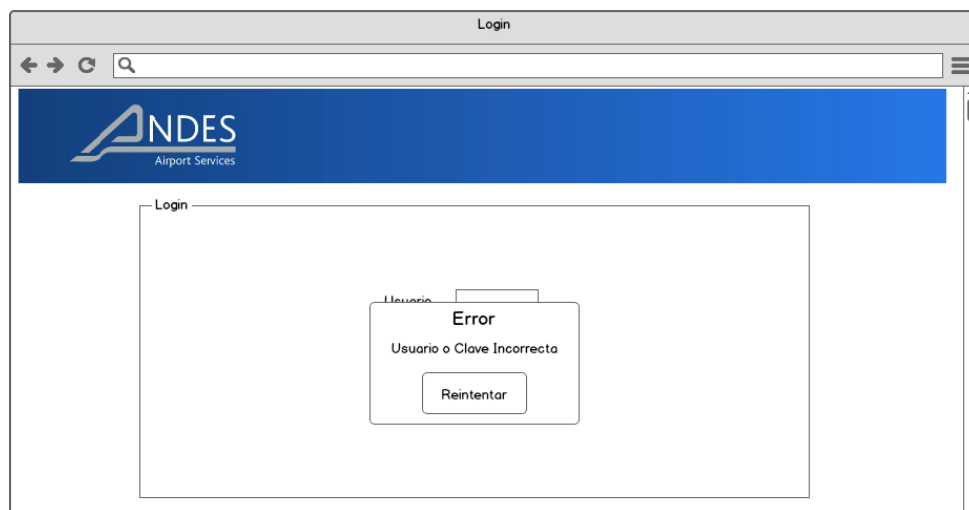


Figura 28: Error en el Login

Vista de error al momento de ingresar usuario/clave.

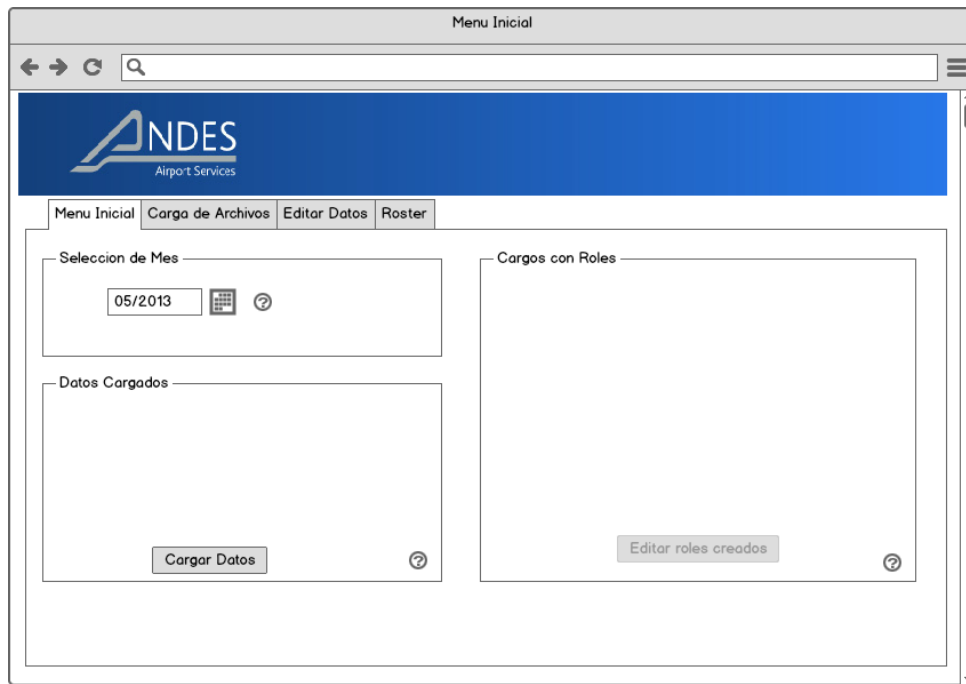


Figura 29: Menú inicio

En un comienzo no se puede observar ningún tipo de información desplegada en las zonas diseñadas para ello pero en esta página se debe escoger el mes en el que se desea trabajar: Cargos con roles (en el lado derecho de la vista) y datos cargados para ese mes (ubicado en la esquina inferior izquierda). Estos son observables en las siguientes figuras.

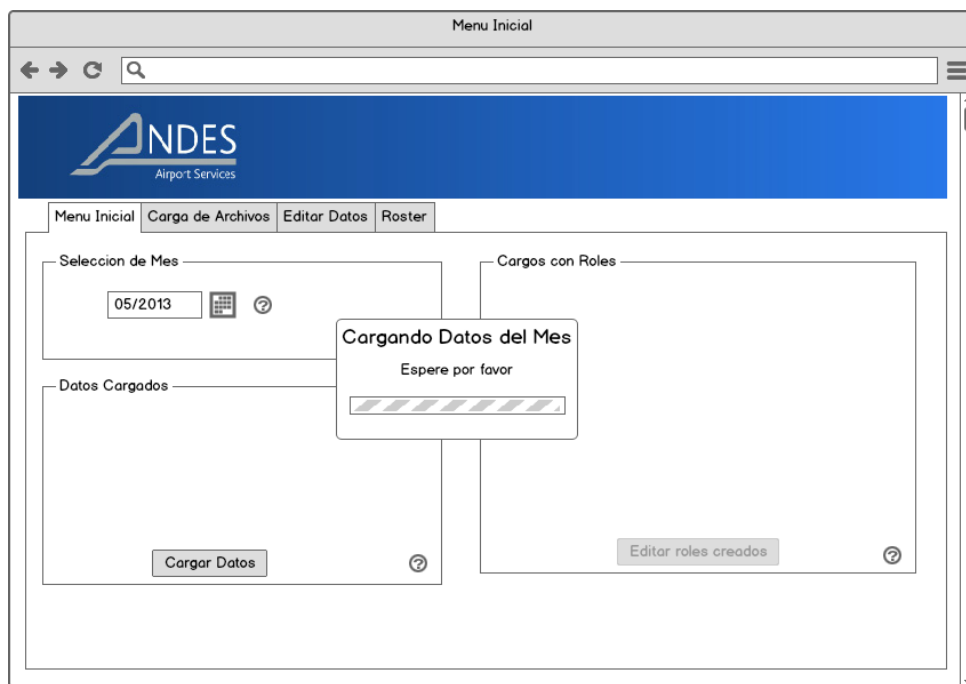


Figura 30: Menú Inicio cargando un mes existente

Carga de los datos una vez que se selecciona un mes.

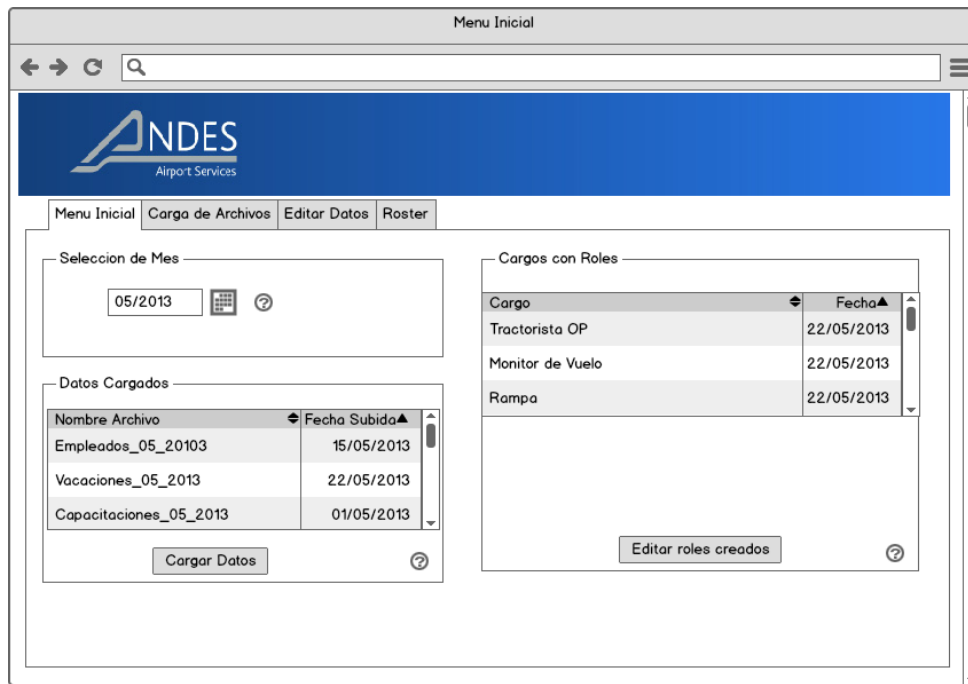


Figura 31: Menú inicial con los datos de un mes existente

Vista del menú inicial una vez que se selecciona un mes y existen datos para dicho mes. En caso de que no exista información aparecerán mensajes apropiados en las áreas de despliegue de información.

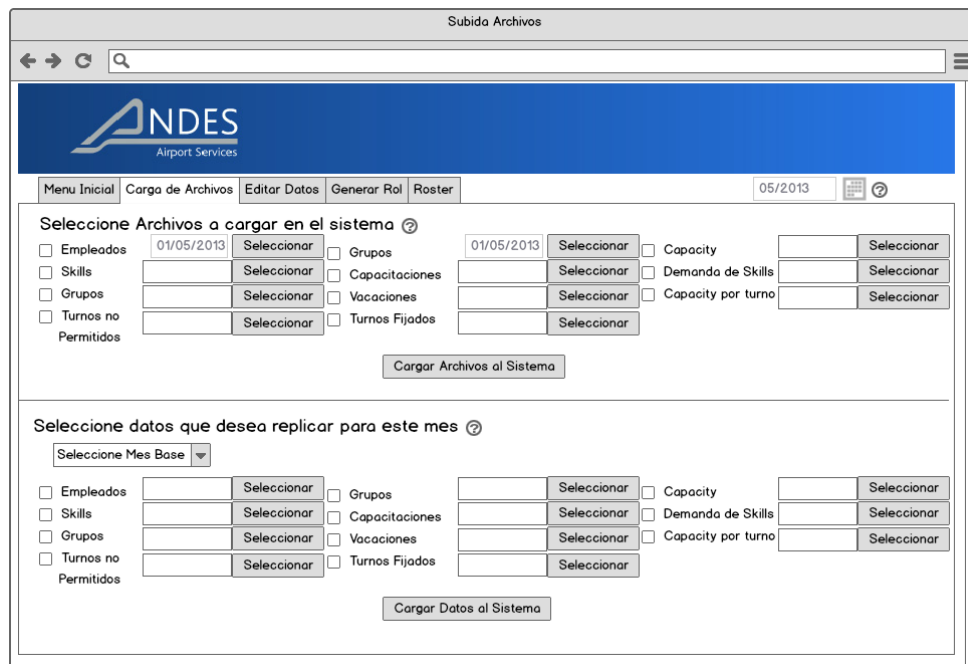


Figura 32: Carga de Datos

Continuando con el flujo esperado, la vista siguiente al seleccionar el mes corresponde a la carga de archivos. En caso de que ya existan datos subidos se podrá observar una señal informando de la fecha de la última carga.

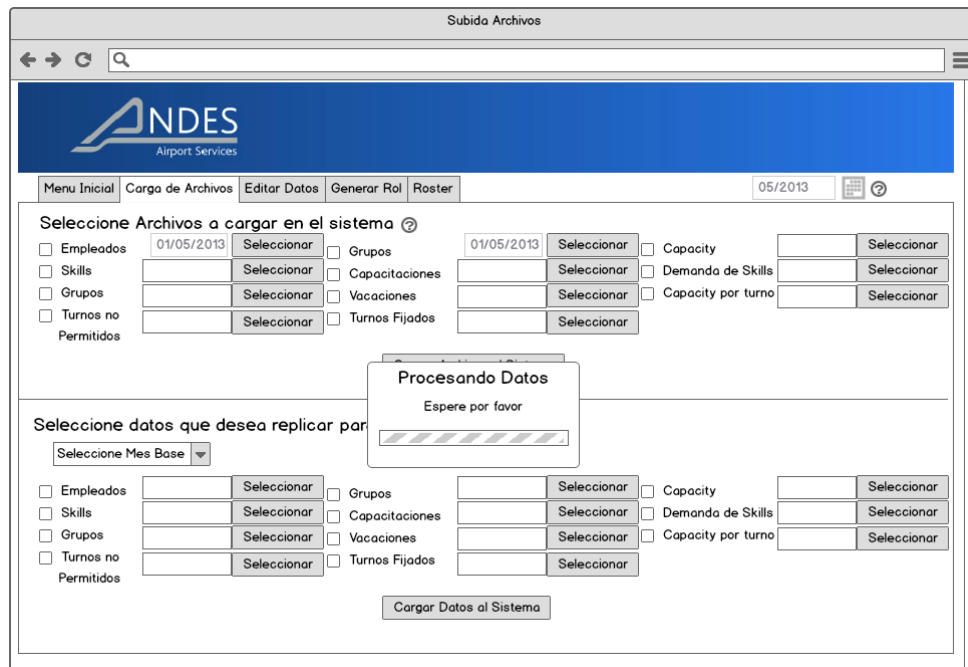


Figura 33: Cargando Datos

Mensaje de espera mientras se hace la carga masiva de datos al sistema por medio de la vista de carga de archivos.

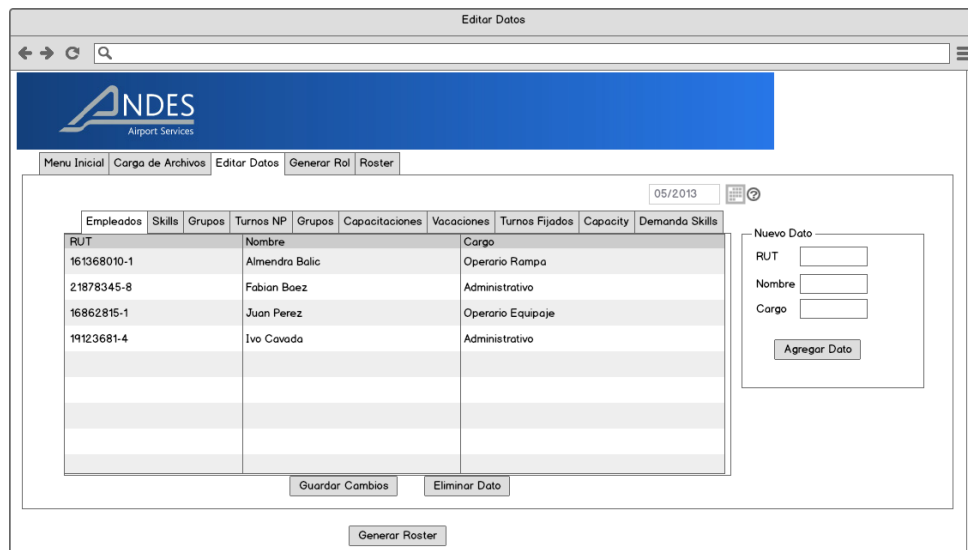


Figura 34: Edición de Datos – Empleados

En caso de que sea necesario se prosigue a la siguiente vista del sistema, que corresponde a la revisión y edición de los datos existentes para la instancia mensual en la que se está

trabajando. La vista de edición tendrá una sección para desplegar la información de las tablas correspondientes, mientras un selector permitirá seleccionar cual de la multitud de datos guardados en la base de datos sea visible. Una pequeña sección en el lado derecho permitirá agregar nuevas entradas sin la necesidad de cargar nuevamente datos de manera masiva.

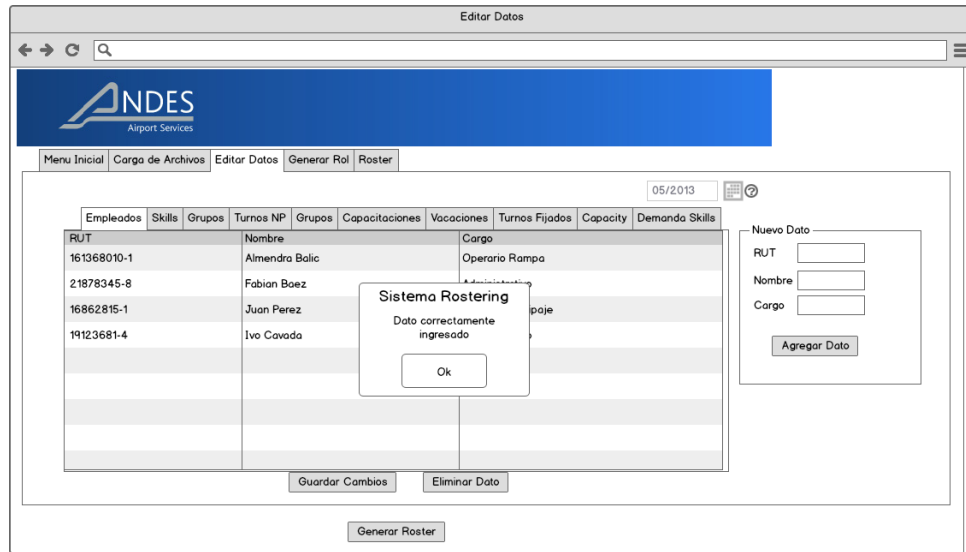


Figura 35: Edición de Datos - confirmación de dato agregado

Aviso de confirmación de cambio o información agregada.

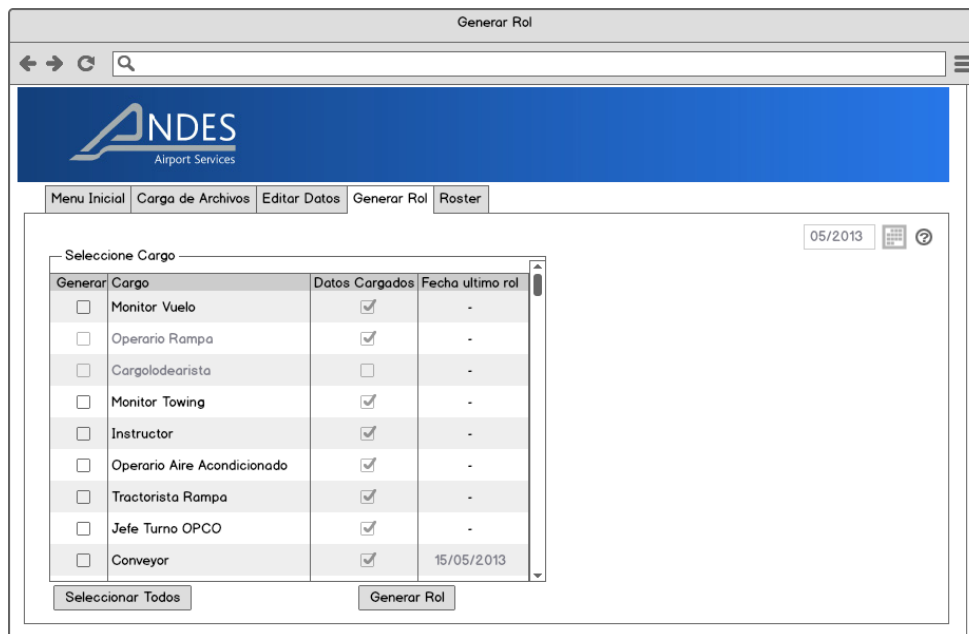


Figura 36: Generar Rol

Teniendo la información aprobada por el usuario, ya sea gracias a la edición, a datos subidos en la sesión actual o a sesiones anteriores se puede continuar a la vista de generación de roster. En esta vista se selecciona el o los cargos que se deseen generar, los cuales deben tener la

información en el sistema. Si así se desea, también se puede volver a generar un rol anteriormente realizado, posiblemente por cambios masivos en la información que se tenía de ese cargo en particular.

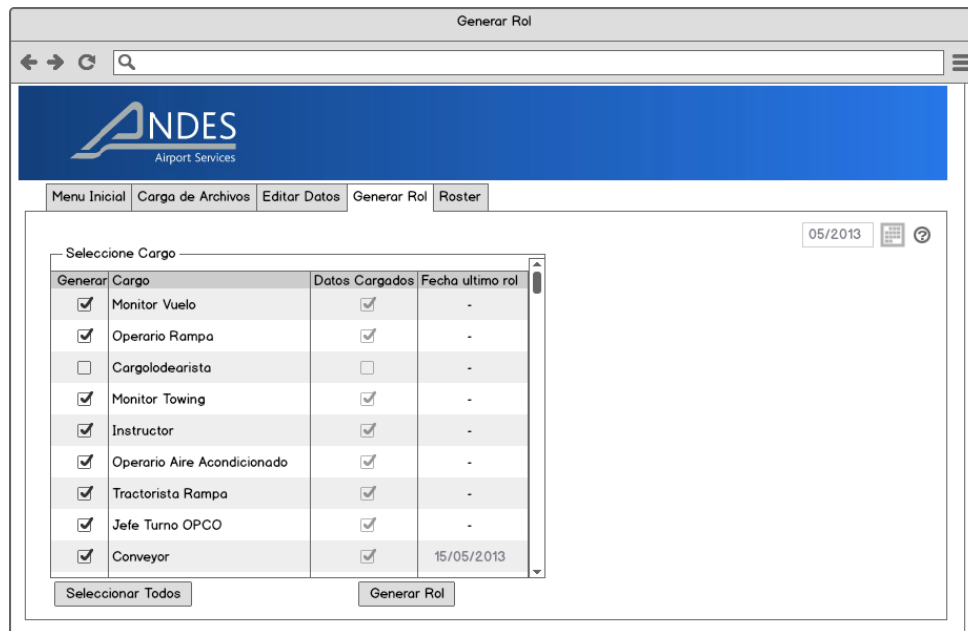


Figura 37: Generar Rol - Selección de Cargo anidado

Algunos cargos requieren que otros roles existan con anterioridad: esto producto de cargos que son dependientes de otros, como por ejemplo Jefes y sus subordinados, por lo que en esos casos se debe revisar que la situación para comprobar que esos roles estén creados o se creen en la sesión actual.

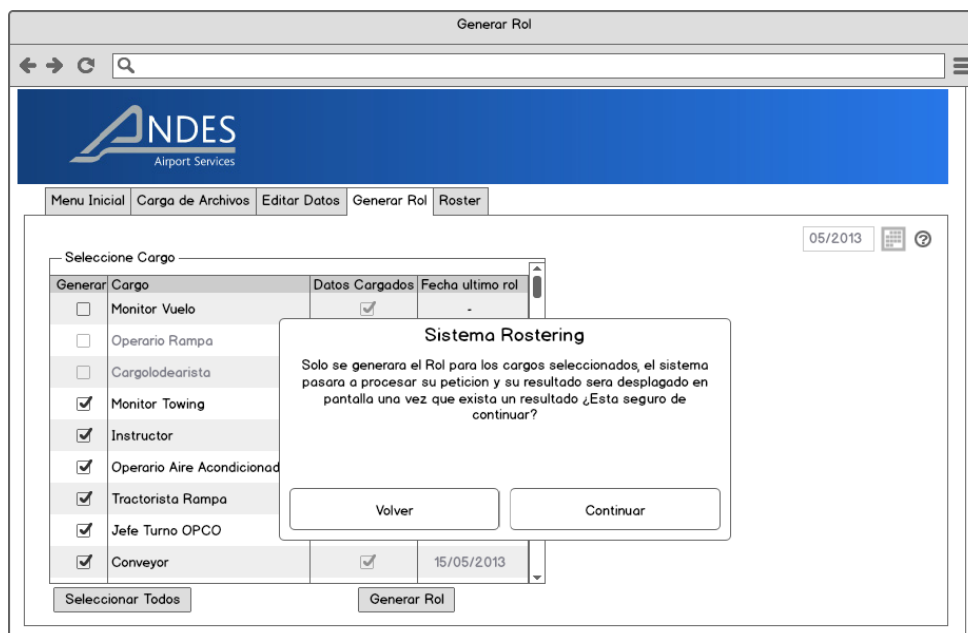


Figura 38: Generar Rol - Aviso de generación de rol

Aviso previo a la generación de rol. Incluso automatizando el proceso completo de asignación de turnos, existe la necesidad de darle tiempo al modelo optimizador para trabajar por lo que se entrega la información visual del tiempo de retardo. Lamentablemente el tiempo de espera depende completamente de la información mensual por lo que es imposible estimar el tiempo que tarda.

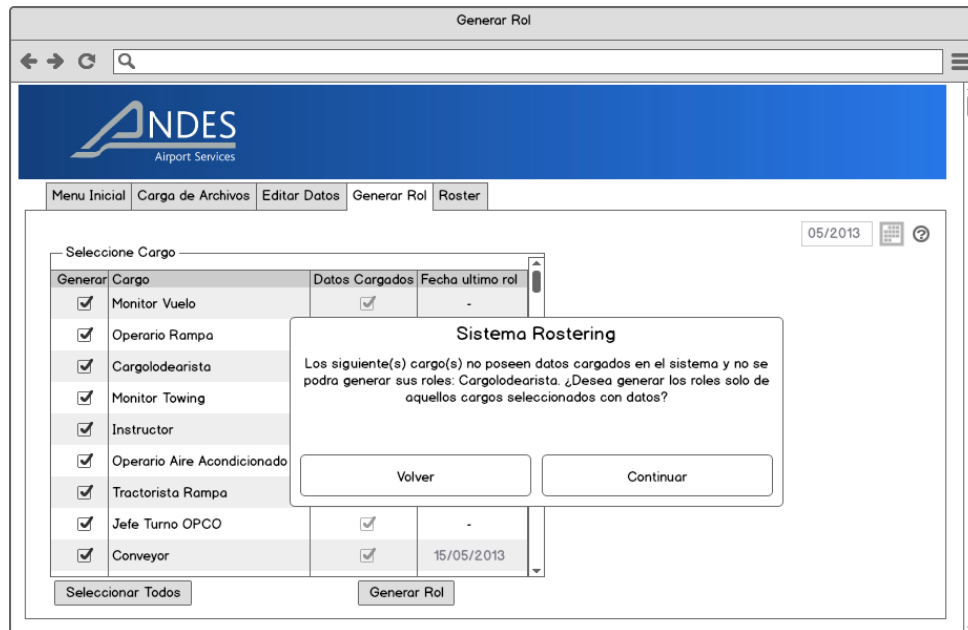


Figura 39: Generar Rol - Alerta de generación parcial

Alerta de falta de información. Si no existe información suficiente para generar el roster de alguno de los cargos seleccionados se debe dar aviso al respecto.

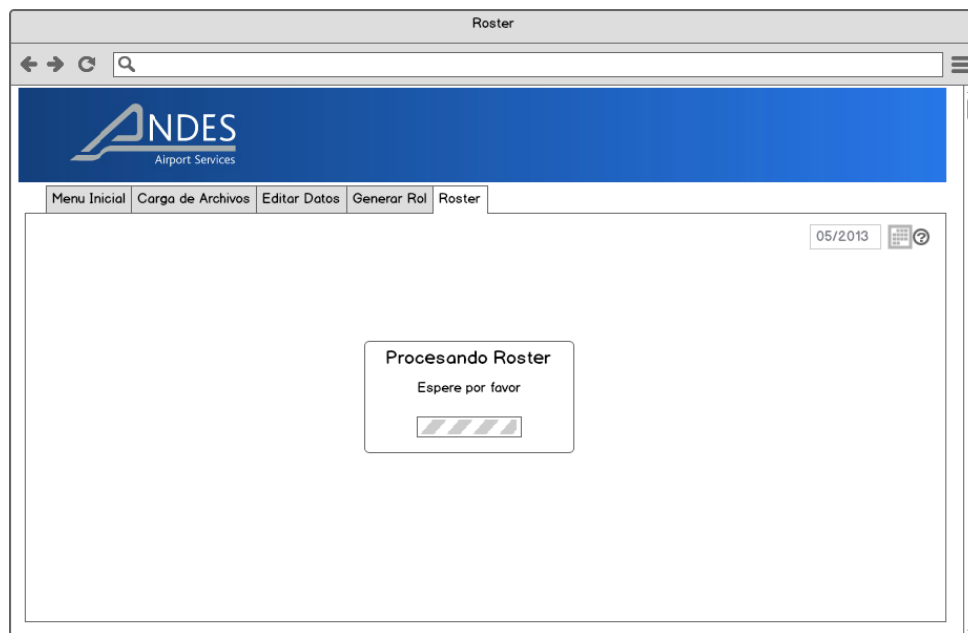


Figura 40: Roster - procesando información

Se debe dar algún tipo de feedback por medio de la página mientras se generan los archivos en el servidor. Si el usuario sale del sistema, la próxima vez que entre al sistema la página de Generación de Roster estará bloqueada mientras se siga generado en un roster.

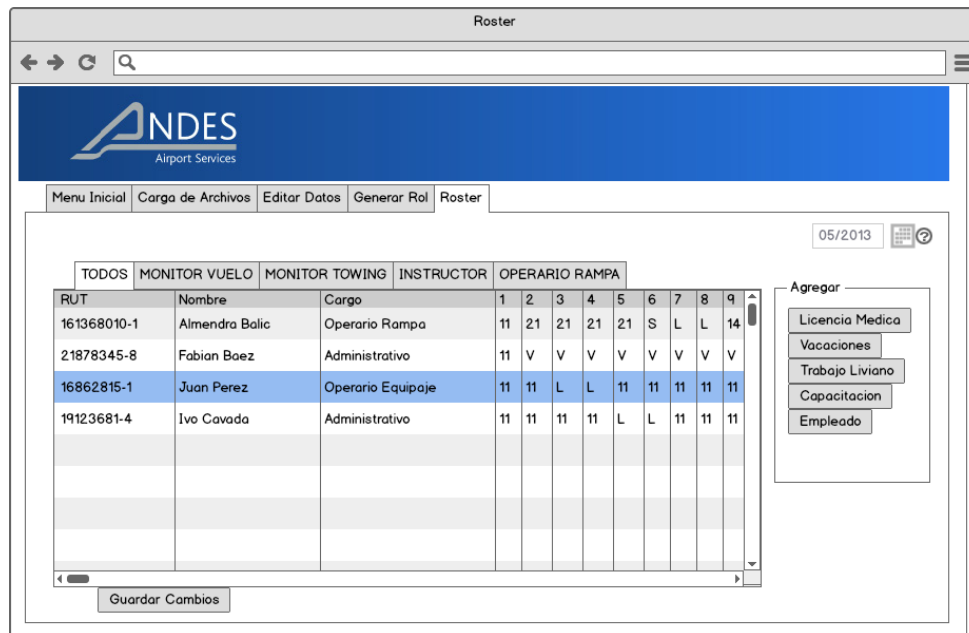


Figura 41: Roster - Edición de Resultados

Ya sea esperando en el sitio que se genere el roster para los cargos seleccionados o por medio de la edición directa de resultados obtenidos en sesiones pasadas, la vista de edición de resultados de Roster permite la modificación directa de los turnos asignados para un cargo. Existen filtros para visualizar sólo los cargos que se requieran así como para filtrar por persona. La capacidad de agregar turnos especiales pese a que no existan en los datos entregados también fue incorporada en este nivel.

C. Diccionario de Datos

En el siguiente anexo se describe detalladamente las tablas de la Base de Datos desarrollada para el sistema de Rostering, entregando una breve reseña de cada una para luego declarar cada campo existente en su interior, acompañado de tipo, un breve ejemplo del tipo de información que se guarda en esa columna y cualquier validación que se realiza sobre ella a nivel de lógica de estructura de base de datos.

Tabla: EMPLEADOS

Descripción: Tabla que guarda la información del nombre y RUT de cada empleado de ANDES.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
EMPL_RUT	Rut del empleado. Llave primaria de la tabla.	VarChar/20	12345678-9	Debe ser un RUT valido.
EMPL_NOMBRE	Nombre completo del empleado.	VarChar/60	Juan Pérez	
EMPL_BP	Código interno de identificación.	VarChar/60	897	

Tabla: ROSTER

Descripción: Tabla que guarda la información de los turnos que debe cumplir una persona durante todo un mes.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
ROST_SEQ_CDG	Llave primaria de la tabla.	Int	201	
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADOS.	VarChar/20	12345678-9	
ROST_FECHA	Mes al que corresponde el rol.	Int	20	
ROST_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificaciones.
ROST_D01	ID del turno que debe cumplir el día 01 del mes.	Int	3	
ROST_D02	ID del turno que debe cumplir el día 02 del mes.	Int	3	
ROST_D'i'	ID del turno que debe cumplir el i-esimo día del mes.	Int	...	
ROST_D31	ID del turno que debe	Int	5	

	cumplir día 31 del mes.			
--	-------------------------	--	--	--

Tabla: VACACIONES

Descripción: Lista de Vacaciones asignadas para la empresa.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
VCCN_ID	Llave primaria de la tabla. Corresponde al identificador único que posee una vacación en la BD de RRHH.	Int	20	
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADOS.	VarChar/20	12345678-9	.
VCCN_FECHA_INICIO	Fecha en la que comienza la vacación.	Date	07/05/2013	
VCCN_FECHA_TERMINO	Fecha en la que termina la vacación.	Date	15/05/2013	
VCCN_MES	Mes/año en el que es válida esta vacación.	Date	01/06/2013	

Tabla: CAPACITACIONES

Descripción: Lista de las capacitaciones que están asignadas para la empresa.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
CAPT_ID	Llave primaria de la tabla. Corresponde al identificador único que posee una capacitación en la BD de RRHH.	Int	8	
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADOS.	VarChar/20	12345678-9	
CAPT_FECHA_INICIO	Fecha en la que comienza la capacitación.	Date	01/04/2013	
CAPT_FECHA_TERMINO	Fecha en la que termina la capacitación.	Date	01/05/2013	
CAPT_HORA_INICIO	Hora de inicio de la capacitación.	VarChar/10	10:00	0 para versión final, 1 para modificaciones

CAPT_HORA_TERMINO	Hora de término de la capacitación.	VarChar/10	12:00	0 para versión final, 1 para modificaciones.
CAPT_MES	Mes/año en el que es válida esta capacitación.	Date	01/06/2013	

Tabla: COASIGNACION

Descripción: Almacena la información acerca de qué grupo pertenece un cierto empleado dado un mes.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADOS.	VarChar/20	12345678-9	
GRPO_NOMBRE	Llave foránea de la tabla GRUPOS.	VarChar/40	GrupoR03A	
COAG_FECHA	Mes en que es válida la información.	Date	01/05/2013	
COAG_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificaciones.

Tabla: EMPLEADOS_SKILL

Descripción: Almacena la información al respecto de que skills/capacitaciones tiene un empleado cierto mes.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADOS.	VarChar/20	12345678-9	
SKILL_ID	Llave foránea de la tabla SKILL.	VarChar/10	QAR03	
EMSK_FECHA	Mes en que es válida la información.	Date	01/05/2013	
EMSK_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificaciones.

Tabla: CONTRATO_EMPLEADO

Descripción: Almacena la información al respecto de que régimen de trabajo y en qué cargo trabaja un empleado durante un mes.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADOS.	VarChar/20	12345678-9	
RGTR_SEQ_CDG	Llave foránea de la tabla REGIMEN_TRABAJO.	Int	1	
CRGO_ID	Llave foránea de la tabla CARGOS.	VarChar/10	R10	
CNTR_MES	Mes en que es válida la información.	Date	01/05/2013	
CNTR_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificaciones.

Tabla: RESTRICCION_ASIGNACION

Descripción: Almacena la información acerca de que turnos una persona no puede realizar.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADO	VarChar/20	12345678-9	
RTAG_FECHA_INICIO	Fecha de inicio de la restricción	Date	01/06/2013	
RTAG_FECHA_TERMINO	Fecha de término de la restricción	Date	31/06/2013	
RTAG_APERTURA	Existencia(valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los turnos APERTURA durante el intervalo de tiempo	Int	1	
RTAG_TARDE	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los turnos TARDE durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_NOCHE	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los turnos NOCHE durante el intervalo de tiempo.	Int	0	

RTAG_LUNES	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días LUNES durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_MARTES	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días MARTES durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_MIERCOLES	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días MIERCOLES durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_JUEVES	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días JUEVES durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_VIERNES	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días VIERNES durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_SABADO	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días SABADO durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_DOMINGO	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para los días DOMINGO durante el intervalo de tiempo.	Int	0	
RTAG_TODOS	Existencia (valor 1) o no (valor 0) de una restricción para todos los días de la semana durante el intervalo de tiempo.	Int	1	
RTAG_VERSION	Versión de la información.	Int	0	

RTAG_MES	Mes/año en el que es válida esta restricción.	Date	01/06/2013	
----------	---	------	------------	--

Tabla: FIJAR_ASIGNACION

Descripción: Almacena la información acerca de que turnos son obligatorios que el empleado cumpla.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
EMPL_RUT	Llave foránea de la tabla EMPLEADO	VarChar/20	12345678-9	
TURN_NOMBRE	Llave foránea de la tabla TURNO.	VarChar/20	14b	
FJAG_FECHA_INICIO	Fecha de inicio de la restricción.	Date	01/12/2013	
FJAG_FECHA_TERMINO	Fecha de término de la restricción.	Date	06/12/2013	
FJAG_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificado.
FJAG_MES	Mes/año en el que es válida esta información.	Date	01/12/2013	

Tabla: GRUPOS

Descripción: Almacena la lista de los grupos. Los grupos consisten en un supervisor y un equipo de trabajo a su cargo y su finalidad es mejorar la productividad.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
GRPO_NOMBRE	Nombre del grupo.	VarChar/40	47A	No puede ser nulo.
GRPO_LIDER	Rut del empleado líder de este grupo.	VarChar/20	12789354-6	No puede ser nulo.
GRPO_FECHA_INICIO	Fecha de inicio del grupo.	Date	01/01/2001	No puede ser nulo.
GRPO_FECHA_TERMINO	Fecha en que el grupo se deshace.	Date	15/05/2013	

Tabla: CARGO

Descripción: Almacena la información personal de un empleado de Andes

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
CRGO_ID	Llave primaria de la tabla.	VarChar/10	CR01	No puede ser nulo.
CRGO_NOMBRE	Nombre del Cargo.	VarChar/40	'Cargolodearista'	No puede ser nulo.
CRGO_META_CARGO	Cargo con el que comparte asignación de roster.	VarChar/10	CR01	

Tabla: SKILL

Descripción: Almacena la lista de Skills (capacitaciones) existentes en la empresa.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
SKLL_ID	Llave primaria de la tabla	VarChar/10	QAR03	
CRGO_ID	Llave foránea a la llave primaria de la tabla CARGO, identifica inequívocamente al cargo.	VarChar/10	R03	Existe Cargo. No puede ser nulo.
SKLL_NOMBRE	Nombre de la Skill.	VarChar/20	QANTAS	

Tabla: TURNOS

Descripción: Almacena la lista de turnos existentes en la empresa.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
TURN_SEQ_CDG	Numero correlativo de Turno.	Int	1	No puede ser nulo
TURN_NOMBRE	Nombre del turno. Llave primaria de la tabla.	VarChar/20	81/2a	
TURN_TIPO	El turno puede corresponder a un turno de Apertura (entre 4am-12pm), Tarde (entre 12pm y 8pm) o Noche (8pm-4am), así como a un No Operativo.	VarChar/4	A	
TURN_HORA_INGRESO	Hora de ingreso.	VarChar/10	05:00	
TURN_HORA_SALIDA	Hora de salida.	VarChar/10	14:00	

Tabla: REGIMEN_TRABAJO

Descripción: Almacena la lista de las distintas maneras que los empleados cumplen con su jornada de trabajo.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
RGTR_SEQ_CDG	Llave primaria de la tabla.	Int	1	No puede ser nulo
RGTR_NOMBRE	Nombre del régimen de trabajo.	VarChar/20	5x2	No Puede ser nulo.
RGTR_DIAS TRABAJADOS	Cantidad de días a la semana que se trabaja.	Int	5	
RGTR_DIAS DESCANSADOS	Cantidad de días a la semana que se deben dar como descansos.	Int	2	
RGTR_MAX_NOCHES	Cantidad máxima de noches continuas que puede trabajar. Esto varía según acuerdo sindical.	Int	4	
RGTR_LIBRES_POST_SALIENTES	Días que se consideran libres a continuación de cumplir el máx.- de noches.	Int	1	
RGTR_FINES_SEMANA_LIBRES	Cantidad de fines de semana mensuales que son libres.	Int	1	
RGTR_DOMINGOS_LIBRES	Cantidad de Domingos que se entregan libres a este régimen.	Int	2	

Tabla: CAPACITY_HORA

Descripción: Contiene la información del requerimiento de personal necesario para un cargo y día por hora.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
CRGO_ID	Llave foránea a la llave primaria de la tabla CARGO, identifica inequívocamente al cargo.	Int	1	Existe en la tabla CARGO, no puede ser nulo
CAPH_FECHA	Día del mes.	Date	01/05/2013	Existe en la tabla TURNO, no puede ser

				nulo
CAPH_HORA	Hora del día.	VarChar/10	14:00	No puede ser nulo
CAPH_REQUERIMIENTO	Cantidad de personal requerido.	Int	25	No puede ser nulo
CAPH_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificado

Tabla: CAPACITY_TURN0

Descripción: Contiene la información del requerimiento de personal necesario para un cargo y día por turno.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
CRGO_ID	Llave foránea a la llave primaria de la tabla CARGO, identifica inequívocamente al cargo.	VarChar/10	1	Existe en la tabla CARGO, no puede ser nulo.
TURN_NOMBRE	Llave foránea a la llave primaria de la tabla TURNO, identifica inequívocamente al turno.	VarChar/20	R03	Existe en la tabla TURNO, no puede ser nulo.
CAPT_FECHA	Día del mes.	Date	01/05/2013	No puede ser nulo.
CAPT_REQUERIMIENTO	Cantidad de personal requerido.	Int	17	No puede ser nulo.
CAPT_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificado.

Tabla: DEMANDA_SKILL

Descripción: Almacena el requerimiento por hora de personal que posea una habilidad/capacitación en particular

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
SKLL_ID	Llave foránea a la llave primaria de la tabla SKILL, identifica inequívocamente a que skill se hace	Int	QAR03	Existe en la tabla SKILL, no puede ser nulo.

	referencia.			
TURN_NOMBRE	Turno del día.	VarChar/20	81/2b	No puede ser nulo.
DDSK_FECHA	Fecha en la que se necesita personal con la Skill.	Date	01/05/2013	No puede ser nulo.
DDSK_REQUERIMIENTO	Cantidad de personal requerido.	Int	2	No puede ser nulo.
DDSK_VERSION	Versión de la información.	Int	0	0 para versión final, 1 para modificado.

Tabla: ARCHIVOS_SUBIDOS

Descripción: Contiene la información de los archivos que han sido cargados al sistema.

Atributo	Descripción	Tipo/Tamaño	Ejemplo	Validación
ARCH_SEQ_CDG	Secuencia correlativa de archivos subidos.	Int	1	
ARCH_NOMBRE	Nombre del archivo subido.	VarChar/40	empleados	No puede ser nulo
ARCH_FECHA_SUBIDA	Fecha en que fue ingresado al sistema este archivo.	Date	01/05/2013	

D. Diagrama Base de Datos

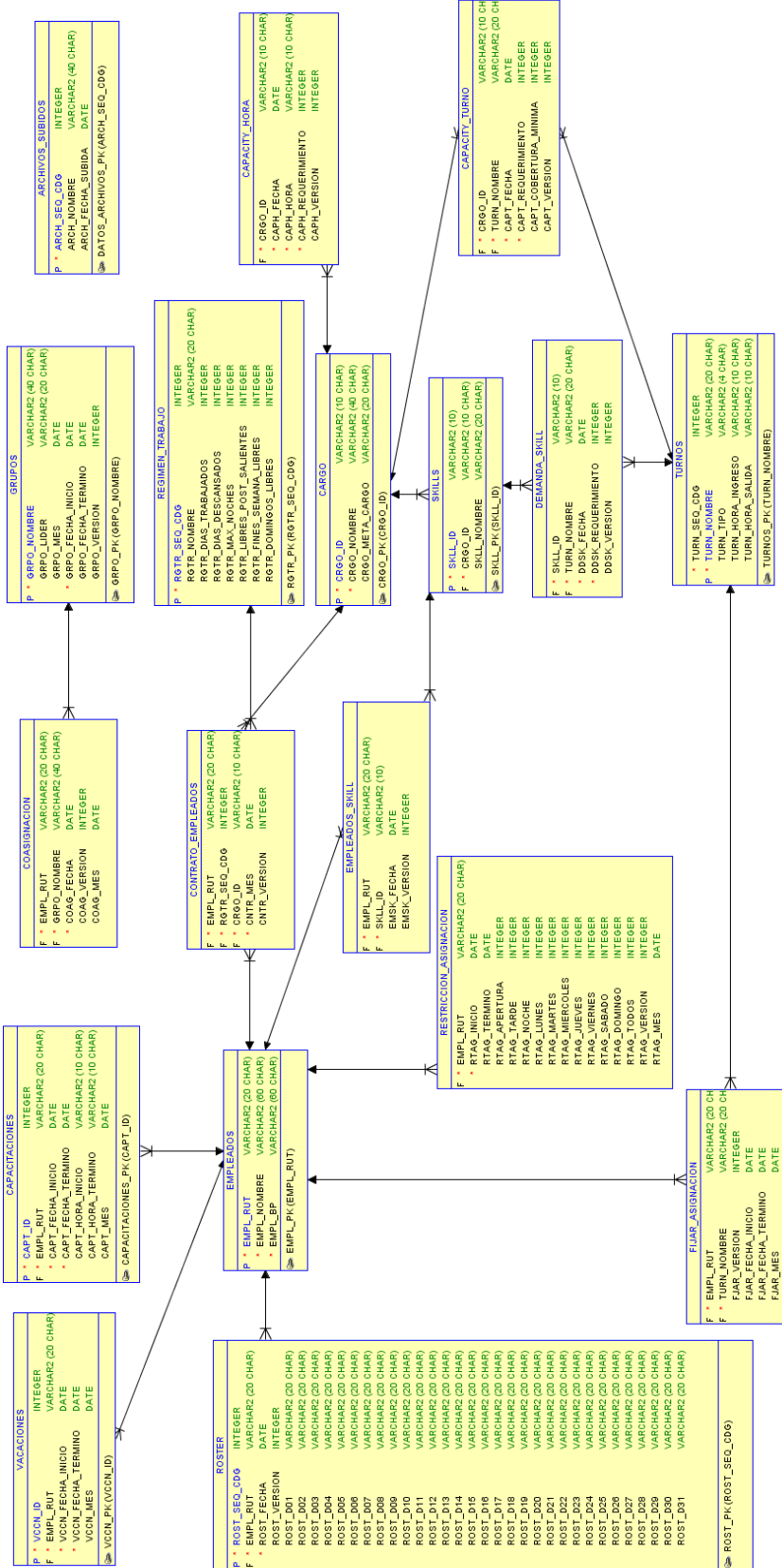


Figura 42: Diagrama completo de la base de datos.

E. Formato de los archivos de entrada de datos

El sistema tendrá en sus bases de dato la siguiente información, que será cargada sólo al momento de iniciar el sistema y que deberá ser, a lo sumo, modificada ítem a ítem. Esto para minimizar la posibilidad de modificaciones accidentales. Se considera que el primer campo, marcado con negrita, es único y corresponderá al identificador de la información entregada.

Información de lógica de negocios de Andes.

- **Cargos**

Una tabla que contiene la información de todos los cargos existentes en Andes.

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
Id Cargo	VarChar(10)	Id interna del Cargo	R01
Nombre Cargo	VarChar(40)	Nombre del Cargo	DEICING
Meta Cargo	VarChar(20)	Id de los cargos con los que comparte asignación.	CR01

- **Turnos**

Una tabla que contiene la información de todos los turnos existentes en Andes

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
Nombre Turno	VarChar(20)	Id interna del Cargo	4½
Tipo Turno	VarChar(4)	Tipo de Turno(A, T, N, NoOp)	A
Hora Ingreso	VarChar(10)	Hora a la que ingresa	12:00
Hora Salida	VarChar(10)	Hora a la que se retira	20:00

- **Definición de Skills**

Una tabla que contiene la información de las Skills existentes en Andes.

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
ID Skill	VarChar(10)	ID interna de la Skill	QAR03
Nombre Skill	VarChar(20)	Nombre de la Skill	QANTAS
Cargo asociado	VarChar(10)	Id Cargo asociado	R03

- **Régimen de Trabajo**

Una tabla que contiene la información de los tipos de contrato con los que trabaja Andes.

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
Régimen de Trabajo	Int	ID del régimen de Trabajo	1
Días Trabajados	Int	Días trabajados al mes	5
Días Descansados	Int	Días descansados al mes	2
Máximo Noches	Int	Máximo de noches consecutivas	4
Libres Post Salientes	Int	Libres que sean obligatorios luego de un turno saliente.	2
Fines de Semana Libres	Int	Fines de semana al mes que se deben dar libres	1

- **Grupos**

Una tabla que contiene la información de los nombres de grupos que existen en Andes. Notar que esta tabla sólo engloba los datos de un grupo en particular, las asignaciones personal-grupo se entregan al sistema mes a mes a través del archivo grupos_MM_AAAA.csv.

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
Nombre del grupo	VarChar(40)	Nombre asignado al grupo	R-01
Rut del Líder	VarChar(20)	Rut del líder del grupo	8398160-1
Fecha de Inicio	Date	Fecha en que se creó el grupo	01/12/2010
Fecha de Terminó	Date	Fecha en que dejó de existir el grupo (nulo en caso de que sea vigente)	

Archivos de entrada de datos mensuales

Se detalla a continuación los detalles de los archivos de entrada que deben cargarse en el sistema de planificación de roles mes a mes. Estos datos corresponden sólo a los que podrán ser ingresados en forma masiva por el usuario. Todos estos serán modificables dentro del sistema a través de la interfaz de edición de datos.

Datos de Personal

Empleados

Nombre del archivo: empleados_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
Rut	VarChar(20)	Rut del empleado.	12345678-9
Código Cargo	VarChar(10)	ID del cargo del empleado.	C21
Nombre	VarChar(60)	Nombre del empleado.	Juan Pérez
Régimen de Trabajo	Int	ID del régimen de trabajo.	1

Skills

Nombre del archivo: skills_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del campo	Descripción	Ejemplo
Rut	VarChar(20)	Rut del empleado.	12345678-9
ID Skill	VarChar(10)	Id de la Skill que posee el empleado	QAR03

Grupos

Nombre del archivo: grupos_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
Rut Empleado	VarChar(20)	Rut del empleado	15878835-7
Nombre del grupo	VarChar(40)	Nombre del grupo asignado.	R-01

Restricciones de asignación:

Turnos no Permitidos

Nombre del archivo: turnosNoPermitidos_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
Rut del Empleado	VarChar(45)	Rut del empleado	12345678-9
Día Inicio	Date	Día que se inicia la restricción	23/03/2013
Día Termino	Date	Día que finaliza la restricción	23/03/2013
Apertura	Int	Si el empleado no trabaja en el turno	0
Tarde	Int	Si el empleado no trabaja en el turno	0

Noche	Int	Si el empleado no trabaja en el turno	1
Lunes	Int	Si la restricción aplica a los días lunes	0
Martes	Int	Si la restricción aplica a los días martes	0
Miércoles	Int	Si la restricción aplica a los días miércoles	0
Jueves	Int	Si la restricción aplica a los días jueves	0
Viernes	Int	Si la restricción aplica a los días viernes	0
Sábado	Int	Si la restricción aplica a los días sábado	0
Domingo	Int	Si la restricción aplica a los días domingo	0
Todos	Int	Si la restricción aplica a todos los días de la semana.	1

Vacaciones

Nombre archivo: vacaciones_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
ID Vacación	Int	Id que posee esta vacación en el sistema de RRHH	4
Rut	VarChar(45)	Rut del empleado	12345678-9
Fecha Inicio	Date	Inicio de las vacaciones	18/03/2013
Fecha Fin	Date	Fin de las vacaciones	25/03/2013

Capacitación

Nombre archivo: capacitaciones_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
------------------	----------------	-------------	---------

ID Capacitación	Int	Id que posee esta capacitación en el sistema de RRHH.	63
Rut del Empleado	VarChar(45)	Rut del Empleado	12345678-9
Fecha inicio	Date	Día que se inicia la capacitación	15/03/2013
Fecha termino		Día que termina la capacitación	15/03/2013
Hora Inicio	VarChar(10)	Hora de inicio capacitación	08:00
Hora termino	VarChar(10)	Hora de término de la capacitación	10:00

Fijar Asignación (usar para forzar una asignación ej.: Licencia médica, trabajo liviano, etc.)

Nombre archivo: turnosFijos_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
Rut del Empleado	VarChar(20)	Rut del Empleado	12345678-9
Fecha Inicio	Date	Fecha que se inicia la asignación	15/03/2013
Fecha termino	Date	Fecha que termina la asignación	15/03/2013
Nombre Turno	VarChar(20)	Nombre del turno que se asigna	4½b

Demandas:

Capacity por Turno (Requerimiento total que se necesita para cada cargo, según hora de ingreso)

Nombre archivo: capacityTurno_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
Fecha	Date	Día del mes	14/03/2013
Código Cargo	VarChar(10)	Cargo del requerimiento	C21
Nombre Turno	VarChar(20)	Nombre del turno en que se requiere el personal.	4½b
Requerimiento	Int	Requerimiento de personal	12

Capacity por hora (sólo para cargos con este tipo de información)

Nombre archivo: capacity_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
------------------	----------------	-------------	---------

Fecha	Date	Día del mes	14/03/2013
Código Cargo	VarChar(10)	Cargo del requerimiento	C21
Hora	VarChar(10)	Hora del requerimiento	14:00
Requerimiento	Int	Requerimiento de personal	30

Demanda de Skills (sólo para los cargos que así lo requieren)

Nombre archivo: demandaSkill_MM_AAAA.csv

Nombre del campo	Tipo del Campo	Descripción	Ejemplo
Fecha	Date	Día del mes	14/03/2013
Turno	VarChar(20)	Turno del día que se necesita el personal	A
Skill	VarChar(10)	ID de la Skill	QAR03
Requerimiento	Int	Requerimiento de personal	2