



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

# EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DISPENSACIÓN DE INSUMOS Y FÁRMACOS PARA PABELLONES DEL 6TO PISO DEL HOSPITAL CLÍNICO RED SALUD UC CHRISTUS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

ANTONIETA IPINZA SAINT LAWRENCE

PROFESOR GUÍA:  
RAÚL URIBE DARRIGRANDI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
GERARDO DÍAZ RODENA  
LORETO TAMBLAY NARVÁEZ

SANTIAGO DE CHILE  
2019

## **RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL**

**TÍTULO DE:** Ingeniera Civil Industrial

**POR:** Antonieta Ipinza Saint Lawrence

**FECHA:** 26/09/2019

**PROFESOR GUÍA:** Raúl Uribe Darrigrandi

### **EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DISPENSACIÓN DE INSUMOS Y FÁRMACOS PARA PABELLONES DEL 6TO PISO DEL HOSPITAL CLÍNICO RED SALUD UC CHRISTUS**

La presente memoria consiste en realizar la evaluación económica de implementar un sistema de dispensación automatizado de insumos y fármacos en los pabellones del 6to piso del Hospital Clínico Red Salud UC Christus.

Dentro de sus objetivos está generar un diagnóstico de la situación actual del hospital. Esto se logra al levantar información general acerca de la institución, de sus servicios y, en específico, del proceso de provisión de insumos y fármacos al almacén quirúrgico de los pabellones del 6to piso del hospital.

En el levantamiento se identifican y validan problemáticas asociadas al proceso de dispensación y devolución de insumos, como caídas de sistemas de inventario y cobro, alta utilización de HH del personal, altos niveles de inventario, etc. Luego de esto, se plantea una situación óptima del proceso, el cual será utilizado como caso base.

Bajo esta situación, se analizan las distintas opciones disponibles en el mercado que puedan mejorar el proceso. Entre ellas está Pyxis, de la empresa Grifols, y Omnicell, de la empresa Tecnigen; y se realiza una comparación exhaustiva de sus características y factibilidad de implementación.

Se procede a identificar los posibles costos y beneficios potenciales de ambas soluciones con un análisis cualitativo y cuantitativo, tanto a nivel operacional como estratégico. El beneficio más relevante es la disminución del gasto de pabellones por no cobrar los insumos y fármacos debidamente. Este valor es de \$500.000.000 aproximadamente al año, que equivale al 10% de las ventas anuales por insumos y fármacos.

Se detalla el plan de implementación de ambas propuestas, que contempla un plazo aproximado de 6 a 7 meses; y se genera una matriz de riesgo junto con acciones para prevenir o mitigar las posibles contingencias (16 identificadas).

Para la evaluación económica de cada proyecto se plantean tres escenarios posibles: optimista, moderado y pesimista, con los cuales se generan 6 flujos de caja. A estos se les una tasa de 12% (entregada por el hospital) la cual se obtiene algunos indicadores de rentabilidad. Se observa que ambos proyectos son rentables al tener VAN positivos en todos sus escenarios, pero que la solución Omnicell es más conveniente al tener un VAN de \$424.805.132, una TIR del 78% y un Payback de 1,13 años para el escenario moderado con tasa del 12% y horizonte de tiempo de 5 años.

Finalmente se analizan los alcances de la solución. También se concluye acerca de los beneficios potenciales y se detallan distintas recomendaciones para poder implementar de la mejor forma el proyecto de inversión elegido.

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes Generales.....	1
1.2 Justificación del Problema .....	2
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	5
2.1 Objetivo General .....	5
2.2 Objetivos Específicos.....	5
2.3 Metodología .....	6
CAPÍTULO 3: MARCO CONCEPTUAL.....	7
CAPÍTULO 4: HOSPITAL CLÍNICO RED SALUD UC Y SISTEMA DE SALUD EN CHILE .....	8
4.1 Red Salud UC Christus.....	8
4.2 Sistema de Salud en Chile.....	10
CAPÍTULO 5: CONOCIMIENTO Y ANÁLISIS DEL PROCESO.....	14
5.1 Levantamiento del Proceso.....	14
5.2 Levantamiento de Problemáticas.....	18
5.3 Análisis de la Situación .....	19
5.4 Situación Optimizada .....	20
CAPÍTULO 6: PROYECTOS DE INVERSIÓN Y FACTIBILIDAD .....	21
6.1 Hipótesis y Alternativas de Solución .....	21
6.2 Propuesta de Valor de las Soluciones .....	21
6.3 Alternativas de Proyectos de Inversión .....	24
6.4 Comparación de Propuestas.....	24
6.5 Factibilidad Técnica .....	25
6.6 Factibilidad Informática .....	31
6.7 Plan de Implementación .....	32
CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	33
7.1 Beneficios y Costos Cualitativos .....	33
7.2 Beneficios y Costos Cuantitativos.....	37
7.3 Flujo de Caja de las Alternativas.....	54
7.4 Análisis de Sensibilidad .....	58
7.5 Matriz de Riesgo .....	60
7.6 Elección de Solución.....	62

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES .....	64
APOYOS INSTITUCIONALES .....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS.....	70
ÍNDICE DE FIGURAS.....	92
ÍNDICE DE TABLAS .....	93

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes Generales**

Durante el primer semestre del año 2019 el Hospital Clínico Red Salud UC Christus ha podido ver una baja en el número de cirugías realizadas diariamente. Para el año 2018 se tenían aproximadamente 70 a 80 operaciones diarias, y actualmente se encuentra alrededor de unas 40 a 50 diarias, lo que representa una variación aproximada del 40%. Para entender un poco este fenómeno, se realizaron investigaciones de mercado para comparar los precios de mercado con respecto a las cirugías del propio hospital. El resultado de esta investigación arrojó que el hospital posee valores más elevados que otras clínicas con características similares (Santa María, Indisa, etc), y que se debe principalmente al alto valor de los honorarios médicos.

El Hospital Clínico UC es una institución en donde intervienen distintos actores. Por un lado está Christus Health, el mayor accionista de esta organización y quién toma las decisiones estratégicas de la misma. Luego está la Universidad Católica de Chile, que durante muchos años tuvo un gran poder sobre las decisiones de la institución, pero que año a año ha tenido menor incidencia. Y finalmente, está el gremio de los médicos, el cual históricamente ha tenido un alto nivel de impacto en los procesos internos del hospital y ha sido un pilar fundamental para lograr el nivel operacional se maneja hoy.

Dado el tipo de institución y gremio al cual pertenece el hospital, es bastante complejo modificar cualquier tipo de proceso en donde, todas las partes anteriormente mencionadas, estén de acuerdo. Ejemplo de esto sería reducir los precios de las cirugías al disminuir los honorarios médicos. Esta es una variable en la cual los médicos no están dispuestos a ceder, por lo que de momento se descarta realizar alguna modificación a éstos. Esto deja al hospital en una situación en la cual debe reducir sus precios, donde sus costos operacionales son la variable intrínseca a disminuir lo más posible. Esto los obliga a realizar mejoras operacionales como es el control y gestión del uso y de almacenamiento de insumos y fármacos (ejemplo: reducción de costos por insumos y fármacos utilizados en las cirugías), y por la no utilización de sus dependencias (tiempo ocioso de los quirófanos).

La mejora sobre el control y gestión de los insumos no solo brindará beneficios operacionales al hospital sino también beneficios a nivel estratégico, ya que dará la posibilidad de optimizar sus procesos, reduciendo tiempos, costos y horas hombre (HH) del personal, lo que abrirá espacio para aumentar la utilización de sus pabellones, optimizando el uso de ellos y la dispensación de insumos para las cirugías. Esto se verá reflejado como un mejor servicio para el paciente, al tener tiempos más cortos de espera, entrega de insumos de forma más segura, y una posible reducción de los costos en el largo plazo, que se vería reflejado en el precio final que paga el paciente. Toda esta mejora operacional de cara al paciente, será una mejora estratégica para el hospital ya que traerá una ventaja competitiva a nivel de mercado y lo ayudará a posicionarse dentro de los mejores del rubro.

Ante este escenario, se decide investigar acerca del uso y control de insumos y fármacos en las intervenciones quirúrgicas, específicamente en la provisión de insumos desde el almacén quirúrgico del 6to piso del hospital hacia los 4 pabellones disponibles en éste. El foco está en la dispensación de insumos hacia los pabellones, y en la

devolución de insumos desde pabellones hacia el almacén quirúrgico, con el objetivo de analizar el control de este proceso y poder minimizar los costos asociados.

También se decide analizar los posibles proyectos de inversión para este proceso, es decir, evaluar la posibilidad de implementar un proyecto de mejora, de alta inversión, que mejore aún más el proceso de dispensación y devolución de insumos. Para esto existen actualmente en el mercado unos armarios automatizados para almacenar y dispensar insumos y fármacos, los cuales serían un reemplazo a los estantes y armarios actuales que se encuentran en el almacén quirúrgico.

## **1.2 Justificación del Problema**

El problema identificado, es la oportunidad de poder reducir los costos asociados a la gestión y uso de los insumos y fármacos utilizados en pabellones, con el fin de reducir costos para el hospital y disminuir los precios que pagan los pacientes. Esto a su vez, está asociado al proceso de distribución y control de los insumos en los pabellones del 6to piso del hospital.

Para entender de mejor manera el problema se procede a describir de forma global cómo funciona el proceso. Al momento de una intervención quirúrgica, el paciente requerirá ciertos insumos médicos, los cuales están paquetizados en forma de kits (existen paquetes asociados a cada tipo de cirugía y por cada doctor que la realiza). Estos paquetes se arman de forma manual al interior del almacén quirúrgico y el valor (costo) del kit se carga por sistema al pabellón asociado al paciente.

En un principio el cobro de los insumos no es directo al paciente, sino que se carga al centro de costos del pabellón y luego para que se haga efectivo hacia el paciente se realiza un traspaso a través del parte quirúrgico. En este documento se anotan todos los insumos y fármacos utilizados por el paciente al momento de la cirugía. El parte quirúrgico se digita de forma manual en la Unidad de Digitación de Partes Quirúrgicas, que se realiza el día posterior a la cirugía, y es en ese momento cuando el cobro recién pasa a ser parte de la cuenta del paciente (y se descuenta de los costos del pabellón). Esto es una complicación para el hospital, porque es un proceso bastante burocrático, toma mucho tiempo y HH del personal y además tiene un margen de error muy alto, que provoca que se deje de facturar lo correspondiente a los pacientes y este error se transfiera a los costos del pabellón.

Luego de una intervención, todo insumo sobrante es devuelto al almacén quirúrgico, es cargado de forma manual al sistema (y se descarga del cobro asociado al pabellón), y se vuelve a posicionar en su lugar de almacenaje correspondiente.

El proceso de control de insumos contempla distintas etapas: reposición, dispensación y devolución. Para cada una de ellas se utiliza un alto nivel de mano de obra y la mayor parte se realiza de forma manual para ingresar la información a los sistemas. Esto es una de las causas más grandes por las cuales se tienen los distintos problemas en este proceso.

Dado el proceso de control de insumos actual, se levantaron los siguientes problemas:

- Se utiliza un alto tiempo en la manipulación de insumos. Existe una alta utilización de HH por parte de personal de la salud para gestionar los insumos, ya que se realiza todo de forma manual.
- El armado de los kits se realiza de forma manual corriendo un alto riesgo de equivocación, que aumenta la probabilidad de no tener lo necesario durante la operación y poner en riesgo la salud del paciente.
- La carga y la devolución de los insumos se realiza a través del sistema *ABA* (inventario), que está integrado con el sistema *Financials* (cobro), el cual falla muchas veces durante el día. Esto se debe a que la integración no es buena, provocando pérdidas de información y de la carga de insumos, junto con pérdida de facturación y desorden en el inventario.
- No se tiene claro de inmediato (por sistema) qué insumos fueron utilizados por cuál paciente. Se debe esperar que la Unidad de Digitación de Partes Quirúrgicos ingrese de forma manual los partes quirúrgicos (documentos que indican qué insumos utilizó cada paciente en su intervención respectiva), para saber cuánto se le cobra a cada paciente.
- Se utiliza un alto nivel de HH por parte del personal de esa área en la digitación de partes quirúrgicos. Se digitan aproximadamente 40 partes diarios de forma manual.
- Se mantiene un alto nivel de stock inmovilizado al interior de los pabellones para evitar ir a solicitar insumos por ventanilla. Esto genera un alto nivel de activos inmovilizados, y obliga a tener inventario duplicado, y se corre el riesgo de vencimiento y pérdida por no esterilización de los mismos.
- El orden de los insumos al interior del almacén es bastante precario, los cuales poseen un exceso de stock. Este alto nivel de inventario, aumenta la probabilidad de que los insumos y fármacos caduquen o se extravíen.
- Al interior del almacén existen insumos mal almacenados, aumentando la probabilidad de merma de los mismos por dejar de ser estéril o por destrucción parcial del mismo.
- Durante las noches, el almacén tiene una baja de personal significativa, por lo que muchas veces pasa a ser un sistema abierto y no cerrado, como lo es usualmente. Esto implica que TENS de pabellones pueden entrar y sacar los insumos necesarios que requieran, aumentando la probabilidad de pérdidas desconocidas.
- Los insumos utilizados son facturados en un principio a los pabellones, lo que genera una menor consciencia con respecto a los insumos, pues no se está perjudicando directamente al paciente si es que se utiliza más o menos de ellos. Esto también aumenta la probabilidad de pérdidas desconocidas.

La Unidad de Partes Quirúrgicos digita diariamente y de forma manual, entre 40 a 50 partes aproximadamente, del 1er, 2do y 6to piso (los del 3er piso no necesitan digitación ya que poseen un sistema automatizado de control de insumos). Entre 7 a 12 de estos partes corresponden al 6to piso (según datos del 2018), por lo que el 28% de la labor que realizan corresponde a las intervenciones del 6to piso. Si se mejorara la forma de cargar los insumos, es decir, cargando directamente a la cuenta del paciente y no al pabellón, ésta unidad dejaría de tener este 28% de carga laboral, pues no se tendrían que ingresar más partes quirúrgicos a mano (y funcionaría de forma similar que el 3er piso).

Por otro lado, dado que la facturación de los insumos es cargada a los centros de costos de pabellones, existe un bajo control sobre lo que utiliza realmente el paciente y cuáles quedan dentro del pabellón o fueron merma de la operación. En este sentido, para el almacén, existe una alta utilización de insumos, y que genera más pérdidas desconocidas o pérdidas por merma. A esto se suma que al momento de dispensar un insumo a los sistemas de inventario y cobro (*ABA* y *Financials*, respectivamente), pueden haber errores en uno o ambos sistemas, que implica que no se cargue correctamente la información y exista una pérdida por no facturación. Todas estas pérdidas por “no facturación” o por no ingresar adecuadamente los insumos utilizados al sistema, y luego cobrarlos bien al paciente, significan un costo de aproximadamente del 30% por venta de insumos y fármacos. Este valor del 30% es un antecedente de los beneficios que trajo la implementación de Omnicell en el 3er piso del hospital, ya que aumentó la facturación por venta de insumos y fármacos desde el año 2010 al 2011 (antes y después de Omnicell), y que será validado más adelante en la investigación.

Por otro lado, al ordenar el inventario al interior del almacén quirúrgico, y analizar los mínimos y máximos de estos insumos, se podría llegar a reducir de forma considerable los niveles de stock. A esto se suma de que al interior de pabellones no se debería tener insumos, y que al ordenarlos y devolverlos correctamente al almacén, también ayudaría a reducir el stock que se maneja en el 6to piso. Esta reducción de inventario se cuantifica que podría llegar a ser de un 20% de los costos actuales del inventario, el cual es declarado por la gerencia y por proveedores del hospital. Al introducir los insumos de pabellones al almacén, disminuye la reposición solicitada a la bodega central. Esto implica un ingreso de capital hacia el centro de costos del almacén y una reducción de costos por no encargan estos insumos.

Si se analizan estos beneficios operacionales a nivel estratégico se puede hacer las siguientes reflexiones. Al mejorar todo el proceso de dispensación y devolución de insumos, se podrían optimizar los tiempos de armado de kits, y su respectiva dispensación. Esto daría pie a una mayor capacidad de armado de kits en el futuro, que brindaría una mayor capacidad para atender pacientes en el largo plazo. También al mejorar el control de insumos y sus cobros, los costos asociados al derecho a pabellón podrían disminuir, ya que hoy en día los cobros por pérdidas o por no facturación los absorbe cada pabellón, y encarece el valor del mismo. Esta disminución en el costo del pabellón beneficiaría directamente a los pacientes, ya que las cirugías tendrían un costo menor por concepto de uso del pabellón. Esto mejoraría tanto la capacidad, como ocupación del hospital, aumentando así la utilización de pabellones y brindando un mejor servicio a sus pacientes, con menores costos y mejores tiempos de atención.

Es importante mencionar, que el hospital posee 25 pabellones distribuidos a lo largo de 4 pisos y que están asociados a un almacén quirúrgico y a un proceso de dispensación de insumos. Para fines de ésta investigación, sólo se utilizará el 6to piso del hospital el cual cuenta con 4 pabellones o quirófanos, que realizan cirugías de neurología, cardiología y cirugía vascular. No se incluyen en la memoria los demás pisos por diversas razones. Entre ellas está el hecho de que el 3er piso (Pabellón General), el cual posee 13 pabellones, ya posee un almacén quirúrgico automatizado con armarios de dispensación (Omnicell), por lo que se descarta analizar una mejora de momento. Y luego está el 1er y 2do piso, Maternidad y Centro de Terapia Endovascular, respectivamente, los cuales poseen armarios e insumos bastantes complejos, lo que

dificulta analizar el proceso y realizar mejoras a éste, y dado el tiempo estipulado para esta memoria se deciden no considerarlos en esta investigación y quedan propuestos para futuros análisis.

Como resultado esperado se pretende obtener un diagnóstico de la situación actual, que explique el proceso de dispensación y devolución de insumos desde el almacén quirúrgico hacia los pabellones del 6to piso y viceversa. También se espera obtener distintas problemáticas, tanto cualitativas para asociarlas como costo al problema (o como beneficio a la solución) como cuantitativas. Estas problemáticas a identificar son de la índole operativa, táctica y estratégica, con el fin de obtener una mirada más global del problema y no sólo a corto plazo.

Se planteará un proceso óptimo sin inversión, el cual será utilizado como situación base para evaluar un proyecto de mejora que requiera una inversión económica. Para esto se realizará un estudio de mercado comparando las distintas alternativas de proyectos de inversión, realizando comparaciones entre ellos para ver cuál se adecúa de mejor manera al proceso y sea lo más conveniente posible para el corto y largo plazo.

También se tendrá una evaluación económica, técnica, informática y operacional del proyecto de mejora propuesto, con el objetivo de poder cuantificar los costos y beneficios asociados al proyecto de inversión. Y finalmente se entregará un resultado que explicita los costos y beneficios del proyecto de inversión y dé a conocer si es conveniente su implementación o no, incluyendo una matriz de riesgo y análisis de sensibilidad y escenarios.

## **CAPÍTULO 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar la implementación de un sistema automatizado de dispensación de insumos y fármacos en pabellones del 6to piso del Hospital Clínico Red Salud UC Christus.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Levantar información general de la institución, sus servicios y de cómo funciona de forma general el hospital.
- Generar un diagnóstico de la situación actual y levantar el proceso de la provisión de insumos y fármacos a los pabellones del 6to piso del hospital.
- Identificar, validar y comparar las propuestas de mejora para optimizar el proceso de forma teórica y utilizar éste como situación base optimizada.
- Cuantificar y analizar los costos y beneficios de forma cualitativa y cuantitativa para los proyectos de mejora, tanto a nivel operativo como estratégico.
- Realizar un estudio de factibilidad técnica e informática para los proyectos de mejora, junto con una matriz de riesgo.
- Evaluar económicamente los distintos proyectos de mejora bajo distintos escenarios posibles, sensibilizando las variables de beneficios.
- Concluir con la elección de un proyecto de mejora y determinar si es conveniente económicamente, o si basta con la optimización de la situación actual del proceso para quedar en el óptimo posible.

## **2.3 Metodología**

### **2.3.1 Rediseño de Procesos**

Para el diagnóstico y optimización de la situación actual del proceso se utiliza una metodología similar a la de rediseño de proceso empleada en la bibliografía "*Process Mapping, Process Improvement and Process Management*" de Dan Madison y Paton Press [5], que contempla lo siguiente:

- **Proceso de Conocimiento y Análisis:**
  - En esta etapa, se contempla entender con información ya existente el proceso el cual se requiere diagnosticar.
  - Luego se procede a realizar un levantamiento de procesos a través de entrevistas a personal y observación del proceso in situ. Se levantan problemáticas declaradas e identificadas.
  - Con la información levantada, se procede a realizar un flujo de procesos en BPMN.
  - Finalmente se valida tanto la información recopilada, levantada y el flujo con jefaturas y personal que trabaja en el área.
  
- **Propuestas de Mejoras y Factibilidad:**
  - Se procede a analizar las problemáticas identificadas y declaradas. Se revisa cuáles de ellas son parte del proceso y cuáles son aquellas que se puede y se necesita resolver.
  - Se analiza buenas prácticas en otros pisos del hospital para utilizar como referencia de un proceso óptimo.
  - Se levanta las propuestas de mejoras y se valida su factibilidad.
  - Se plantea el proceso óptimo a través de un flujo en BPMN.
  
- **Implementación y Gestión del Cambio:**
  - La etapa de implementación de propuestas de mejoras es algo que no se aborda en el trabajo, por temas de alcance de la memoria. Pero se utiliza la situación teórica mejorada como base para realizar la evaluación del proyecto de inversión.

### **2.3.2 Evaluación de Proyectos**

Para la evaluación del proyecto de mejora se utiliza la metodología sugerida por Eduardo Contreras y Christian Diez en su libro, "Diseño y Evaluación de Proyectos – Un Enfoque Integrado" [6]. Esta metodología está basada en las distintas etapas de un proyecto de inversión: pre inversión, inversión y operación.

Para el propósito de esta memoria, se utiliza sólo la parte de pre inversión, ya que se quiere obtener un estudio preliminar de la implementación de un sistema automatizado de dispensación de insumos. En esta etapa se pueden describir sub-etapas:

- **Generación del proyecto:** consiste en la etapa preliminar en dónde se formula la idea del proyecto.
- **Diseño del proyecto:** es dónde se toman las decisiones de cómo se ejecuta el proyecto, se recolecta y proyecta la información necesaria para asegurar la factibilidad de realización del proyecto, se estima cuantitativamente la inversión, los costos y beneficios que obtendrá el proyecto en su operación, así como los efectos cualitativos que espera generar.

- Evaluación del proyecto: sub-etapa en donde se determina la conveniencia de realización del proyecto.

Más en específico, el diseño y evaluación del proyecto se puede ver detallado a continuación:

- Identificar distintas soluciones y sus proveedores.
- Realizar un estudio de mercado de los posibles proyectos de mejora junto con sus descripciones específicas.
- Solicitar cotizaciones de hardware, software, implementaciones, etc. Identificar y cuantificar costos por cada proyecto.
- Cuantificar beneficios de los proyectos con sus respectivos proveedores, y con el hospital.
- Buscar referencias de costo-beneficio de distintos hospitales y realizar un símil al 6to piso. Respaldar esto con información del propio hospital, y hacer una comparación proporcional y realista.
- Analizar costo-beneficio de la implementación realizada en el 3er piso de pabellones, para hacer una proyección con respecto al 6to piso.
- Realizar una evaluación de la factibilidad informática y técnica de implementar los proyectos.
- Realizar flujos de caja para cada proyecto, junto con escenarios distintos.
- Comparar los distintos proyectos bajo la mirada de los flujos de caja, y sus posibles beneficios.
- Concluir con los impactos esperados de la implementación de alguno de los proyectos, plantear los pasos a seguir para su implementación, y entregar recomendaciones de cómo llevar a cabo el proceso.

### **CAPÍTULO 3: MARCO CONCEPTUAL**

Para realizar el diagnóstico y levantamiento de la situación actual se utiliza la metodología de evaluación, diagnóstico y diseño de procesos. Esta metodología está descrita en la bibliografía *“Process Mapping, Process Improvement and Process Management”* de Dan Madison y Paton Press [5]. Bajo ésta se logra obtener el proceso AS IS de la dispensación y devolución de insumos y fármacos.

Luego para la optimización del proceso actual, se analizan las distintas problemáticas del proceso y sus propuestas de mejora, con el fin de obtener el proceso optimizado de la dispensación y devolución de insumos representado por el proceso TO BE ideal.

Para la etapa de la evaluación de un proyecto de mejora con inversión, se utilizará como bibliografía principal el libro *“Diseño y Evaluación de Proyectos, un Enfoque Integrado”* del profesor Eduardo Contreras y Christian Diez [6]. Específicamente se enfoca en la sub etapa de pre-inversión, que contempla la generación, diseño y evaluación del proyecto. Esto con el fin de cuantificar el valor económico de la implementación del proyecto de inversión.

Para la evaluación de costo-beneficio se utiliza de referencia distintas investigaciones que describen sobre el efecto que trae implementar sistemas automatizados de dispensación al interior de hospitales. Algunas de ellas son: “Análisis coste-beneficio de

la implantación de los sistemas automáticos de dispensación de medicamentos en las Unidades de Críticos y Urgencias” de J.L. Poveda Andrés, C. García Gómez, M. Hernández Sansalvador, A. Valladolid Walsh [7]. También se ocupará “Automated Medication Dispensing Systems: A Review of the Clinical Benefits, Harms, and Cost-Effectiveness” de Health Technology Inquiry Service [8], y “Automating the Supply Chain in the OR” de Graham, Brewer y Byrd [9].

## **CAPÍTULO 4: HOSPITAL CLÍNICO RED SALUD UC Y SISTEMA DE SALUD EN CHILE**

### **4.1 Red Salud UC Christus**

En el año 2013, la Pontificia Universidad Católica de Chile se asocia con CHRISTUS Health (una de las 10 instituciones de salud más grandes de Estados Unidos) creando así la Red Salud UC Christus. Esta red incluye once centros médicos, una amplia red de toma de muestras para exámenes de laboratorio, un hospital y dos clínicas. Esta red está compuesta por cerca de mil médicos y más de cuatro mil personas que dedican su trabajo a cuidar de la salud de las personas.

El Hospital Clínico Red Salud UC Christus es parte del sector privado de salud en Chile y contempla una amplia gama de unidades dedicadas a la atención de pacientes y usuarios. El año 2009 facturó \$39.150 millones de pesos (6% de participación de mercado), y se posicionó como el sexto prestador hospitalario privado con mayor facturación del país.

Esta institución se destaca por ser un centro de vanguardia en tecnología y excelencia profesional, que le permite ofrecer a sus pacientes y familias una atención de salud integral y de calidad, inspirada en principios cristianos, con un marco ético que garantiza el respeto por la vida y las personas.

Su misión es entregar a la persona y a su familia una atención de salud integral y de calidad que contribuya a su bienestar, respetando su dignidad e inspirada en principios cristianos, por equipos de gran calidad humana y excelencia profesional y académica. Su visión es ser la red de salud líder en Latinoamérica en la práctica clínica de excelencia y en el desarrollo de conocimientos para el cuidado de la persona, basada en los valores de la Iglesia Católica, y en colaboración con otras instituciones nacionales y extranjeras [1].

En la Figura 1 se puede apreciar el organigrama del Hospital Clínico UC. Las áreas en color gris son parte también del organigrama del Corporativo de la Red Salud UC Christus (que abarca todas las dependencias de esta red). Las áreas en color azul sólo son parte del hospital y representan la parte administrativa de él. Las de color rosado también son parte del hospital, pero tienen dependencias matriciales del área clínica.

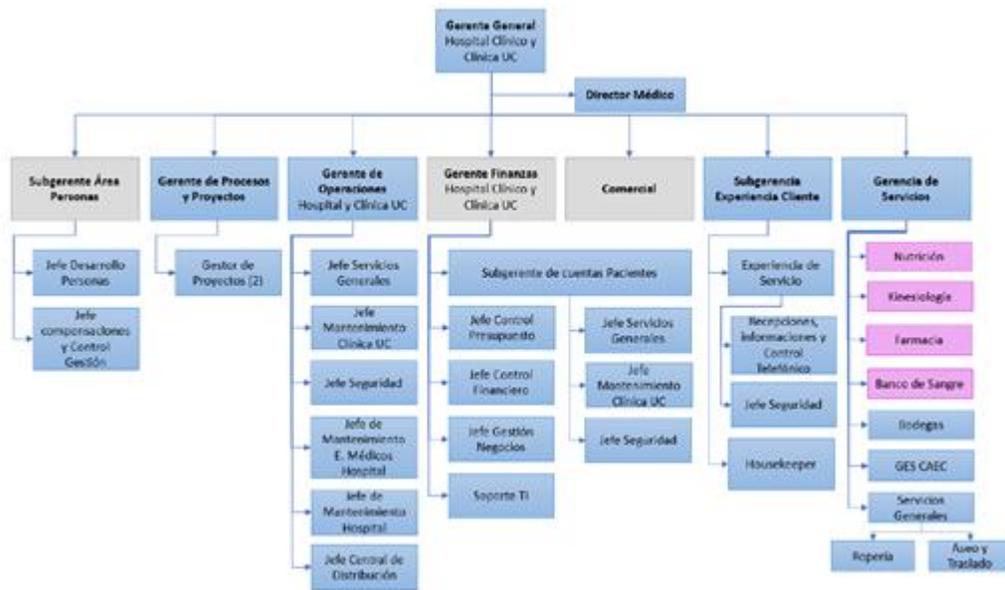


Figura 1. Organigrama Hospital Clínico Red salud UC Christus

El hospital cuenta con 25 pabellones a lo largo de 4 pisos: 1er, 2do, 3er y 6to piso. En cada uno de estos pabellones se realizan intervenciones quirúrgicas de distinta índole y dificultad. Los pabellones del 1er piso del hospital atiende las cirugías de maternidad, urgencias de maternidad y pre-parto. El 2do piso alberga los pabellones del Centro de Terapia Endovascular, en los cuales se realizan cirugías vasculares de alta complejidad. Luego está el 3er piso del hospital que posee el pabellón central, el cual atiende la mayor cantidad de cirugías del hospital de distinta índole. Y finalmente está el 6to piso, el cual realiza cirugías de alta complejidad de neurología, cardiología y vascular.

Los principales servicios que ofrece el hospital son atención ambulatoria, atención cerrada y atención de urgencia. Además ofrece servicios académicos de formación de pregrado, especialidades y postgrado para estudiantes y profesionales del área de la salud.

El proceso del servicio de atención comienza con la llegada al hospital de un paciente enfermo el cual dependiendo de su necesidad requerirá uno o varios de los servicios médicos que se ofrecen: Cirugía, Ambulatorio, Hospitalización o Urgencias. Luego de elegir el tipo de servicio, se procede a tratar al paciente y, una vez que el paciente es dado de alta, se termina el proceso médico para él. Sin embargo, el servicio continúa hasta que se termina de generar la factura del paciente y se reciben los pagos de ésta.

Los usuarios del hospital son principalmente pacientes, los cuales pueden ser afiliados de FONASA o pertenecer a alguna ISAPRE. Éstos a su vez, pueden ser considerados clientes del hospital, ya que también pagan completa o parcialmente la cuenta final (a través de copagos). Pero los principales clientes son FONASA y las ISAPRE quienes son los que aportan la mayor cantidad de dinero a través de los convenios acordados. También se podría considerar a los estudiantes de medicina (internos de la Universidad Católica de Chile) como usuario, debido a que utilizan el hospital como medio para poder aprender.

Los pacientes se segmentan de acuerdo al tipo de tratamiento que reciben, los cuales pueden ser: hospitalarios, transitorios o ambulatorios. Además se segmentan por tipo de intervención, condición o convenio. Estos pueden ser pacientes GES, CAEC, Ley de Urgencia, GRD, Compras Directas, quirúrgicas y no quirúrgicas.

El hospital ofrece distintos servicios médicos, y dentro de ellos está la hospitalización por diversas razones. Según datos entregados por la organización el 2017:

- El hospital contaba con 430 camas para pacientes.
- Se contabilizaron 107.075 días camas (cantidad de días que pacientes están en cama).
- Se realizaron 1811 partos.
- Se realizaron 66.393 consultas en urgencias.
- La estadía promedio de un paciente hospitalizado fue de 4,6 días.

Dentro de las ventajas comparativas que posee el Hospital Clínico UC, es que cuenta con tecnología y con un equipo altamente calificado, que ofrece un servicio personalizado y basado en la experiencia y excelencia. Esto se ve reflejado especialmente en la Unidad de Maternidad, en donde se ofrece un servicio y soporte antes, durante y después del parto. Existe un acompañamiento a través de charlas y talleres educativos prenatales y post natales, esto con el fin de solucionar dudas familiares. También cuenta con actividades online, técnicas de lactancia, entre otras. La Unidad de Maternidad también cuenta con cómodas habitaciones, totalmente equipadas para mantener el bienestar de la paciente y su hijo/a.

Por otro lado, se obtuvo información sobre los estados de resultados del Hospital Clínico Red Salud UC y de la Clínica San Carlos de Apoquindo Red Salud UC de los últimos 4 años. Estos se pueden apreciar en la Tabla 1.

Ingresos por año (MM\$)	2015	2016	2017	Hasta Sep 2018
Pacientes hospitalizados	\$64.373	\$65.997	\$67.816	\$54.123
Venta de insumos	\$40.477	\$44.910	\$52.765	\$41.501
Pacientes ambulatorios	\$5.835	\$6.504	\$4.513	\$3.554
Venta de insumos ambulatorio	\$224	\$262	\$363	\$428
Otros	\$3.725	\$4.325	\$1.242	\$2.106
<b>Gross Revenue</b>	<b>\$114.634</b>	<b>\$121.998</b>	<b>\$126.698</b>	<b>\$101.713</b>

*Tabla 1. Ingresos del Hospital Clínico y Clínica UC  
Fuente: Gerencia de Finanzas Hospital Clínico UC*

## 4.2 Sistema de Salud en Chile

El sistema de salud en Chile se divide en dos: público y privado, el cual está compuesto por pacientes, proveedores y aseguradoras. El asegurador público es FONASA (Fondo Nacional de Salud), que es un sistema sanitario nacional. El sistema ofrece atención en hospitales públicos y la opción de tarifas subvencionadas en algunas clínicas privadas asociadas. El sector privado está compuesto por clínicas y compañías aseguradoras conocidas como ISAPRE (Instituciones de Salud Previsional). Sus numerosos planes dictan a qué clínicas y médicos se puede acudir. La calidad de los servicios

normalmente es mejor en clínicas que en hospitales públicos, ya que los tiempos de espera suelen ser menores y los niveles de hotelería suelen ser mayores. Esto se puede deber a la diferencia en demanda y recursos que cada uno posee (el hospital público posee menos recursos que una clínica privada, y asisten más pacientes que a la clínica). El Hospital Clínico Red Salud UC Christus pertenece a la red de salud privada, pero también atiende a personas afiliadas a FONASA, esto puede ser a través del GES, LDU o de forma particular.

Los principales actores dentro del rubro de la salud privada en Chile son clínicas privadas y hospitales clínicos privados. En la Tabla 2 se puede ver que dentro del mercado de las instituciones que son prestadores de salud en ISAPRES, el Hospital Clínico UC se posiciona en 4to lugar para el año 2010, en el cual facturó \$64.807MM. Esto representa el 4,9% del mercado de los prestadores de salud privado en Chile.

N°	Prestadores de Salud	Montos Facturados (Mill\$)	Participación (%)	Participación Acumulada (%)
1	CLINICA ALEMANA DE SANTIAGO S.A.	117.044	8,8%	8,8%
2	CLINICA LAS CONDES	99.829	7,5%	16,2%
3	CLINICA SANTA MARIA S.A.	82.042	6,1%	22,4%
4	HOSP. CLINICO PONTIFICIA U.CATOLICA DE CHILE	64.807	4,9%	27,2%
5	CLINICA DAVILA S.A.	51.583	3,9%	31,1%
6	CLINICA INDISA S.A.	39.929	3,0%	34,1%
7	HOSP. CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE J.J.AGUIRRE	38.859	2,9%	37,0%
8	MEGASALUD S.A.	38.542	2,9%	39,9%
9	HOSPITAL DEL COBRE DR.SALVADOR ALLENDE G.	28.719	2,2%	42,1%
10	SERVICIOS MEDICOS SANTA MARIA S.A.	26.610	2,0%	44,0%
11	CLINICA TABANCURA S.A.	21.291	1,6%	45,6%
12	FUNDACION DE SALUD EL TENIENTE	19.700	1,5%	47,1%
13	CLINICA RENACA S.A.	17.694	1,3%	48,4%
14	OMESA S. A.	11.558	0,9%	49,3%
15	INDISA DIAGNOSTICO	11.480	0,9%	50,2%
16	CLINICA ANTOFAGASTA II REGION	10.957	0,8%	51,0%
17	CLINICA AVANSALUD S.A.	10.743	0,8%	51,8%
18	CLINICA SANATORIO ALEMAN	10.646	0,8%	52,6%
19	FUNDACION ARTURO LOPEZ PEREZ	8.780	0,7%	53,2%
20	CLINICA AVANSALUD VESPUCIO S.A.	7.816	0,6%	53,8%
21	SERV. INTEGRADOS DE SALUD LTDA	7.077	0,5%	54,4%
	OTROS PRESTADORES DE SALUD	609.263	45,6%	100,0%
	<b>TOTAL</b>	<b>1.334.969</b>	<b>100%</b>	

Tabla 2. Prestadores de Salud en ISAPRES - 2010

Fuente: Informe Prestaciones año 2010 Superintendencia de Salud Chile [2].

Se puede observar en la Tabla 3 que, a diferencia de las otras clínicas, el Hospital Clínico UC junto al Hospital Clínico de la Chile cuentan con un alto porcentaje de montos facturados por servicios ambulatorios. Esto representando un 35,37% y 21,42% del total facturado para cada institución respectivamente.

Orden de Importancia	Prestadores de Salud	Montos Facturados Totales (Mill \$)	Montos Facturados Hospitalarios (Mill \$)	%	Montos Facturados Ambulatorios (Mill \$)	%
1	CLINICA ALEMANA DE SANTIAGO S.A.	117.044	103.175	88,15%	13.868	11,85%
2	CLINICA LAS CONDES	99.829	88.689	88,84%	11.140	11,16%
3	CLINICA SANTA MARIA S.A.	82.042	73.562	89,66%	8.480	10,34%
4	HOSP. CLINICO PONTIFICIA U.CATOLICA DE CHILE	64.807	41.883	64,63%	22.924	35,37%
5	CLINICA DAVILA S.A.	51.583	46.836	90,80%	4.747	9,20%
6	CLINICA INDISA S.A.	39.929	36.594	91,65%	3.335	8,35%
7	HOSP. CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE J.J.AGUIRRE	38.859	30.535	78,58%	8.324	21,42%
8	MEGASALUD S.A.	38.542	15	0,04%	38.527	99,96%
9	HOSPITAL DEL COBRE DR.SALVADOR ALLENDE G.	28.719	554	1,93%	28.165	98,07%
10	SERVICIOS MEDICOS SANTA MARIA S.A.	26.610	3.282	12,33%	23.328	87,67%

*Tabla 3. Principales Prestadores de Salud en ISAPRES, Hospitalarios versus Ambulatorios - 2010*  
Fuente: Informe Prestaciones año 2010 Superintendencia de Salud Chile [2].

Por otro lado, el año 2015 la consultora TintaChina, a partir de su foco en investigación aplicada y su experiencia en la industria de la salud, realizó un análisis al escenario de las clínicas y hospitales que dio forma al Premio Healthcare 2015 [3]. El Hospital Clínico de la Universidad Católica fue destacado en la categoría: mejor servicio, soporte y calidad de atención. En este eje se generaron ponderaciones para establecer el interés de las instituciones por ofrecer al paciente y a su grupo familiar facilidades para hospedaje, comunicación digital y transparencia en los servicios y cobros. Junto con el Hospital Clínico UC se destacan las clínicas, Alemana, Dávila, Santa María, Las Condes, Indisa y Universitaria de Concepción. Siendo Clínica Las Condes y Clínica Alemana las que más se repiten en las distintas categorías. Esta información se puede apreciar en la Figura 2.

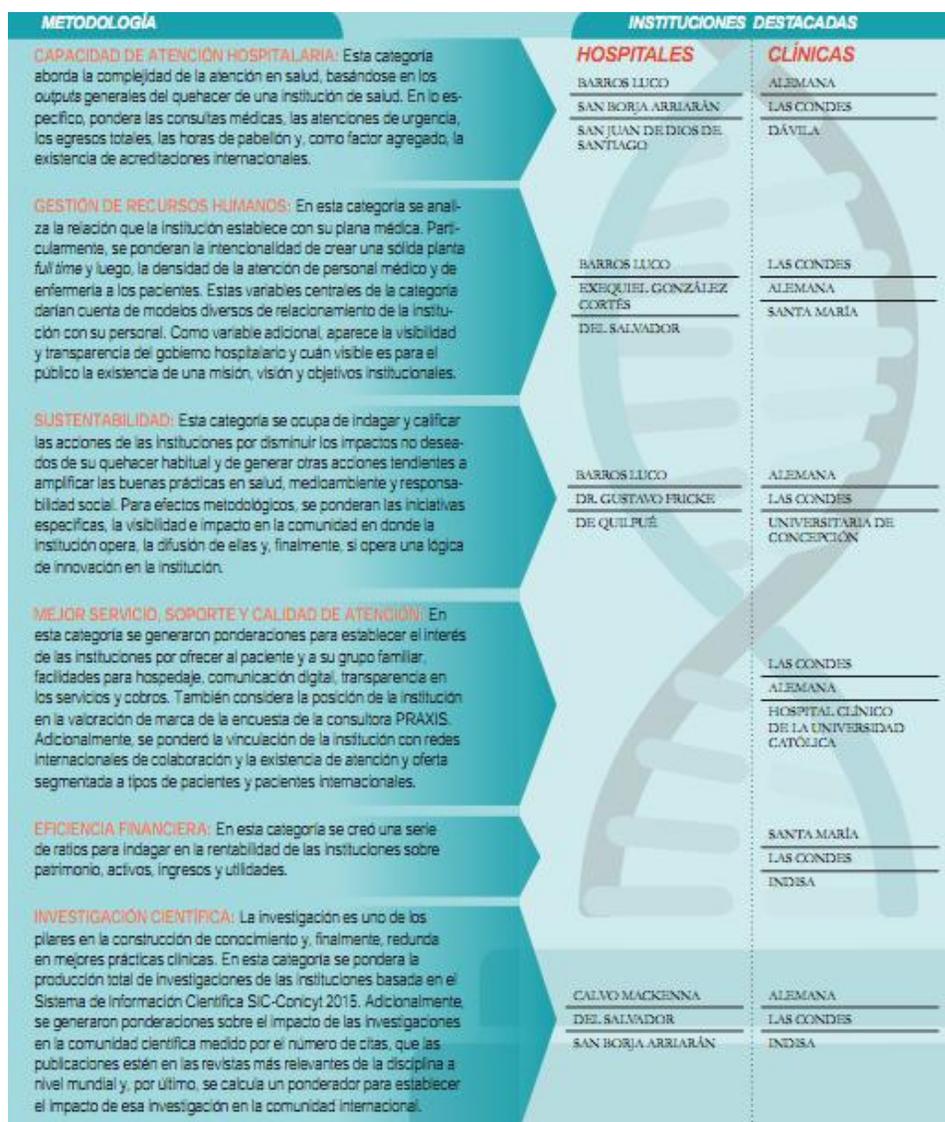


Figura 2. Ejes de honor para el premio Healthcare 2015  
Fuente Portafolio Salud - Diario Financiero [3]

Dentro del área de la salud existe un ambiente bastante colaborativo y de transparencia entre las instituciones. Es común poder saber sobre procesos y formas de realizar ciertas actividades al interior de las otras clínicas. También existe una relación cercana y constante con FONASA y las demás ISAPRES, dado que es necesario tener una continua comunicación con ellas por el tipo de pacientes que ingresa al hospital y sus convenios asociados.

Estas instituciones se rigen bajo las regulaciones impuestas por la Superintendencia de Salud y el Ministerio de Salud. También se rigen bajo convenios con FONASA y las distintas ISAPRES del sistema de salud en Chile.

La tendencia durante los últimos años, ha sido un crecimiento en el gasto público por parte del gobierno, con el fin de brindar más recursos al sistema de salud y mejorarlo. El gasto público del año 2016 superó al gasto privado, algo que no había sucedido antes y refleja el interés y prioridad fiscal otorgada por el gobierno en materia de salud. Todo esto se ve reflejado en la Figura 3.

## Gasto total como % del PIB

Chile, 2003 - 2016

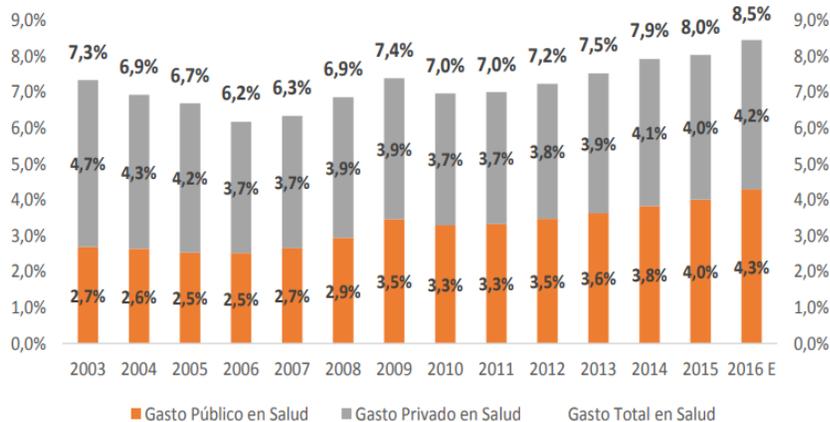


Figura 3. Gasto Total como % del PIB.  
Fuente: Presentación Ministerio de Salud año 2017 [4]

## CAPÍTULO 5: CONOCIMIENTO Y ANÁLISIS DEL PROCESO

### 5.1 Levantamiento del Proceso

Para entender el proceso de dispensación y devolución de insumos, se procede a realizar un levantamiento del proceso a través de entrevistas a personal clínico y observaciones propias al proceso.

El proceso de provisión y reposición de estos insumos incluye la reposición, desde la Central de Almacenamiento y Distribución (CAD) hacia los almacenes quirúrgicos, luego la dispensación desde los almacenes quirúrgicos hacia los pabellones, y finalmente se incluye la devolución de insumos sobrantes de las operaciones desde los pabellones al almacén. Todo este proceso se ejemplifica de mejor manera en la Figura 4.



Figura 4. Proceso General de Distribución de Insumos.  
Fuente: creación propia

El proceso de obtención de insumos desde la Central de Abastecimiento y Distribución (etapa de reposición) no se considerará en el proceso, por lo tanto el proceso sólo contemplará la etapa de dispensación y la de devolución de insumos (Figura 4).

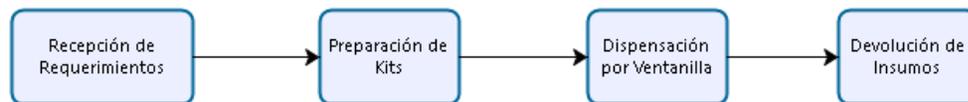
Para obtener información acerca del proceso se procede a entrevistar a distintas personas del área clínica y administrativa, entre ellas:

- Supervisor de Almacén Quirúrgico del 6to piso, Constanza Barros.
- Jefatura de Almacenes Quirúrgicos (jefatura del 3er y 6to piso), Marlene Fuentes.
- Jefatura Central de Almacenamientos y Distribución, Macarena Toledo.

- Supervisor de Sistema Abastecimiento, Alfonso Silva.
- Enfermera Jefe de Pabellones, Luz María del Carmen Galaz.
- Jefatura Unidad de Cuentas Quirúrgicas y Digitación de Partes Quirúrgicos, Marina Alende.

Por otro lado, se procede a realizar visitas a los pabellones del 6to piso y de su almacén quirúrgico con el fin de levantar y validar el proceso de dispensación y devolución de insumos que posee. De forma paralela se realizan visitas al almacén quirúrgico del 3er piso con el fin de entender su proceso actual, y que pueda servir como un proceso al cual se quiera llegar con el 6to piso.

Tras observaciones, conversaciones y entrevistas, se obtiene el siguiente macro proceso para la dispensación y devolución de insumos del almacén quirúrgico del 6to piso, el cual se encuentra ilustrado en la Figura 5.



*Figura 5. Flujo de Dispensación y Devolución de Insumos.  
Fuente: Creación propia*

El proceso comienza con la recepción de requerimientos, en esta sub etapa la enfermera de programación del pabellón es la encargada de crear la tabla quirúrgica en el sistema, en donde escribe qué pacientes serán operados, con su intervención y médico tratante respectivo, junto con el horario de la cirugía. Todas estas intervenciones son del día siguiente, es decir se crea la tabla quirúrgica temprano en la mañana con la agenda de las intervenciones del próximo día.

Luego la enfermera de pabellón o la jefa de almacenes quirúrgicos, asigna los kits por sistema a los pacientes correspondientes, edita manualmente cualquier requerimiento extra si es necesario, o saca alguno que no corresponda. Una vez asignados los kits, se imprime el listado de los pacientes con sus kits correspondientes, para ser entregado en el almacén quirúrgico a los TENS disponibles.

Los TENS deben ingresar los kits al sistema *ABA* (inventario), el cual se rebaja e integra con el sistema de *Financiamiento* (de cobro), y así tener el cobro del kit que se armará. Luego de ingresar los kits al sistema, se imprimen etiquetas con el nombre del paciente, intervención y médico tratante, para ser pegados en su caja de insumos correspondiente. Finalmente se entrega el listado a otro TENS para que este comience con el armado.

Aquí es cuando comienza la sub- etapa de preparación de kits. Esta consiste en limpiar las cajas plásticas y pegar las etiquetas de los kits correspondientes. Según prioridad de la tabla quirúrgica (orden ascendente desde lo más temprano en la mañana) se comienza a armar los kits. Esto consiste en leer los insumos descritos en el listado, y colocar la cantidad de insumos correspondiente dentro de cada caja. Cabe destacar que los kits están programados y armados de antemano por sistema bajo requerimientos del tipo de cirugía y médico tratante, por lo que el personal clínico debe solo armarlo de acuerdo a estas especificaciones. Una vez finalizado el armado del kit,

se corrobora que estén todos los insumos necesarios, y se colocan las cajas listas en un espacio predeterminado al interior del almacén. Con esto se da por finalizada la sub-etapa de preparación de kits.

Una vez listas las cajas, se debe esperar al día siguiente para que se realicen las intervenciones. Luego a primera hora en la mañana (o a la hora que esté agendada la primera intervención quirúrgica) se dará inicio a la sub-etapa de dispensación de insumos. Esta consiste en entregar la caja con el kit de insumos correspondiente al paciente que será intervenido al TENS de pabellón, que lo solicita durante la preparación del quirófano (previo al ingreso del paciente al pabellón). Es decir, el TENS del almacén quirúrgico dispensa el kit para la operación y el TENS de pabellón procede a preparar el pabellón para el paciente. Una vez iniciada la cirugía, puede ser necesario uno o más insumos extras para la operación. Para estos casos, el TENS de pabellón va directamente al almacén quirúrgico y solicita por ventanilla el o los insumos necesarios al TENS del almacén. El TENS del almacén busca el o los insumos, y los carga al sistema *ABA* para realizar el cargo al pabellón que está solicitando el insumo (no se carga al paciente directamente), y lo entrega por ventanilla al TENS de pabellón para su uso. Esta sub-etapa puede suceder varias veces dentro de una misma cirugía, por lo que el proceso sería de la misma forma.

La última sub-etapa, comienza cuando concluye la cirugía. Una vez finalizada la operación, normalmente sobran insumos que estaban almacenados en el kit de la intervención. Es por esto que se termina el proceso con la sub-etapa de devolución de insumos, que consiste en que el TENS de pabellón debe recoger la caja de insumos (kit) y devolver tanto la caja como los insumos sobrantes al almacén quirúrgico. Una vez devuelta la caja por ventanilla, los TENS del almacén deben ingresar los insumos sobrantes al sistema *ABA* para descontar este cobro al pabellón. Antes de ingresar cualquier insumo de vuelta al sistema se chequea su aspecto, para verificar que siga esterilizado y en buen estado para futuros usos. Luego de ingresar cada uno de los insumos sobrantes, se comienza a reponer los insumos en sus lugares correspondientes al interior del almacén quirúrgico.

Con esta sub-etapa se da por finalizado el proceso de dispensación y devolución de insumos desde el almacén quirúrgico hacia pabellones, y viceversa. El proceso levantado en lenguaje BPMN se puede ver en la Figura 6. Esta figura es de construcción propia en el programa Bizagi y fue validada por las distintas jefaturas del almacén y pabellones. También se encuentra la misma imagen, de forma vertical en Anexos 0.

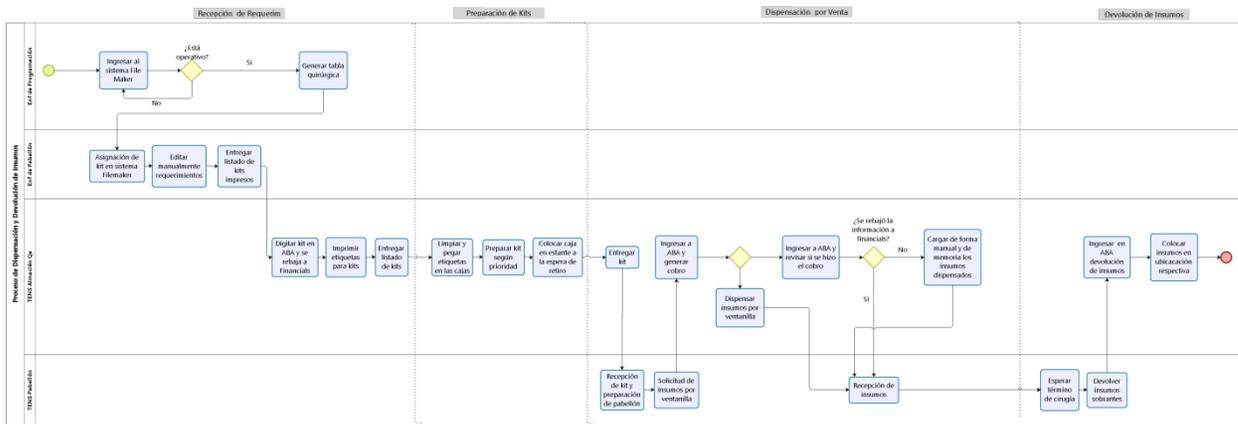


Figura 6. Flujo AS IS de Dispensación y Devolución de Insumos 6to Piso.  
Fuente: Creación propia

Estas son las principales etapas que se realizan en el proceso de dispensación y devolución de insumos desde el almacén hacia los pabellones. Es importante mencionar que el almacén quirúrgico recibe desde la CAD una reposición de insumos dos veces al día, una en la mañana a las 07:30 hrs y otra en la tarde a las 15:00 hrs. Actualmente la obtención de insumos se basa en cortes de niveles de inventario realizados por sistema, los cuales verifican el inventario actual, y si hay algún insumo bajo su nivel mínimo, se genera la orden de reposición para ese producto.

Al tener varias visitas y entrevistas al almacén quirúrgico, se obtiene que en el 6to piso trabajan 4 Técnicos en Enfermería de Nivel Superior (TENS): Felipe, Beatriz, Paulina y Catalina, que están encargados de atender el almacén a través de la ventanilla y de la reposición de insumos al interior de este. La distribución sus horarios en los días de la semana son 2 TENS en horario mañana de 7:30 a 16:00 y 2 TENS en horario tarde de 12:30 a 21:00. Para los fines de semana, 1 TENS tiene que ir entre las 8:00 y las 13:00 hrs, y se van rotando el turno del fin de semana entre los 4 TENS disponibles. Luego está la supervisora del almacén quirúrgico, Constanza Barros, que es enfermera y vela por el correcto funcionamiento del mismo y que tiene un horario fijo de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 hrs. Sobre ella se encuentra la Jefa de todos los almacenes quirúrgicos del hospital, Marlene, que también es enfermera, que depende la jefa de la Central de Almacenamientos y Distribución (CAD), Macarena Toledo, que es ingeniera, y sobre ella, se encuentra el Gerente de Servicios de Apoyo, Roberto Suazo, quien vela por el funcionamiento general de su gerencia

En esta descripción sólo se incluyen a las personas que se involucran en el proceso directo de la provisión de insumos. Cabe destacar que tanto el Gerente de Servicios de Apoyo, como la Jefa de la CAD y como la Jefa de los almacenes quirúrgicos tienen más personas a su cargo, pero no se explicitan ya que están fuera del alcance del proceso como tal.

Esta área se involucra con Abastecimiento, ya que de ellos reciben las reposiciones de insumos dos veces al día (mañana y tarde). Se relacionan constantemente con pabellones, ya que dispensan y reciben insumos de parte de ellos. Con Farmacia también se relacionan ya que se despacha y reciben medicamentos. Finalmente se

relacionan con algunos proveedores específicos que traen insumos especiales para algunas cirugías y los traen como insumos en tránsito (no están contabilizados en el inventario, ni están a su disposición durante el día, si es que no los solicitan) o como insumo consignado (que se mantiene en stock un mínimo, pero que son solicitados de forma especial).

## **5.2 Levantamiento de Problemáticas**

Al momento de levantar el proceso se detectaron nuevas problemáticas y se validaron algunas ya levantadas en la etapa de hipótesis. Algunas de ellas eran internas al proceso y otras externas al almacén, pero que finalmente también afectan el buen funcionamiento éste y del proceso de distribución y dispensación de insumos.

Los problemas internos del proceso, se refieren a los problemas en los sistemas con los que opera el hospital, específicamente el almacén para realizar acciones determinadas. El primer problema sucede cuando la enfermera de programación intenta ingresar al sistema *File Maker* para revisar qué pacientes deben operarse al día siguiente. Muchas veces este sistema se cae, y el ingreso al mismo no es posible. Esto retrasa la creación de la tabla quirúrgica, y por consiguiente atrasa el proceso de armado de kits (que se realiza el día antes de la cirugía), ya que sin la tabla quirúrgica, no se sabe qué tipo de cirugía se realizará y a qué paciente, por lo que no se puede comenzar con el armado de éstos.

Otro problema de sistema, sucede cuando los TENS en el almacén quirúrgico ingresan al sistema *ABA* para realizar la reducción de inventario que corresponde a los kits que armarán (sub-etapa preparación de kits). Esta plataforma está integrada con el sistema *Financials*, el cual es el encargado de realizar el cargo por uso de estos insumos. Este cargo va asociado a los centros de costos, y en este caso, sería el centro de costos del pabellón del 6to piso.

El problema es que muchas veces los insumos son cargados al sistema *ABA*, pero éste demora aproximadamente entre 30 min a 60 min en traspasar esta información a *Financials*, y durante este lapso de tiempo, la integración entre ambos sistemas muchas veces falla. Esto sucede a lo menos una vez por día, lo que dificulta el cobro real de los insumos a los pabellones. Como medida de contingencia ante el problema, los TENS deben memorizar los insumos que ya habían cargado con anterioridad, y volver a ingresar los que recuerden a *ABA* y esperar a que se realice bien el cargo a *Financials*. Esto genera un problema con la correcta facturación y con la reducción real de inventarios, ya que se pierde el registro de los insumos y no quedan bien ingresados por sistema descuadrando así el inventario.

Los otros problemas que se identificaron son exógenos al proceso de dispensación y devolución, pero que de todas formas afecta al proceso principal. Uno de los más grandes es que al interior de los pabellones (quirófanos) se mantiene un volumen muy alto de insumos. Lo que trae distintos problemas, por ejemplo, la dificultad de poder mantener inventariados esos insumos, dado el funcionamiento actual de cobro de los mismos (una vez que salen del almacén se cobran al centro de costos de pabellón y se contabilizan como utilizados, por lo que dejan de estar registrados en el inventario del almacén). Esto provoca que el manejo de ese inventario no esté bajo el control del almacén quirúrgico, ni de ningún otro ente administrativo.

Existe un nivel de insumos que se mantienen al interior de los pabellones, los cuales están contabilizados como gastos, ya que no son parte del inventario que se maneja en el almacén. Todos estos insumos que se mantienen al interior de los quirófanos no son manejados por el almacén, lo cual no certifica que haya un control de la cantidad, ni calidad de ellos, pues nadie vela por su correcto almacenamiento. Esto provoca que haya stock inmovilizado al interior de pabellones con alta probabilidad de vencimiento o de caducidad por no uso, o por falta de mantenimiento o por falta de esterilización. Esto genera que el almacén deba mantener en stock el mismo tipo de insumo que ya existe al interior de los pabellones, generando stock duplicados sin necesidad; lo que conlleva a un aumento en los costos que debe incurrir tanto el almacén quirúrgico como los mismos pabellones, ya que el almacén debe comprar más insumos, y los pabellones siguen solicitando para mantenerse con stock.

Hoy en día las cantidades de mínimos y máximos que se manejan para los insumos y fármacos no están del todo actualizadas, lo que implica un alto nivel de productos al interior del almacén el cual debe almacenarse de forma correcta. El problema es que el espacio del almacén es reducido y limitado, por lo que es muy difícil poder almacenar y dejar de forma ordenada los productos. Esto genera que muchos insumos deban ser guardados de formas que no cumple totalmente con los estándares necesarios de almacenaje, poniendo en riesgo su funcionamiento, utilidad y esterilización. El problema del espacio también genera desorden, y obliga al personal a improvisar y guardar insumos en lugares que no corresponden por normativa (cajas de cartón de insumos al interior del almacén, insumos sobre la altura permitida de 2 metros de alto, etc). Además hoy en día mantienen los insumos en tránsito y consignados en cajas en el suelo, ya que no hay espacio suficiente en gabinetes y estantes, tema que probablemente esté fuera de las regularizaciones establecidas para su almacenaje, y que aumenta la probabilidad de pérdidas desconocidas y de mermas por mal depósito.

Finalmente el último problema detectado es el alto nivel de devolución de insumos que incurren los pabellones tras las operaciones. Cada vez que finaliza una cirugía la caja con insumos (kit) es devuelta con los insumos sobrantes, que en reiteradas ocasiones son muchos. Esto trae como consecuencia que el almacén reduzca sus niveles de inventario temporalmente (mientras está armado el kit, y se está usando), y se soliciten nuevos insumos a la Central de Abastecimiento y Distribución. Muchas veces al llegar la nueva reposición de insumos, se descubre que éstos tal vez no eran necesarios porque fueron devueltos tras la cirugía, lo que provoca tener inventario duplicado. Además esto provoca un exceso en los niveles de máximo permitido, y se deben devolver nuevamente los insumos a la central. Como se puede ver esto genera trabajo doble, ya que se solicitan insumos, por pensar que se utilizaron en una cirugía, y finalmente no se ocuparon.

### **5.3 Análisis de la Situación**

Como se puede apreciar, el proceso de dispensación y devolución de insumos es bastante simple y en el día a día se logra realizar de buena manera a pesar de todos sus inconvenientes.

El problema de la integración de los sistemas es lo que más repercute al almacén en cuanto a cobros y sus gastos asociados. Al optimizar esta integración, se podría ver muy beneficiado el hospital, el almacén y los centros de costos de los pabellones.

La reducción de insumos al interior de los pabellones mejoraría notablemente la gestión de inventario y el control sobre los insumos y su mantenimiento, ya que el almacén estaría al tanto de sus volúmenes y de su almacenaje. Esto mejoraría la gestión clínica y se tendría mayor control de todo el proceso del uso de los insumos.

Finalmente la revisión de cómo están formados los kits, y el análisis de mínimos y máximos, son temas que quedan pendientes para el futuro como mejora al proceso, ya que se necesita una revisión periódica de los mismos para ir puliendo los niveles de los insumos necesarios en cada kit. Esto se podría realizar con el análisis de devolución de insumos que está teniendo cada kit asociado a cada médico tratante y así se podría obtener un kit más prolijo, en el cual los insumos se utilicen en su mayoría. Se entiende que los kits son armados con holguras, por precaución, pero de todas maneras se podrían reducir estos niveles al realizar un análisis en mayor profundidad.

### 5.4 Situación Optimizada

Tomando en consideración los problemas anteriormente mencionados, se plantea como situación óptima del proceso el flujo de la Figura 7. En éste se puede apreciar que no existen complicaciones de integración con los sistemas. *File Maker* funciona de forma correcta dando la posibilidad de crear la tabla quirúrgica sin problemas, y *ABA* carga directamente a *Financials* los insumos utilizados y devueltos.

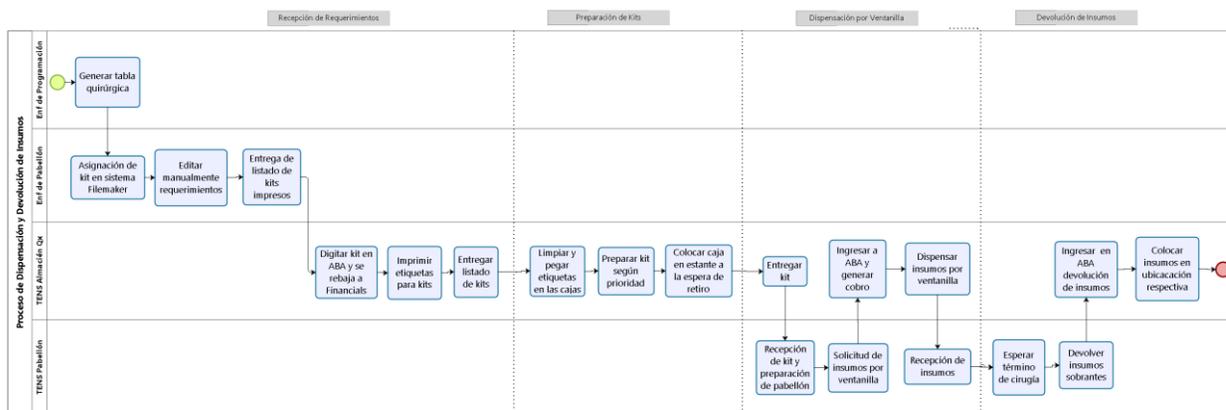


Figura 7. Proceso TO BE de Dispensación y Devolución de Insumos 6to piso.  
Fuente: Creación propia

Se plantea esta situación óptima como algo teórico y pendiente a realizar si así lo desea el hospital. Independiente de si se realizan o no las mejoras pertinentes, esta situación servirá como caso base para poder evaluar la implementación de un proyecto de inversión que mejore el proceso de dispensación, el cual será analizado en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 6: PROYECTOS DE INVERSIÓN Y FACTIBILIDAD

### 6.1 Hipótesis y Alternativas de Solución

Antiguamente la solución a este tipo de problemáticas estaba en la línea de tener mayor cantidad de personal, algo que actualmente la institución está evitando hacer debido a que hace un par de años se incorporó Christus a la organización y porque además dejó de recibir subvención económica por parte de la Universidad Católica. Por lo que aumentar el personal para solucionar el problema no es válido como solución.

Por otro lado, se intenta generar posibles hipótesis de porqué el proceso no está funcionando bien:

- La falta de un sistema de software integrado completamente y que no falle, está generando una mala gestión de insumos al interior del almacén, junto con una deficiente facturación de los mismos, debido a las constantes caídas de sistema, lo que está provocando pérdidas de dinero.
- La falta de un buen proceso de control de insumos está provocando una alta utilización del personal encargado para gestión y control de éstos, además de costos adicionales asociados a su control. Esto aumenta la probabilidad de error por parte del personal, de costos de inventario y de costos por no facturación.
- La falta de un almacenamiento adecuado está provocando un aumento en la probabilidad de merma almacenar incorrectamente de los insumos.
- La falta de orden de los insumos está provocando un aumento en la probabilidad de vencimiento de los insumos y fármacos por no uso.
- La falta de un proceso de control automatizado de insumos aumenta la probabilidad de equivocación al momento de armar un kit, poniendo en riesgo la salud del paciente.
- La falta de un proceso de control automatizado de insumos no está permitiendo tener información correcta sobre quién es la persona encargada de sacar qué insumo, y a quién se le está cobrando el mismo (actualmente el cobro es directo al pabellón y no al paciente). Esto aumenta la probabilidad de tener pérdidas desconocidas y de aumentar los costos de pabellones.

Por tanto se propone como alternativa de solución la implementación de un almacén quirúrgico automatizado (o armario inteligente) que ayude con la gestión clínica, el control de insumos y de inventario. Esta solución permite, a través de una pantalla táctil, seleccionar el nombre del paciente y retirar insumos que por sistema corresponde entregar al paciente para su intervención (posee una luz indicadora que señala qué insumos se debe retirar). A su vez, el sistema permite que toda operación (dispensar o devolver insumos) sea registrada simultáneamente en el inventario del hospital y en a la cuenta del paciente.

Para esto existen dos opciones en el mercado:

- *Omnicell*, representado por la empresa *Technigen S.A.*
- *Pyxis*, representado por la empresa *Grifols Chile S.A.*

### 6.2 Propuesta de Valor de las Soluciones

Las principales fuentes de creación de valor para *Pyxis* son las siguientes [10]:

- **Beneficios operacionales:**
  - Flexibilidad: solución adaptable y ampliable que puede ajustarse a las necesidades de las áreas de tratamiento.
  - Informes detallados: informes extensivos proporcionan de forma inmediata información sobre la actividad y el sistema, permitiendo una toma de decisión ágil.
  - Optimización del flujo de trabajo: mediante la automatización, el tiempo empleado en gestión de inventario se ve reducido.
  - Exactitud de los stocks: los problemas de niveles mínimos o roturas de stocks se minimizan.
  - Reducción del tiempo: empleado en tareas administrativas por parte del personal asistencial, con el consiguiente aumento de la disponibilidad para atención directa al paciente. Los armarios cerrados con la tecnología Pyxis® “Touch-to-take” ofrecen fácil acceso y reducen las roturas de stock.
  
- **Beneficios clínicos:**
  - Fácil acceso: la tecnología “Touch-to-Take” proporciona fácil acceso a los materiales necesarios.
  - Seguridad incrementada: Pyxis® BioID™ garantiza un acceso seguro mediante identificación de huella dactilar.
  - Mensajes de advertencia: la seguridad del paciente se ve mejorada mediante advertencias sonoras y códigos de peligro específicos para productos y soporte al control de las fechas de caducidad.
  
- **Beneficios financieros:**
  - Captura de costos asociados a paciente: la información de uso de material sanitario a nivel de paciente proporciona el seguimiento de costos y permite el reembolso o cargo a terceras partes.
  - Datos: el análisis e informe de tendencias permite a la organización optimizar información sobre inventarios y mejorar los flujos de trabajo.
  - Estandarización: los datos en el punto de uso ayudan a mantener y estandarizar los materiales sanitarios y su utilización.
  
- **Racionalización de los costes operativos:**
  - Reducción de inventario inmovilizado
  - Trazabilidad del uso de medicamentos y materiales

Las principales fuentes de creación de valor para *Omnicell* son las siguientes [11]:

- Posibilidad de gestionar datos de farmacia (medicamentos) y de suministro de producto sanitario en una sola base de datos, con un solo sistema informático.
- Modularidad, máxima flexibilidad de configuración e Insuperable densidad de almacenaje.
- Único sistema con luces guía, que conducen al usuario hacia la ubicación correcta, eliminando errores y reduciendo tiempos en la dispensación y reposición. El orden de guiado de las luces empieza por el armario, a continuación la columna, después la fila o cajón y finalmente el compartimento o cajón donde se encuentra ubicado el producto seleccionado.

- Único sistema con tecnología "ver y tocar" ("see and touch"), que permite agilizar y aumentar la rapidez en la dispensación.
- Único sistema con opción de conexión a Intranet desde el armario de dispensación con pantalla táctil.

Algunos elementos diferenciadores de Omnicell sobre los demás en el mercado [11]:

- Los insumos y medicamentos vienen integrados en una sola base de datos dentro del servidor Omnicell, no es necesario otro servidor para los medicamentos.
- Además en este mismo servidor viene implementado software de motor de interfaces OIS, es decir, no es necesario un equipo adicional para el manejo de interfaces.
- Los armarios son modulares por lo tanto el usuario puede modificarlos de acuerdo a su gusto sacando barras y separadores, teniendo igual o mayor capacidad y robustez que la competencia.
- El software para acceso remoto OCRA es configurable en el PC que tiene cada usuario en su escritorio, no es necesario instalar un equipo dedicado para esta tarea.
- La pistola inalámbrica de radiofrecuencia OMNISCANNER permite dispensar y devolver insumos a través del código de barras del producto, no es necesario el instalar antenas por cada producto.
- El motor de interface OIS es modular y por lo tanto permite adaptarse a cualquier sistema que esté en funcionamiento en el hospital.
- Los armarios indican a los usuarios donde se encuentra un producto a través de luces guías, para encontrar algún insumo perdido, para reponer o para armar kits de intervenciones, este sistema esta patentado por Omnicell.
- Existe un grupo de profesionales que brinda soporte 24/7 al cliente ante cualquier emergencia.

Al optar por cualquiera de las opciones mencionadas se tendrían los siguientes beneficios:

- Control total de cobros a pacientes y una mayor facturación.
- Seguridad al paciente al evitar error humano en la entrega de insumos.
- Control de stock máximo por 3 días y reducción de compra.
- Reducción de insumos y fármacos por caducidad.
- Reducción de compras a proveedor.
- Acortar el tiempo de las labores de enfermería en los procesos de gestión.
- Ahorro de gestión clínica y HH de personal de la salud.
- Acceso a los productos 24 horas, 365 días.
- Evita pérdidas desconocidas. Cualquier dispensación/devolución se realiza con la huella digital del personal, por lo que se asociaría cualquier pérdida o error a alguno de ellos.
- Ahorro de HH de administrativos de Unidad de Digitación de Partes Quirúrgicos.
- Disminuir la cantidad de stock inmovilizado dentro de los pabellones.
- Mayor control de insumos y fármacos, al tener indicadores de gestión.
- Posibilidad de un mayor posicionamiento a nivel de mercado.
- Mejor percepción del servicio integral entregado por el hospital a los pacientes.
- Mejor percepción a nivel de mercado al ser un hospital innovador y vanguardista.

La Gerencia de Procesos y Proyectos evaluó años atrás la implementación de un sistema de dispensación automatizado en el 3er piso del hospital, y ocupó los siguientes valores referenciales en cuanto al ahorro y beneficio de implementar un sistema como los mencionados. Identificaron los siguientes valores de ahorros anuales:

- 4% en reducción de insumos consignados.
- 3% en reducción de mermas.
- 5% en reducción de devolución de stock.
- 5% en aumento de facturación.

Todos estos valores sirven de referencia en la evaluación del proyecto, como mínimos a alcanzar en cuanto a estos beneficios, ya que fueron estimados del hospital, sin un respaldo teórico.

### **6.3 Alternativas de Proyectos de Inversión**

Como se menciona en capítulos anteriores, existen 2 alternativas en Chile que satisfacen las necesidades del hospital en el proceso de dispensación y devolución de insumos. Estas son Grifols y Tecnigen, las cuales serán descritas a continuación.

#### **Grifols**

Es una empresa española, que distribuye y ofrece distintos productos y servicios para los servicios clínicos. Entre ellos trae a Chile Pyxis®, que es una marca de sistemas de control y de dispensación automatizada de insumos y fármacos.

Grifols entrega servicios de software y hardware para la gestión operacional y logística en hospitales y clínicas. Estos servicios y productos se dividen en 3: sistemas informáticos de control, armarios automatizados de dispensación e interfaces de conexión, los cuales serán descritos en Anexos 1.

#### **Tecnigen**

Es una empresa chilena, que ofrece distintos productos y servicios para el servicio clínico. Entre ellos ofrece en Chile, Omnicell®, marca de sistemas de control y dispensación automatizada de insumos y fármacos. Ésta marca es originaria de EE.UU y Tecnigen tiene la licencia de ser el proveedor oficial en Chile.

Todo sistema Omnicell®, al igual que la solución anterior, está compuesto por tres partes diferenciadas: sistema informático de control, armarios automatizados de dispensación e interfaces de conexión. El detalle de cómo funcionan sus sistemas, armarios e interfaces se pueden ver en Anexos 2.

La cantidad de armarios que se necesite para la mejora del proceso se determina en el análisis y factibilidad técnica del proyecto. Esto debido a que se requiere calcular cuántos insumos se tienen actualmente, y cuántos se requiere tener en el futuro. Con esto claro, se puede determinar la cantidad de armarios, y cómo distribuirlos al interior del almacén (*Layout*).

### **6.4 Comparación de Propuestas**

En esta comparación de las propuestas se analiza los pros y los contras, es decir, los beneficios y costos cualitativos de cada proyecto. En el siguiente capítulo se analizan

los beneficios y costos cuantitativos de cada uno, para finalizar con el análisis de flujo de caja.

Tanto como Grifols como Tecnigen ofrecen servicios y productos similares, sistemas y armarios automatizados de dispensación de insumos y fármacos, con casi las mismas características. Ambas propuestas ofrecen sistemas informáticos de control, pero cada una posee sus propios sistemas, VMware® y OmniCenter® para Pyxis y Omnicell respectivamente.

Cada una tiene armarios madres y armarios auxiliares en sus 3 modalidades de módulos (único, doble y triple). También poseen armarios de medio tamaño, y de cuarto tamaño, y además brindan la posibilidad de incluir racks, cajoneras y estantes móviles.

Dentro de las categorías a analizar se encuentra el nivel de seguridad de los armarios, tipo de servidor y almacenaje de las bases de datos, los accesos remotos, tipo de sistema operativo, acceso a las consolas, entre otros aspectos, los cuales se ven reflejados en la Anexos 3.

Ante el análisis comparativo realizado en Anexos 3, es claro ver que ambos productos son bastante similares en cada categoría, a diferencia de leves matices. Se puede rescatar que Omnicell tiene un producto más actualizado, con mejor pantalla y software que la competencia. Sin embargo Pyxis posee un manejo de voz en español para realizar conteos de inventarios y puertas con giro mayor a 180°.

### **6.5 Factibilidad Técnica**

Para analizar la factibilidad técnica de implementar cualquiera de los dos proyectos de inversión, se realiza un análisis al espacio físico del almacén quirúrgico para levantar los requerimientos de los muebles necesarios, junto con un análisis del inventario que se maneja actualmente en el almacén (para que puedan ser almacenados en los nuevos armarios). Finalmente, se revisa la factibilidad informática de implementar un sistema de esta envergadura.

### **Espacio Físico y Planos**

Como levantamiento preliminar, se solicita al área de Infraestructura del hospital los planos del 6to piso, que se pueden observar en la Figura 8. La zona demarcada en negro son los 4 pabellones, y la zona trazada con líneas negras es el almacén quirúrgico (el cual se encuentra en el centro de los 4 pabellones).



Figura 8. Plano 6to piso zona de pabellones y almacén quirúrgico Hospital Clínico UC.  
Fuente: Área de Infraestructura del Hospital Clínico UC

Luego se procede a realizar un levantamiento del Layout detallado del almacén quirúrgico, para ver qué tipo de muebles posee en su interior para almacenar cada tipo de insumos. De esta forma se puede saber qué tipo de armarios es requerido para su interior, y el espacio que se dispone para instalar nuevos equipos.

Tras varias visitas al almacén, se logra levantar la cantidad de muebles y sus dimensiones, y la especificación de almacenamiento de cada uno. Con esto se pudo determinar qué insumos y fármacos eran almacenados en qué parte. Este levantamiento se ve reflejado en la Figura 9.

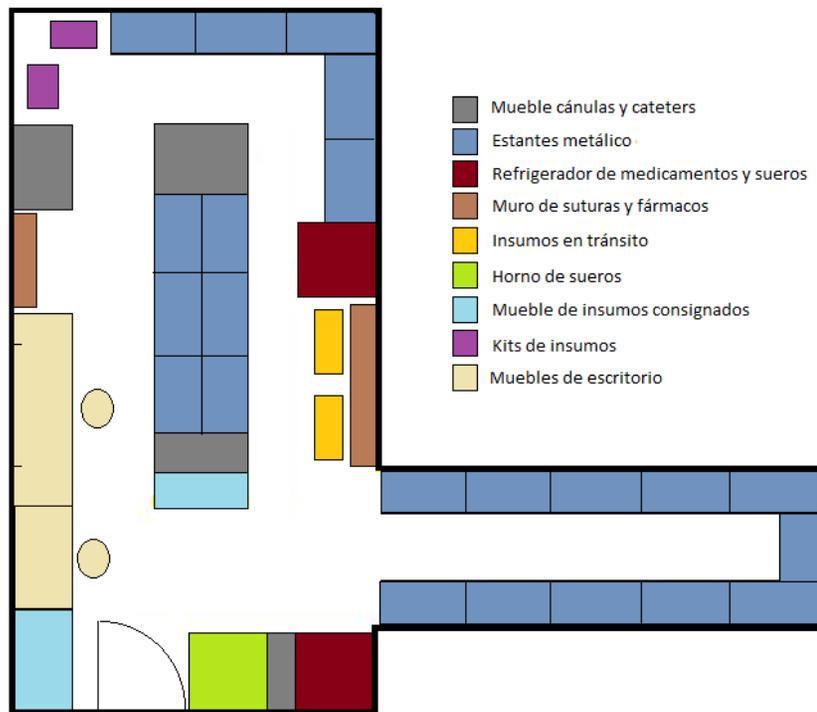


Figura 9. Layout Almacén Quirúrgico 6to piso Hospital Clínico UC.  
Fuente: Creación propia

Con el levantamiento también se logra visualizar los distintos insumos y fármacos almacenados al interior del almacén, sus distintos requerimientos, sus espacios y cantidades. Por ejemplo, las cánulas y catéteres son insumos largos y delicados los cuales deben ser almacenados de una forma especial, para que no se rompan o dejen de funcionar (actualmente está guardados apretados unos con otros, aumentando su riesgo de inutilización por defectos físicos). Otro ejemplo son los refrigeradores y hornos para medicamentos y sueros, que funcionan a temperaturas específicas, lo que es importante a tener en consideración al momento de almacenar estos productos.

Para entender qué tipo de armarios son requeridos para el almacén hay que entender el tipo de insumo que se está manejando hoy en día, sus cantidades de mínimos, sus requerimientos de almacenaje, y la conveniencia de su almacenaje al interior del almacén. Por ejemplo, puede que dos insumos sea convenientes dejarlos almacenados cerca, porque se ocupen para un mismo kit de cirugía siempre.

### Insumos y Requerimientos para Muebles

Para el análisis de los insumos y fármacos, se solicita a la Central de Abastecimiento y Distribución del hospital el inventario del almacén quirúrgico del 6to piso. Con esto se logra visualizar la cantidad de insumos que se maneja y sus niveles de mínimos y máximos.

Dada la información entregada, el almacén hoy en día cuenta con 9894 insumos. A este nivel de insumos se debe contemplar un aumento de capacidad, pues lo almacenado al interior de los pabellones que se aproxima a 1000 insumos (es un estimado ya que no se tiene control de la cantidad que existe en su interior) y que pasarían a ser controlados por el almacén. Sin embargo, debe considerarse también una reducción del

10-20% debido al orden que se debe realizar al interior del almacén y al análisis de mínimos y máximos (insumos que son poco ocupados o de baja rotación, necesitarán máximos más pequeños, etc). Dado estos valores, se aproxima que el inventario debería reducirse a aproximadamente 9000 insumos, lo que sería una reducción del 10%.

Estos insumos se pueden dividir en sub-categorías para poder analizarlos de mejor forma y visualizar sus costos a nivel de inventario. Esto se ve reflejado en la Tabla 4.

	Cantidad por Tipo de Insumo	Cantidad de Insumos	Costos
Consignados	142	210	\$158.378.447
Insumos	852	8198	\$94.479.877
Medicamentos	148	1083	\$15.273.731
Controlados	13	101	\$444.407
Sueros	24	302	\$362.386
Total Insumos		9894	\$268.938.848

*Tabla 4. Inventario y costos del almacén quirúrgico 6to piso*  
Fuente: creación propia.

Al analizar la Tabla 4 se puede apreciar que los insumos más caros son los consignados: insumos especiales que envían empresas externas y se mantiene un nivel bajo de stock, por sus elevados costos. Éstos se conservan en un clóset especializado para su depósito, de forma de mantenerlo bajo llave y evitar pérdidas desconocidas o merma por mal almacenaje. Esta llave la maneja la supervisora del almacén y se abre sólo cuando es requerido un insumo en especial.

Como requerimiento específico de algunos insumos, se tiene que algunos sueros (200 unidades aproximadamente) y medicamentos deben estar a cierta temperatura para su correcto funcionamiento, los cuales se almacenan en refrigeradores y hornos, dependiendo del requerimiento.

Los catéteres y cánulas (1000 unidades aproximadamente) son insumos largos que deben ser guardados idealmente colgados, en donde no se puedan estropear ni aplastar por un mal almacenamiento.

Los fármacos estupefacientes o controlados, como se les llama en el hospital, deben estar resguardados bajo un nivel de seguridad mayor, ya que sólo se pueden dispensar para su uso contra receta médica entregada por el médico tratante.

Las suturas y algunos fármacos pequeños, son almacenados en pequeñas cajitas o cajoneras debido a que son bastante pequeños, por lo que se deberían mantener este mismo tipo de formato de cajoneras para el almacenaje en los dispensadores automatizados.

Teniendo en consideración estos requerimientos, se puede estimar de mejor forma qué tipo de armarios son requeridos para el almacén, para qué tipo de insumo o fármaco

será destinado y la cantidad de cada uno. A continuación se pueden observar las Tablas 5 y Tabla 6 que muestran las cotizaciones de Pyxis y Omnicell respectivamente, las cuales fueron hechas en primera instancia en base a observaciones al almacén quirúrgico y bajo un ojo experto se estimaron los siguientes presupuestos. En segunda instancia, estos presupuestos fueron validados contra inventario para adjudicar los muebles requeridos lo más ad hoc posible a los insumos que posee el almacén. Ambas propuestas satisfacen las necesidades del hospital en cuanto a muebles requeridos para los tipos de insumos que se manejan hoy en día.

Armarios Pyxis	Código Grifols	Detalle Equipamiento	Cantidad	Capacidad por unidad	Capacidad Total
	517211	Sistema Principal Doble Columna 7 puertas , Pantalla Táctil , BIO ID conexión , teclado , VOZ Español, incluye 3 cajones	2	1584	3168
	515120	Armario Auxiliar Doble Columna 8 puertas.	4	1600	6400
				Total de insumos	9568

*Tabla 5. Presupuesto de Muebles Grifols.  
Fuente: Grifols*

Con el presupuesto que plantea Grifols, se obtendría a disposición el almacenaje para aproximadamente 9568 ítems aproximadamente. Cabe destacar que estos valores son aproximaciones a lo que se podría llegar a almacenar, pero de todas maneras sirve para tener una idea del volumen que se podría guardar al interior de los armarios.

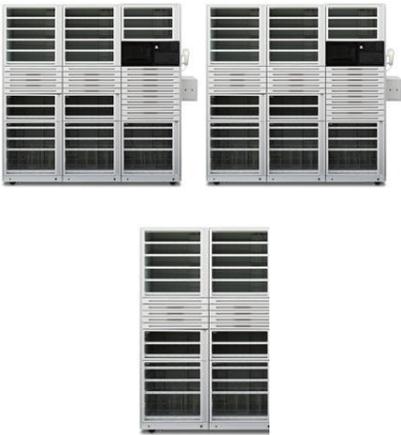
Armarios Omnicell	Detalle Equipamiento	Cantidad	Capacidad por unidad (máximo)	Capacidad Total (máximo)
	Armario principal 3 columnas	2	2984	5968
	Armario auxiliar 2 columnas	1	2000	2000
	Rack de catéteres	1	48	48
	Cajón matricial de insumos	4	48	192
	Supply Rack	1	28	28
	Cajón Abierto Bin Configurable 48	2	48	96
	Cajón Abierto Bin Configurable 24 doble profundidad	1	24	24
	Congelador Serie Precision 121 lt.	1	200	200
			Total sin cajones	8556

Tabla 6. Presupuesto de Muebles Tecnigen.  
Fuente: Tecnigen

El presupuesto que plantea Tecnigen contempla almacenar aproximadamente 8556 items, distribuidos en 2 armarios principales de 3 columnas cada uno y 1 armario auxiliar de 2 columnas.

Analizando los volúmenes de inventario y los presupuestos de las empresas, se puede afirmar que:

- Existen aproximadamente 9894 insumos en stock en el almacén hoy en día.
- Los insumos al interior de los pabellones se deberían reducir, y pasar a ser parte del almacén (al menos un gran porcentaje de estos).
- Por otro lado, el inventario del almacén se reducirá en un 10-20%, por lo que se espera obtener un nivel de inventario de aproximadamente 9000 insumos.
- Las empresas difieren en la cantidad a almacenar en cada oferta, siendo Grifols la que ofrece mayor capacidad cercana a los 9500 insumos, mientras que Tecnigen ofrece aproximadamente 8600 insumos.
- Hay que contemplar que no es necesario que todos los insumos estén al interior de los armarios automatizados. Hay algunos insumos de muy bajo costo que no es necesario tanto resguardo, y otros que sus requerimientos de temperatura los obliga a estar refrigerados o en hornos (sueros y medicamentos). Grifols probablemente calculó el presupuesto asumiendo que todos los insumos deberían ir en un armario automatizado, es por esto que ofrecen mayor capacidad.
- Los insumos consignados, debido a su alto valor, es sumamente necesario que se encuentren bajo la seguridad de un sistema de dispensación automatizado, de forma de poder controlar de manera más rigurosa su dispensación y almacenamiento.

- Se asume que del volumen total que se defina para el almacén (9000 insumos), el 80-90% debería quedar en un armario automatizado, por lo que se necesita tener capacidad para unos 8000 insumos como mínimo, lo cual se cumple con ambas propuestas.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, la oferta entregada por Omnicell es más cercana a lo que se va a necesitar en la realidad. De todas maneras la oferta de Pyxis no excede tanto las capacidades necesitadas, por lo que tanto su capacidad como sus costos no son tan elevados, y podría ajustarse en el futuro.

## 6.6 Factibilidad Informática

Para implementar cualquiera de las propuestas de armarios se debe implementar también un sistema de control informático. Este sistema debe estar formado por un único servidor, que almacene las bases de datos y que gestione todos los armarios dispensadores instalados a través del software del proveedor.

Este sistema informático de control es el encargado de gestionar las interfaces de conexión con los sistemas de información del Hospital (HIS), a través del software motor de interfaces que cada proveedor posea.

Estas interfaces son las encargadas de interconectar diferentes sistemas informáticos entre sí, facilitando el intercambio de información entre ellos, como por ejemplo: los pedidos de reposición, consumos por pacientes, inventario de insumos, etc. El desarrollo de estas diferentes interfaces, es de responsabilidad tanto del proveedor como del hospital.

Las interfaces a desarrollar podrían variar en el transcurso del proyecto (se podrían necesitar menos o alguna extra), pero como mínimo se deberían desarrollar las siguientes:

- **ADT** (admisión) = Esta interfaz permite la admisión, traslado y alta de los pacientes en la lista del sistema.
- **IMU** (artículos) = Esta interfaz permite el ingreso y mantención de los artículos y medicamentos cargados en el archivo maestro de forma automática, permitiendo ingresar y/o modificar parámetros e incluso dar de baja en forma automática artículos del sistema.
- **CHG-RXC** (cargos) = Esta interfaz permite obtener un listado por paciente de los insumos y medicamentos cargados a su cuenta corriente, así como también las devoluciones con sus respectivos valores.
- **XOR** (inventario) = Interfaz que permite obtener los procesos de inventario activos en el sistema sobre los cuales se realizara un acción determinada. Entrega además datos actualizados que interactúan con la reposición automática.
- **ORD** (pedido de reposición) = Interfaz que permite obtener de forma automática los pedidos de reposición de insumos consignados de los armarios dispensadores.
- **ASN** (reposición cliente) = Interfaz que permite recepcionar un pedido de reposición generado desde el almacén, al sistema administrador de la central de abastecimiento.
- **IRC** (reposición cliente completadas) = Interfaz que permite informar las cantidades confirmadas de una reposición previamente enviada por sistema de la central de abastecimiento.

- **RXP** (receta) = Interfaz que permite el ingreso de ordenes médicas al sistema desde el HIS. Además, esta interfaz controla la activación y desactivación de la receta en el sistema, que permite su administración y dosificación programada entregando una alta seguridad al paciente.

Tal como se menciona para el desarrollo, como para la integración de las interfaces, pruebas y puesta en marcha de los sistemas, se requiere personal de las empresas proveedoras como del hospital. De acuerdo a la experiencia de los proveedores, se requiere un equipo conformado por 2 a 3 técnicos full time de la empresa proveedora junto a 1 un técnico full time del hospital. Esto considerando una jornada laboral de 45 hrs semanales, durante 3 meses, daría un total aproximado de 540 HH laborales (de parte del técnico del hospital) para el desarrollo e implementación de los sistemas.

Con todo lo anteriormente mencionado, la factibilidad técnica estaría abarcada, y quedaría sólo conformar el equipo de técnicos junto con los que liderarán el proyecto, definir qué interfaces serán finalmente requeridas y si es que hay algún requerimiento TI extra que se deba desarrollar.

### **6.7 Plan de Implementación**

Es necesario contemplar dos aristas dentro del plan de implementación, aquella que es entregada por parte los proveedores y la entregada por parte del hospital. La etapa de proveedores consiste en el tiempo dedicado a realizar el proyecto desde la integración de los sistemas hasta la implementación activa de los armarios. La del hospital es la parte de dirigir la implementación de todo el proyecto, contemplando la parte logística de realizar un cambio de esta envergadura en el almacén, y a la vez contemplar la gestión del cambio que conllevará este proyecto.

Al analizar lo primero, dependiendo de la empresa con la cual se trabaje, los plazos y fechas de la implementación varían. Grifols, menciona que durante 3 meses se realizan levantamientos y requerimientos de sistemas informáticos para realizar la integración de los sistemas del hospital y los de la empresa. Esto incluye la instalación de los servidores, y la integración de los sistemas. Luego existe una etapa de 1 mes para probar las distintas interfaces del sistema desde los accesos remotos y ver que estén funcionando correctamente. Después se utilizan 2 meses para instalar los equipos en el almacén, comenzar con las pruebas, la detección de problemas y sus soluciones pertinentes. Finalmente existe la etapa de apertura del almacén en donde se implementa el sistema junto con un equipo de expertos para realizar la gestión del cambio necesaria.

Por otra parte, Omnicell entrega un plan de implementación más detallado, el cual consta de 200 días aproximadamente de duración. Éste se divide en distintas etapas y duraciones. Las cuales se muestran en la Tabla 7.

ETAPAS	DÍAS
PROCESOS ADMINISTRATIVOS	3
LEVANTAMIENTO SISTEMAS TI	20
PRE INSTALACIONES	45
ENTREGA DE INFORMACIÓN POR PARTE DE LOS SERVICIO CLÍNICOS (BASES DE DATOS)	25
LEVANTAMIENTO DE PROCESOS	48
CONFIGURACIÓN E INSTALACIONES	9
CONFIGURACIÓN Y CARGA	10
INSTALACIÓN ACCESOS REMOTOS	7
PRUEBAS CON ARMARIOS Y USUARIOS	14
REUNIONES DE ESTADO DE AVANCE	2
CAPACITACIONES PERSONAL CLÍNICO Y ADMINISTRATIVO	17
PUESTA EN PRODUCCIÓN	1
TOTAL DE DÍAS	201

*Tabla 7. Plan de Implementación de Omnicell.  
Fuente: Tecnigen*

Dado los distintos planes de implementación de las empresas, se puede concluir que el proceso demorará aproximadamente de 6 a 7 meses. Esto se espera realizar en conjunto con un equipo clínico y administrativo del hospital dedicado a tiempo completo a llevar el seguimiento, control, gestión y auditoría de la implementación.

Grifols, posee un equipo de 5 técnicos, pero que no serían de disposición exclusiva para el proyecto. Tecnigen por su parte, dispone de 2 personas exclusivas para la implementación de Omnicell en el hospital, junto con el respaldo de un equipo de servicio técnico e informática por cualquier percance en el proceso.

La Gerencia de Procesos y Proyectos sería la encargada del proyecto, dejando a un gestor de proyectos como líder. Éste estaría encargado de liderar el proyecto, levantar requerimientos específicos de las áreas clínicas que pudiesen ser afectadas, informar con anticipación los posibles cambios que se tendrán, gestionar reuniones de equipos multidisciplinarios, entre otras labores. Desde el área de pabellones, se deberá disponer de tres a cuatro personas que se dispongan con mayor dedicación al proyecto, al igual que una o dos personas de la central de abastecimiento. Esto es el personal mínimo requerido para la implementación, el cual formará el equipo de trabajo para desarrollar el proyecto.

## **CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### **7.1 Beneficios y Costos Cualitativos**

Los costos y beneficios de implementar alguno de estos proyectos son tanto cualitativos como cuantitativos. Si se habla de beneficios o costos cualitativos, serán descritos como ventajas y desventajas respectivamente. La mayoría de las ventajas y desventajas son compartidas por ambos proyectos (Pyxis y Omnicell).

A nivel de proyectos en general, se puede identificar beneficios operacionales, estratégicos y de mercado, los cuales se describen en la Tabla 8.

Tipos de Beneficios	Beneficios
Operacionales	Menores costos directos
	Mejor uso de activos
	Menores tiempos de ciclo
	Mayor precisión
	Mayor personalización o exactitud
	Procesos simplificados
Estratégicos	Mayor retención de clientes
	Mayor participación de mercado
	Capacidad para ejecutar estrategias
	Capacidad para abrirse a nuevos mercados
De Mercado	Menores precios
	Mayor satisfacción de clientes
	Productos Diferenciados
	Mejores relaciones con los clientes
	Mayor agilidad

*Tabla 8. Tipos de Beneficios.*

*Fuente: Elaboración propia en base a datos de "Cambio Profundo - Cómo la Innovación Operacional puede Transformar su Empresa" [20]*

Dentro de los tipos de beneficios, se puede destacar que el proyecto tiene un gran impacto a nivel operacional y estratégico, y que estos últimos traen como implicancia un beneficio a nivel de mercado.

Es evidente que un sistema de dispensación automatizada de insumos y medicamentos puede mejorar el sistema logístico de distribución y operacional de cualquier hospital y, a su vez traer beneficios estratégicos de largo plazo. Estas ventajas fueron identificadas de forma presencial al observar al personal clínico y administrativo, declaradas por personal de salud del hospital y complementadas con información que existe en la literatura [9].

Entre las unidades que se ven beneficiadas están el área clínica (enfermería y farmacia), la administrativa (gerencia de operaciones, gerencia general, unidad de cuentas, unidad de digitación de partes quirúrgicos, etc) y finalmente los pacientes.

### **Ventajas para Área Clínica**

Tácticos/Operacionales:

- Optimización del tiempo:
  - Se reducen las labores burocráticas de TENS y enfermeras/os, tanto del pabellón como del almacén quirúrgico. Esto permite al personal dedicar más tiempo a la atención y cuidado de los pacientes en pabellón, como a la gestión y control de los medicamentos e insumos al interior del almacén quirúrgico.
  - Se reducen las labores para generar órdenes de reposición de insumos, ya que estas se realizan de forma automática a través del sistema, tanto a

la Central de Abastecimiento y Distribución (CAD) como a proveedores externos para el caso de los insumos consignados.

- Poder entregar mayor seguridad para los pacientes en el uso de insumos y medicamentos. El sistema indica qué insumo debe usar qué paciente, lo mismo sucede con los medicamentos; se disminuye así la probabilidad de equivocación de TENS en el armado de los kits y ocurrencia de negligencias clínicas.
- Existencia de un sistema de acceso controlado sólo por personal autorizado, con registros electrónicos de movimientos y la posibilidad de restringir el acceso en función de la actividad profesional. Esto aminora la posibilidad de pérdidas desconocidas, que rodean el 5% del total de las ventas de insumos.
- Disponibilidad de insumos y medicamentos en la unidad durante las 24 horas del día, sólo a personal autorizado y bajo registro de huella dactilar.
- Disminuye significativamente la probabilidad de quiebres de stock y la no disponibilidad de insumos o medicamentos en el inventario del almacén quirúrgico y si ocurriera, se logra determinar tempranamente debido a la información en tiempo real del inventario. Esto ayuda a no retrasar el armado de kits y preparación de cirugías por algún insumo de emergencia que no se disponga.

Estratégicos:

- Facilitar el análisis en el uso de insumos y fármacos por paciente. Se ingresan los procesos en tiempo real y se dispone de un registro informático que posibilita la revisión y participación activa del equipo de salud. De esta forma, se favorece el análisis para generar kits más exactos (en base a cirugías realizadas en el pasado) de acuerdo al tipo de intervención y médico tratante.
- Genera una estrategia completa de gestión de insumos y medicamentos. Esto incluye, pero no se limita a: cargo a paciente, ajuste de inventarios de planta a la unidad clínica, registro y recuento de estupefacientes, etc.
- Tener acceso a información del inventario contable en tiempo real.
- Posibilidad de incorporar indicadores que permitan el estudio global de la utilización de insumos y medicamentos. Esto ayuda al área clínica a establecer objetivos y protocolos frente a determinadas situaciones. También sirve que se brinde información de análisis frente al rendimiento y calidad del trabajo desempeñado por el personal clínico del el área administrativa al área clínica.

### **Ventajas para Área Administrativa [9]:**

Tácticos/Operacionales:

- Reducción de medicamentos e insumos en el almacén quirúrgico, que fortalece la estrategia de optimización de inventarios y reducción de costos.
- Reducción de medicamentos e insumos al interior de pabellones, para tener el control de ellos de forma centralizada en el almacén y generar así un mayor resguardo del inventario disponible.
- Reducción de merma por mal almacenaje o vencimiento de insumos y fármacos.
- Reducción de costos por pérdidas desconocidas, ya que se resguardan los insumos y medicamentos bajo un sistema de alta seguridad.
- Mayor control del costo por paciente, por intervención, por proceso, por cirujano, entre otros.

- Menor costo para los pabellones y mayor control de la facturación a pacientes, ya que se cobra directo sus cuentas en vez de a los centros de costos de los pabellones.
- Mayor rapidez en facturar a pacientes. No se gasta tiempo en digitar los insumos/medicamentos utilizados ya que se generan de forma automática.
- Reducción de HH por parte de la Unidad de Digitación de Partes Quirúrgicos, ya que no tienen que digitar los partes a mano.
- Acceso directo a la información online, para realizar análisis y tener un control en tiempo real de los movimientos, niveles de stock, pacientes, facturaciones, intervenciones, etc.
- Herramientas de análisis de variabilidad en la práctica médica, y en el tipo de intervención y paciente que se está realizando.

#### Estratégicos:

- El mejorar operacionalmente el armado de kits da pie a un mejor servicio por parte del pabellón frente a los pacientes y frente al hospital mismo, debido a que favorece el aumento en la utilización de los pabellones. Esto ayudaría a disminuir la capacidad ociosa de los pabellones, y mejoraría el servicio del hospital en general.
- El optimizar la facturación al paciente mejorará la velocidad con que el hospital puede cerrar esas cuentas para ser enviadas a las aseguradoras correspondientes (FONASA o ISAPRE). Esto acelerará el proceso de cierre de cuenta y de recaudación de las mismas, que trae como consecuencia positiva que el hospital pueda recaudar el dinero que le corresponde en un menor tiempo, y evitar problemas de caja (capital de trabajo).
- La implementación de una tecnología de punta como es un armario automatizado, refleja un alto estándar a nivel de mercado ante los otros competidores y posibles clientes. Esto ayudaría a posicionarse mejor dentro del mercado, y posiblemente aumentar sus pacientes en el largo plazo.
- La exitosa implementación de este armario en el 6to piso, puede ser lo que impulse a automatizar los otros pisos del hospital, si es ejecutado correctamente. Esto ayudaría al hospital completo a estandarizar sus procesos, ya que se podría replicar en gran parte lo que se levanta en este trabajo.

### **Ventajas para Pacientes**

#### Tácticos/Operacionales:

- Los clínicos tendrán mayor seguridad en el armado de kits y, se asegura un procedimiento más seguro que disminuye la posibilidad de una negligencia clínica por uso de insumos o fármaco indebido.
- Al mejorar los tiempos en el armado de kits, éstos permiten que el personal clínico pueda atender de mejor manera los requerimientos del paciente al momento de la cirugía, y también que no se retrasen cirugías. Esto brinda al paciente un menor tiempo de operación y de espera para la misma.
- El sistema realiza el cobro de insumos y fármacos directo a paciente, y no existe un traspaso manual de esta información. Esto evita que se carguen y cobren al paciente ítems no usados en su cuenta.

### Estratégicos:

- Al mejorar los tiempos de armado de kits y la disponibilidad de los insumos, se mejora el proceso completo de dispensación, lo que a futuro podría aumentar la utilización de pabellones. Esto mejoraría la calidad del servicio de cirugía (al tener los tiempos optimizados) y por consecuencia el servicio al cliente.
- Esta mejora del proceso, y esto podría hacer que los costos por derecho a pabellón disminuyeran en el largo plazo (por mejor facturación y disminución de pérdidas desconocidas), lo que traería como consecuencia un menor costo por cirugía para los pacientes.
- El modernizar la infraestructura del hospital, implica estar a la vanguardia del mercado, posicionarse como un hospital líder en innovación, lo que traería como consecuencia una mejor percepción del servicio por parte de sus pacientes.

### Desventajas e Inconvenientes Generales [9]:

- Es una inversión importante y compleja de justificar de forma numérica, debido a sus muchos potenciales beneficios cualitativos. Sin embargo, sí es justificable por la utilidad de la información generada, por la mejora operacional y estratégica esperada.
- Se requiere un levantamiento y análisis de los procesos logísticos de distribución de insumos y medicamentos del hospital, desarrollar un plan de rediseño de procesos, tanto en las unidades clínicas como en el almacén quirúrgico. Esta problemática es resuelta por este trabajo.
- Es requisito tener un buen nivel técnico en los departamentos de sistemas de información del hospital, para poder implementar e integrar los sistemas de los armarios con los propios, y para llevar una asistencia técnica constante una vez implementado los armarios.
- Desconfianza o rechazo por parte del personal clínico, por desconocimiento o por miedo al cambio tecnológico.
- Riesgo potencial de fallo del sistema informático. Esto podría ocasionar situaciones de riesgo si no se dispone de un plan de contingencia que incluya la atención continua por parte del almacén.

Todas estas ventajas y desventajas son nombradas como antecedentes del impacto que logran los sistemas automatizados de dispensación, pero sólo algunas de estas ventajas y desventajas son cuantificables a nivel económico. El hospital no cuenta con datos duros como antecedentes para visualizar el impacto de éstas en el largo plazo, por lo que no son consideradas en la cuantificación de costos y beneficios. En el siguiente capítulo se ven los beneficios y costos que se cuantificaron para realizar la evaluación del proyecto.

### 7.2 Beneficios y Costos Cuantitativos

Para identificar los beneficios y costos de estos proyectos de inversión, se realizaron varias visitas al almacén quirúrgico y a pabellones, para que desde el levantamiento del proceso, se identificaran los problemas y cuáles eran sus costos asociados (beneficios que no se están percibiendo debido a los problemas). También se tuvo reuniones y entrevistas con personal clínico del almacén quirúrgico y pabellones, para tener su visión de los problemas y los posibles beneficios que se tendrían si es que se solucionan. Se tuvo constantes reuniones con proveedores para tener una opinión

experta en el tema para que declararan cuáles eran los beneficios que ellos habían observado en otras implementaciones, y tenerlas como referencia. También se tuvo información al visitar un Workshop de Omnicell en Viña del Mar en el mes de mayo, en donde el Hospital Regional de Talca y el Hospital Luis Tisné expusieron sus testimonios y los beneficios que ellos percibieron luego de implementar Omnicell. Finalmente, se tuvo entrevistas con personal administrativo del hospital, que estuvieron en la implementación del almacén automatizado del 3er piso en el año 2010, para que dieran su opinión acerca de los beneficios y costos de estos proyectos.

Cabe destacar, que independiente del proyecto seleccionado, los beneficios que otorga la implementación de un sistema de dispensación automatizado son los mismos para ambos proyectos propuestos; no así sus costos. Además estos beneficios son alcanzables en un escenario optimista, por lo que cuando se evalúen los flujos de caja de los otros escenarios (moderado y pesimista), se variará los valores de estos, para que el análisis sea más fidedigno a la realidad.

Bajo esta mirada se obtuvieron los siguientes beneficios, que son explicados a continuación:

- Reducción de inventario: 10 - 20%
- Reducción en gastos de pabellón (por no facturación): 10%
- Reducción de mermas y pérdidas desconocidas: 5%
- Reducción de HH del personal clínico: 25%
- Reducción de HH del personal administrativo: 28%
- Reducción del costo de derecho a pabellón: 2-3%

### **7.2.1 Reducción de Inventario**

Como se menciona en la factibilidad técnica, uno de los beneficios de ordenar y analizar el inventario existente, es que se reduce bastante los niveles de stock. Esto es declarado por parte del personal clínico y administrativo del hospital, al tener como referencia lo que sucedió el año 2010 en el 3er piso, y por los proveedores de los sistemas. Ambos declaran que se logra reducir aproximadamente entre un 10% y 20% del stock actual.

Este valor de reducción de inventario, es referencial, y es utilizado como el escenario optimista (20%) para los cálculos de los flujos de caja. Se realiza una variación a esta variable para obtener los otros escenarios (conservador (15%) y pesimista (10%)).

El valor actual de los 9897 insumos que se encuentran en el interior del almacén quirúrgico, están valorizados en \$268.938.848, por lo que una reducción del 20% significa en pesos un valor de \$53.787.769 en el escenario optimista.

### **7.2.2 Disminución en Gastos de Pabellón**

Como se ha mencionado anteriormente, el año 2010 se implementó Omnicell en el 3er piso del hospital que tuvo un gran impacto en las ventas de insumos y fármacos.

En la Tabla 9 se pueden apreciar los valores facturados por estos términos durante el 2010, 2011 y 2012 (antes y después de Omnicell). Además se puede ver que el aumento fue sólo del año 2010 al 2011; para el año 2012 las ventas casi se mantienen

constantes. Este aumento (entre el 2010 y 2011) se puede deber tanto al crecimiento de la de demanda por hospitalizados, como a la implementación del sistema Omnicell.

Ingresos	Real 2010 (sin Omnicell)	Real 2011 (con Omnicell)	Real 2012 (con Omnicell)
Ambulatorios	\$ 171.630	\$ -	\$ 25.260
Hospitalizados	\$ 6.281.152.762	\$ 6.792.186.323	\$ 6.865.198.207
Ventas Insumos	\$ 3.599.018.490	\$ 5.101.755.168	\$ 4.988.301.981
Otros	\$ 537.878.891	\$ 741.427.557	\$ 760.764.256
Total Brutos	\$10.418.221.773	\$12.635.369.048	\$12.614.289.704

*Tabla 9. Facturación por venta de insumos y fármacos 3er piso.  
Fuente: creación propia con datos del hospital.*

Al observar la Tabla 10 se puede ver la variación de hospitalizados y de ingresos por venta de insumos y fármacos. Ésta última corresponde a un 40%, pero si se despeja esta variación del efecto del aumento de demanda de hospitalizados (que fue de un 8%), la variación real que se puede adjudicar al proyecto Omnicell es de un 32%.

Variación	2010-2011	2011-2012
Hospitalizados	8%	1%
Venta de Insumos	40%	-2%
Efecto Omnicell	32%	-1%

*Tabla 10. Variación de la facturación por venta de insumos y fármacos del 3er piso.  
Fuente: creación propia con datos del hospital.*

Estos aumentos se pueden deber a varias razones, pero entre ellas está el hecho que antes de Omnicell el 3er piso no contaba con un sistema de control de inventario, por lo que el control de los insumos era casi nulo. Esto aumentaba la probabilidad de pérdidas desconocidas, vencimientos de productos, no cobro de insumos a los pacientes, entre otras problemáticas. Dado el bajo control que existía, Omnicell generó un gran impacto económico. Fue tal que se logró captar ingresos un 32% mayor por ventas de insumos y fármacos con respecto al año anterior, lo cual se mantuvo en el tiempo.

Para el caso del 6to piso, el escenario es un poco distinto, ya que actualmente sí se cuenta con un sistema de control de inventario (ABA) el cual se encarga de poder realizar las reducciones y devoluciones de insumos en el inventario. A su vez, ABA está integrado con *Financials* que es el que realiza los cobros a los centros de costos de pabellones. Además el almacén cuenta con niveles de mínimos y máximos conocidos

por el personal, lo que facilita la reposición de insumos (algo que no se tenía claro en el 3er piso en esos años).

Dado estos antecedentes, se espera obtener una reducción en los gastos asociados al pabellón por no facturación directa al paciente, pero no del orden del 32%. Se estima, que dado la deficiente integración de los sistemas actuales (se caen al menos una vez al día) que ocasiona pérdidas de información de cobro, se podría llegar a reducir las pérdidas por no facturación en un 10% de las ventas totales de insumos y fármacos. Este valor fue validado por la Jefa de la Central de Almacenamiento y Distribución, Macarena Toledo, quien cuenta con las bases de datos de transacciones de insumos entre el almacén quirúrgico y los pabellones, lo que respalda que efectivamente existe un 10% de los insumos que se cobran a pabellón que no están cobrados en la cuenta final del paciente.

En la Tabla 11 se puede apreciar los valores por venta de insumos y fármacos entre los años 2017 y 2018 del almacén quirúrgico del 6to piso. Estos son los valores por venta de insumos cargados directamente a pacientes y no los reales que fueron cobrados a los pabellones del 6to piso, que representan un 10% más. Dado estos valores, se puede estimar una reducción de pérdidas anuales, es decir, un aumento en la venta y facturación de insumos y fármacos del 10% con respecto al año 2018, lo que se cuantifica en \$499.177.276. Vale destacar que este valor es contemplado para un escenario optimista, y se modificará para los otros escenarios de los flujos de cajas.

	Facturación por ventas de insumos y fármacos
2018	\$4.991.772.762
2017	\$4.704.708.608
Variación	\$499.177.276

*Tabla 11. Facturación por venta de insumos y fármacos 6to piso.  
Fuente: creación propia con datos del hospital.*

### **7.2.3 Disminución en Pérdidas Desconocidas**

Dado el proceso actual de dispensación de insumos y fármacos, éstos son entregados a pabellones a través de kits armados con anticipación y también a través de ventanilla de forma urgente durante la cirugía.

El cobro de estos insumos son cargados directamente al pabellón, y luego los utilizados en la cirugía son cobrados a los pacientes. Los que no fueron usados por el paciente, pero sí fueron solicitados para su cirugía, se asumen como insumos utilizados por el pabellón. Esta utilización de insumos puede ser porque se utilizó un insumo que estaba “en stock” dentro del pabellón y que se quiso reponer; que los insumos vengan defectuosos o que al abrirlos no estén en buenas condiciones para su uso; que dentro del pabellón el insumo quedó no estéril, por lo que no se puede utilizar y nuevamente se asume como gasto del pabellón; que los TENS de pabellón no anoten bien los insumos utilizados por el paciente en su parte quirúrgico; o que los insumos solicitados se extravíen o que se pierdan al interior del pabellón. Cualquiera de las razones anteriormente mencionadas se asume como pérdidas desconocidas, ya que no se tiene

clara la razón por la cual el insumo no está siendo cobrado al paciente y se asume como costo para el pabellón.

Ante esta situación existe un bajo nivel de preocupación por el uso de insumos, ya que el personal de salud sabe que no se está cobrando al paciente. Esto ocasiona que, a veces, se soliciten más insumos de los debidos, y éstos no queden inventariados (pues pasan a ser un gasto para el pabellón y el almacén deja de tener autoridad sobre los mismos). De esta forma, existe un alto nivel de pérdidas desconocidas, las cuales se estiman que podrían ser de por lo menos un 5% del total de inventario.

Uno de los beneficios de estos sistemas, es que brindan mayor seguridad al momento de obtener los insumos desde los armarios, gracias al sistema de apertura por huella digital. Además, los insumos quedan directamente cargados a la cuenta del paciente, por lo que existe una mayor consciencia por parte del personal clínico al solicitar y dispensar insumos. Esto ayuda a que se dispensen sólo los insumos estrictamente necesarios para su uso y se eviten las pérdidas desconocidas.

#### **7.2.4 Reducción de HH Personal Almacén Quirúrgico**

El tercer piso del hospital cuenta con 12 pabellones y un almacén quirúrgico automatizado. Este piso se utiliza como referencia a lo que se podría llegar a lograr con el 6to piso luego de la automatización.

En el 3er piso (aquí se concentra la mayor cantidad de cirugías del hospital) se realizan aproximadamente 40 a 50 intervenciones quirúrgicas diarias (según datos del 2018), y el almacén quirúrgico automatizado cuenta con 15 TENS para su funcionamiento más una supervisora de almacén. Éstos se distribuyen en los turnos, por lo que nunca hay 15 TENS juntos.

Los turnos se dividen en los siguientes:

- Día: 6 TENS
- Tarde: 6 TENS
- Fin de semana día: 5 TENS
- Fin de semana noche: 2 TENS

Por otro lado, el 6to piso cuenta con 4 pabellones y un almacén quirúrgico no automatizado, es decir, se hace casi todo de forma manual. Este pabellón realiza aproximadamente entre 8 a 12 intervenciones diarias (datos año 2018) y cuenta con 4 TENS para su funcionamiento, más la supervisora jefe del almacén.

Los turnos se dividen en los siguientes:

- Día: 2 TENS
- Noche: 2 TENS
- Fin de semana día: 1 TENS

Los 4 TENS trabajan en sus turnos de la semana, y 1 vez al mes se les solicita ir al turno del día el sábado, con lo que logran completar la jornada de 45 hrs semanales.

Con esta información, se calculan cuántos TENS se requieren para atender un almacén que atiende cierta cantidad de intervenciones diarias. Se utiliza el 3er piso como

referencia ya que ellos poseen un sistema automatizado, y el proceso debería funcionar mejor que el del 6to. Estos cálculos se pueden ver en la Tabla 12.

La utilización de pabellones descrita en la Tabla 12 corresponde al uso bajo los niveles de demanda del 2018 del pabellón respectivo. Se muestran 3 escenarios de demanda actual para cada piso: Baja, Media y Alta. Como ejemplo de esto se puede ver que para el 6to piso una alta demanda es de 12 intervenciones diarias (a pesar de tener capacidad instalada para poder operar muchas más diariamente), lo mismo el pabellón del 3er piso. Cabe destacar que el 3er piso atiende muchas más horas diarias en sus pabellones debido a la demanda que existe. Esto hace que se operen pacientes hasta en la madrugada de ese día.

La idea de la Tabla 12 es mostrar la proporción de personal que trabaja en cada almacén con respecto a la cantidad de cirugías realizada por los mismos, de esta forma se puede visualizar la eficiencia de cada pabellón con respecto al capital humano disponible para trabajar. Dado que el 3er piso está automatizado se espera tener ratios de personal/intervenciones más bajos que para el 6to piso del hospital.

	Utilización de pabellones	Cantidad de Intervenciones Diarias	Cantidad de Intervenciones Diarias por Pabellón	Personal (TENS)	Personal por cantidad de intervenciones
3er piso (12 pab)	Baja	40	3,33	15	0,375
	Media	45	3,75	15	0,33
	Alta	50	4,17	15	0,3
6to piso (4 pab)	Baja	8	2	4	0,5
	Media	10	2,5	4	0,4
	Alta	12	3	4	0,33

*Tabla 12. Comparación cantidad de intervenciones y personal entre el 3er y 6to piso dado su utilización y demanda. Fuente: creación propia bajo datos entregados por el personal de salud*

Se puede ver en la Tabla 12 que el 6to piso del hospital posee menor demanda por uso que el 3er piso, lo que da pie a aumentar su utilización por capacidad y por demanda en el futuro. Por otro lado, se puede ver que el 3ero piso atiende más intervenciones diarias con menos personal respectivamente, sin importar si es un escenario de demanda baja, media o alta. Este índice es menor que el del 6to piso debido a que existen sistemas de dispensación automatizados que ayudan a la gestión y operación clínica de los TENS, por lo que se requiere menos personal para atender más cirugías. Esto da como referencia que se puede mejorar este índice para el 6to piso al mejorar los procesos, en especial la dispensación de insumos y fármacos.

Dado que el personal del 3er piso atiende más operaciones proporcionalmente que los del 6to, se puede concluir que es posible reducir las HH requeridas para el 6to, ya que existe una subutilización de su mano de obra, en comparación al 3er piso. Esto es debido a que no existe un sistema de dispensación automatizado, por lo que hoy en día está bien el personal, pero a futuro se podría reducir.

El cálculo de la reducción de HH se puede ver en la Tabla 13, en donde se muestra la cantidad de personal que se requeriría para llegar a los índices del 3er piso. Esto se

logra manteniendo constante los índices del 3er piso y utilizando estos mismos para el 6to, y así calcular cuánto personal se requiere de acuerdo a la cantidad de cirugías esperadas.

	Utilización de pabellones	Cantidad de Intervenciones Diarias	Cantidad de Intervenciones por Pabellón	Personal (TENS)	Personal por cantidad de intervenciones
3er piso	Baja	40	3,33	15	0,375
	Media	45	3,75	15	0,33
	Alta	50	4,17	15	0,3
6to piso	Baja	8	2	3	0,375
	Media	10	2,5	3,33	0,33
	Alta	12	3	3,6	0,3

*Tabla 13. Personal teórico del 6to piso con los niveles operacionales del 3er piso.*

*Fuente: creación propia*

Ante los resultados de la Tabla 13 se puede apreciar que el personal para el caso de baja demanda se podría reducir a 3 TENS en vez de 4. Esto también podría ser factible para los otros escenarios de demanda, confeccionando un sistema de turnos en donde se pueda tener 4 TENS algún día de la semana, pero sólo para ciertos momentos; o alternativamente, calcular las horas que se reducen en total, y realizar turnos más cortos, o parcelados.

Cabe destacar que tal vez la cantidad de personal utilizado hoy en día en el 3er piso no esté optimizado, lo que podría resultar en una reducción aun mayor de HH para ambos pisos y así encontrar la cantidad óptima de personal para la utilización de sus pabellones.

Dado los resultados, la reducción por HH del personal sería de 4 a 3 TENS en el caso optimista. Si se toma en consideración que la remuneración de un TENS por 180 hrs mensuales (45 hrs de trabajo semanal) es en promedio \$911.122 se puede ver que la reducción sería equivalente al sueldo de 1 TENS mensuales, \$911.122.

### **7.2.5 Reducción de HH del Personal Administrativo**

Hoy en día el personal de la Unidad de Digitación de Partes Quirúrgicos está compuesto por 2 digitadores que deben digitar en el sistema aproximadamente 29 a 40 partes quirúrgicos diarios, correspondientes a los pisos 1, 2 y 6. El 3er piso no está incluido en esta labor, ya que al poseer Omnicell no se deben ingresar de forma manual al sistema, pues el sistema los carga de forma automática.

En la Tabla 14 se puede ver que el 6to piso representa aproximadamente el 28% de la labor de las digitaciones, y que entre el 1er y 2do piso representan el 72% restante.

	Operaciones diarias	Digitación Partes	Porcentaje del total de Digitaciones
3er Piso	40-50	No	0%
6to Piso	7 – 12	Si	28%
1er y 2do Piso	22 – 28	Si	72%
Total pisos	69 - 80	Si/No	100%

*Tabla 14. Proporción de partes quirúrgicos que se digitan por piso.  
Fuente: creación propia*

Las digitadoras de la unidad trabajan 9 horas diarias, 45 horas semanales, y logran digitar diariamente entre 29 a 40 partes. Dado que son 2 digitadoras se tienen 18 horas de trabajo diario para realizar estos 29 a 40 partes. Con estos valores se puede obtener el ratio de digitaciones por hora que realizan (ambas juntas) que es 1,92, el cual se puede apreciar en la Tabla 15. Este ratio es debido a que no se posee un sistema automático en los pisos 1, 2 y 6.

	Digitaciones Diarias	HH Personal diario Total	Razón Digitaciones/HH
Sin Proyecto	29 – 40 (35 promedio)	18 hrs (2 digitadoras)	1,92
Con Proyecto	22 – 28 (24 promedio)	13 hrs (menos de 2 digitadoras diarias)	1,92

*Tabla 15. Proporción de partes quirúrgicos que se digitan por piso.  
Fuente: creación propia*

Para realizar los cálculos de reducción de horas ilustrados en la Tabla 15, se mantiene constante el ratio de digitación en los escenarios con y sin proyecto, para ver cómo afecta la cantidad de horas diarias requeridas para realizar el trabajo respectivo.

Se espera reducir un 28% la digitación de los partes diarios por efectos del proyecto de inversión. Si se mantiene el ratio constante, se puede ver que de 18 horas diarias que se necesitan hoy en día para estos partes, sólo se requerirían de 13 horas de trabajo para ingresar los partes del 1er y 2do piso.

Dado que la reducción de horas no contempla la jornada laboral completa de una digitadora (9 hrs), se realiza un cálculo proporcional al valor hora que se paga actualmente. Hoy en día la remuneración de una digitadora es de \$824.778 mensual, trabajando 45 horas semanales, y 9 diarias. Por lo que al calcular el valor hora, se obtiene que este es de \$4.582 (contemplando un contrato de 180 horas mensuales).

Al reducir 5 horas diarias el trabajo de la unidad, esto representa una reducción mensual de 100 horas valorizadas en \$458.210. Estos cálculos se pueden ver en la Tabla 16.

Remuneración Base	Escenario Inicial	Escenario Final	Beneficio
1 Digitadora (9 hrs diarias)	2 Digitadoras (18 hrs diarias)	1.44 Digitadoras (13 hrs diarias)	Reducción de 5 horas diarias
\$824.778	\$1.649.556	\$1.191.346	\$458.210

*Tabla 16. Beneficios por reducción de digitación de partes quirúrgicos.  
Fuente: creación propia*

Para obtener este beneficio se pueden acortar los turnos con el fin de obtener 5 horas diarias menos, o reemplazar a un funcionario full time con uno part time que realice menos horas a la semana.

### **7.2.6 Reducción del costo de derecho a pabellón: 2-3%**

El derecho a pabellón es el valor que se paga por hora por utilizar cada pabellón. Este valor es calculado por el hospital e incluye un promedio de los costos fijos por utilización, más posibles mermas y pérdidas que se podrían tener durante las cirugías (implementos e instrumental médicos, insumos, etc).

El valor del derecho a pabellón difiere dependiendo el piso del hospital, ya que sus cirugías tienen distinta complejidad y los implementos utilizados son distintos. Para el caso del 6to piso, éste tiene un valor de \$112.147 por hora. Esta cifra incluye en su cálculo, pérdidas y mermas que representan aproximadamente el 3% del valor final, con el fin de apaciguar este riesgo. Cabe destacar que este valor se calcula y actualiza de forma periódica, pero queda a criterio del hospital ver si se implementa el cambio de valor.

El valor anual por derecho a pabellón del 6to piso se calcula en base a: la capacidad diaria, en horas, de cada pabellón, por número de pabellones, por días trabajados al mes (se trabaja de lunes a viernes jornada completa y sábados media jornada), por meses del año y valor promedio de hora de pabellón. Esto da un ingreso anual de \$1.365.143.002. Al implementar alguno de los proyectos de automatización, este valor puede verse reducido en un 3% (ingreso anual de \$1.324.188.712), lo que implicaría una disminución de ingresos de \$40.954.290. Esto sólo ocurre si el hospital decide reajustar el precio final acorde a la disminución de costos por derecho de pabellón.

Si el hospital decide actualizar su valor de derecho a pabellón, esto le traería, en el corto plazo, una disminución de sus ingresos; sin embargo, en el largo plazo esto sería atractivo para sus paciente, lo que podría implicar en un aumento de demanda. Por esta razón, se percibe esto como un beneficio estratégico para el hospital, pero en el corto plazo como un costo. Es por esto, que se decide incluir en los beneficios cuantitativos como un costo asociado a los flujos de caja.

Finalmente a modo de resumen, en la Tabla 17 se pueden apreciar los beneficios cuantitativos (escenario optimista) del proyecto de inversión (Pyxis u Omnicell), los cuales son de \$569.397.030 por cada año que dure el proyecto. Los beneficios de los otros escenarios se ven en detalle en el capítulo del flujo de caja.

<b>Escenario Optimista</b>	<b>Antes del proyecto (anual)</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Después del proyecto (anual)</b>	<b>Ahorro mensual</b>	<b>Ahorro Anual</b>
Niveles de Inventario	9894 insumos (\$268.938.848)	Reducción del 20%	7915 insumos (\$215.151.078)	-	\$53.787.769
Gastos del pabellón	-\$4.991.772.762	Disminución del 10%	-\$4.492.595.485	\$41.598.106	\$499.177.276
Pérdidas desconocidas	-\$13.446.942	Disminución del 5% (con respecto a los niveles de inventario)	\$0	\$1.120.579	\$13.446.942
HH TENS	4 TENS (\$43.733.856)	Reducción del 25%	3 TENS (\$32.800.392)	\$911.122	\$10.933.464
HH Digitadoras	2 Digitadoras (\$19.794.672)	Reducción del 28%	1,4 Digitadora (\$14.296.152)	\$366.560	\$5.498.520
Reducción derecho a pabellón	\$112.147 (valor hora)	Reducción del 3%	\$108.783 (valor hora)	-\$3.412.858	-\$40.954.290
<b>Subtotal</b>					<b>\$569.397.030</b>

*Tabla 17. Tabla resumen beneficios cuantitativos.  
Fuente: creación propia*

### **7.2.7 Inversión Inicial y Costos**

Al igual que los beneficios estos se obtienen en su mayoría del levantamiento del proceso, conversaciones con personal y proveedores de los sistemas. Se tienen costos iniciales que sería la inversión inicial del proyecto (que se realiza una sola vez) y luego están los costos del proyecto que se mantienen a lo largo del tiempo. Bajo esta mirada se obtiene la siguiente lista de inversión y costos:

#### **Inversión Inicial**

- Compra de hardware
- Compra de software e implementación de los sistemas informáticos
- Contratación de personal TI externo para realizar integraciones
- Costos de obras civiles
- Costos de imprevistos
- Costos de remuneraciones extras al personal involucrado

#### **Costos**

- Costos de mantención del sistema
- Costos de personal fijo para gestión de armarios

A continuación se da una descripción detallada de cada ítem asociada a la inversión inicial, y luego se explican los costos de mantenimiento del sistema. Es importante destacar que tanto la inversión inicial como los costos son diferentes para cada proyecto de inversión (Pyxis y Omnicell), dado que cada uno se rige bajo sus propios presupuestos.

### Compra del Hardware

El costo del hardware incluye todos los armarios dispensadores, junto con otro tipo de muebles que estén asociados al sistema automatizado (racks, scanners, cajones, refrigeradores, etc). Este costo difieren entre cada proveedor. En la Tabla 18 se muestra el presupuesto para la empresa Grifols y sus armarios Pyxis, y en la Tabla 19 se ve el presupuesto de Tecnigen para sus armarios Omnicell.

Imagen	Cantidad	Descripción producto	Valor unitario	Valor Subtotal	Capacidad Total Insumos
	2	Armario Principal de Dos columnas, 7 puertas, Pantalla táctil, BIO ID, teclado y voz en español	\$35.420.419	\$70.840.838	3168 Insumos
	4	Armario Auxiliar Doble Columna, 8 puertas	\$14.652.484	\$58.609.936	6400 insumos
	1	Pyxis Auxiliar Doble Columna, 2 Sides CathRack	\$24.300.000	\$24.300.000	288 insumos
	3	Stock Station V10, Scanner con y sin cable	\$17.000.000	\$51.000.000	-
	4	UPS 1 KVA on line	\$800.000	\$3.200.000	-
			Total	\$207.950.774	9.856 Insumos

*Tabla 18. Presupuesto hardware Grifols - Pyxis  
Fuente: creación propia con información entregada por Grifols*

Según la Tabla 18, Grifols ofrece un volumen de armarios correspondientes a 12 columnas (2 armarios principales de 2 columnas, y 4 armarios auxiliares de 2 columnas), esto abarca un nivel de almacenaje cercano a los 10.000 insumos y tiene un valor aproximado de \$208.000.000.

Imagen	Cantidad	Descripción producto	Valor unitario	Valor Subtotal	Capacidad Total
	1	Armario Principal de TRES Columnas, Omnicell (meds)	\$27.216.000	\$27.216.000	2984 insumos
	1	Armario Principal de TRES Columnas, Omnicell (supply)	\$25.200.000	\$25.200.000	2984 insumos
	1	Omnicell PCBOX y Bio ID TRES Columnas (supply)	\$7.837.200	\$7.837.200	-
	1	Omnicell PCBOX y Bio ID, Med TRES Columnas (meds)	\$9.408.000	\$9.408.000	-
	1	Armario Auxiliar de DOS Columnas, Omnicell (USA) (meds)	\$20.160.000	\$20.160.000	2000 insumos
	2	Flexlock Wireless	\$2.016.000	\$4.032.000	-
	4	Cajon matricial de insumos (supply)	\$1.176.000	\$4.704.000	480 insumos
	1	Supply Rack (supply)	\$9.408.000	\$9.408.000	48 cateters
	2	48-Bin Open Configurable DRW (med)	\$1.680.000	\$3.360.000	192 meds
	1	24-Bin Open Configurable DRW doble deep (med)	\$1.680.000	\$1.680.000	92 meds
	1	B Medical Congelador Serie Precision 121 Lt.	\$1.550.000	\$1.550.000	200 sueros
	1	XT Open Supply with Scanner	\$3.847.200	\$3.847.200	-
			Total	\$118.402.400	8852 Insumos

Tabla 19. Presupuesto hardware Tecnigen - Omnicell  
Fuente: creación propia con información entregada por Tecnigen

Al analizar la Tabla 19 se puede apreciar que Tecnigen ofrece un presupuesto que contempla 8 columnas de armarios (2 armarios principales de 3 columnas, y 1 armario auxiliar de 2 columnas), que logran almacenar aproximadamente 9000 insumos, a un precio cercano a los \$118.500.000.

Grifols ofrece valores un poco elevados en comparación con Tecnigen. Ejemplo de esto, es ver que el armario principal de 2 columnas de Grifols tiene un valor aproximado de \$35.000.000, mientras que el armario principal de 3 columnas de Tecnigen tiene un valor aproximado de \$27.000.000 (\$27.000.000 el armario supply más el PC Box supply de \$5.000.000).

Tecnigen se ve como una propuesta más atractiva al tener precios más bajos que Grifols, tanto con respecto a cada producto, como en el total del presupuesto. Además Tecnigen ofrece una cantidad de almacenaje más cercana a lo requerido por el hospital, el cual pretende almacenar aproximadamente 9000 insumos.

### **Compra de Software e Implementación de los Sistemas Informáticos**

Nuevamente, estos costos difieren entre ambas empresas, y se pueden ver reflejados en los presupuestos entregados por las mismas. En la Tabla 20 se puede observar el presupuesto de la parte informática de Grifols, y en la Tabla 21 el presupuesto de los softwares de Tencigen.

Los valores expresados en ambas tablas incluyen la mano de obra de los técnicos informáticos que brindan los proveedores, e incluyen el desarrollo e implementación de las interfaces e integración con los sistemas actuales del hospital. Cabe destacar que los servidores son parte del hardware de los presupuestos, pero por simplificación se incluyen en el presupuesto informático de cada empresa.

Cantidad	Descripción producto	Valor unitario	Valor Subtotal
1	Server Central	\$15.000.000	\$15.000.000
1	Licencia Server Integracion CCE VM	\$8.124.672	\$8.124.672
1	Licencia Server VM Pyxis Supply System	\$25.592.963	\$25.592.963
1	Licencias Clientes Pyxis Supply System	\$2.900.000	\$2.900.000
1	UPS 1 KVA online	\$800.000	\$800.000
		Total	\$52.417.635

*Tabla 20. Presupuesto software Grifols - Pyxis  
Fuente: creación propia con información entregada por Grifols*

Cantidad	Descripción producto	Valor unitario	Valor Subtotal
1	OmniCenter Servidor DELL (CPU Torre, Impresora, Mouse, Teclado) y OIS Software Interfases	\$24.037.730	\$24.037.730
1	OmniCenter y Software de Farmacia	\$15.864.900	\$15.864.900
1	Licencia Concurrente OCRA para 5 accesos remotos	\$7.396.000	\$7.396.000
1	Impresora Láser	\$515.000	\$515.000
1	UPS 1k	\$515.000	\$515.000
		Total	\$48.328.630

*Tabla 21. Presupuesto hardware Tecnigen - Omnicell  
Fuente: creación propia con información entregada por Tecnigen*

A partir de las tablas 20 y 21, se puede apreciar que ambas empresas incluyen servidores y la compra de licencias para que puedan operar. El presupuesto de Grifols está un poco más elevado que el de Tecnigen por \$4.000.000 aproximadamente, siendo que ofrecen casi las mismas cosas. Estos valores son de \$52.000.000 y \$48.000.000 aproximadamente para Grifols y Tecnigen respectivamente

Por lo tanto, el presupuesto de desarrollo de software e implementación es más conveniente con la empresa Tecnigen, la cual ofrece un valor de aproximadamente \$48.000.000.

### **Contratar Personal Externo para Integraciones TI**

Para la implementación del proyecto se deben desarrollar e implementar distintas interfaces para que el sistema de los dispensadores funcione con los del hospital. Es por esto, que los proveedores ofrecen un equipo de técnicos que estará dedicado a esto, pero exigen que exista al menos un técnico dedicado full time al proyecto por parte del hospital, y que ayude a desarrollar las interfaces también como contraparte del proyecto. Esto ayuda tanto a la agilidad del proyecto, como para que las integraciones tengan la mayor consistencia y cohesión con lo que se espera de ellas, ya que este técnico es la voz que representa al hospital en los requerimientos que se desean alcanzar con estos desarrollos (y que deben ser levantados por él y el equipo del proyecto).

Dado esto, se necesita contratar a 1 Técnico en Informática o Ingeniero/a en Informática para un trabajo full time de 45 horas semanales, durante 3 meses. Esto representa un total de 540 HH, que serán utilizadas para el levantamiento de requerimientos TI, desarrollo e implementación de los mismos, en conjunto con el equipo de desarrolladores de los proveedores.

El costo de tener un técnico durante 3 meses trabajando en el hospital se valoriza en aproximadamente en \$3.000.000, considerando una remuneración de \$1.000.000

mensualmente. Dado el tipo de proyecto, es bueno considerar una holgura para los tiempos de entrega de estos desarrollos, por lo que el proyecto podría demorar más y se le tendría que pagar más al técnico. Por lo que es mejor considerar un pronóstico de 4 meses (con la holgura de 1 mes), lo que da como valor final \$4.000.000.

### **Costos de Obras Civiles**

Una vez levantado los requerimientos para la factibilidad técnica del proyecto, surgieron otros requerimientos (que no eran de factibilidad) si no que de mejoras a la infraestructura actual del almacén. Estas se consideran pertinentes en el proyecto ya que es un buen momento para renovar parte de la infraestructura actual del almacén. Esta inquietud nace a partir del personal clínico del almacén, que conoce de mejor manera los muebles e infraestructura que está deteriorada.

La renovación consideran principalmente luminaria, cambio de suelo, pintado de paredes y cielo, nuevas conexiones eléctricas y de red, nuevo escritorio, estantes y muebles. En la Tabla 22 se puede ver el detalle y desglose de los elementos e incluye su valor aproximado según precios de mercado.

Imagen Referencial	Artículo	Descripción y Dimensiones (cm) (ancho x profundidad x altura)	Unidades	Valor Unitario	Valor Total
	Escritorio administrativo con cajonera	Escritorio en forma de L con dimensiones de 140 x 140 x 80 con cajonera en el costado izquierdo (3 cajones)	1	\$200.000	\$200.000
	Escritorio ventanilla	Escritorio de 150 x 60 x 80 con cajonera de 3 cajones centrada en el medio	1	\$200.000	\$200.000
	Clóset 2 puertas	Dimensiones de 60 x 50 x 180	1	\$150.000	\$150.000
	Estantes superiores con puertas	Estante de 2 puertas con dimensiones de 100 x 30 x 50	1	\$80.000	\$80.000
	Mueble refrigerador con puerta	Mueble con ruedas con 1 puerta (2 o 3 divisiones al interior) con dimensiones de 60 x 70 x 70	1	\$80.000	\$80.000
	Luminaria	Luminaria con ampolletas led que utilizan una palmeta completa de cielo	8	\$30.000	\$240.000
	Cambio de piso	Sustituir el suelo actual con el mismo material, pero nuevo. Es estilo engomado	1	\$500.000	\$500.000
-	Pintado de paredes	Pintar de color blanco	1	\$300.000	\$300.000
	Enchufes y cables de red	Conexiones necesarias para tener acceso a internet. Deben incluir cables largos para poder conectarlos a los armarios y PCs	4	\$50.000	\$200.000
	Enchufes de fuerza	Cada conexión a la corriente debe tener 3 entradas para enchufes	6	\$15.000	\$90.000
				Total	\$2.040.000

Tabla 22. Costos Obras Civiles

Fuente: creación propia en base a valores referenciales de internet

Según lo observado en la Tabla 22 los valores de las obras civiles y remodelaciones son de \$2.040.000 los cuales serán incluidos en el valor de la inversión inicial.

### Costos de Imprevistos

En todo proyecto de gran inversión se debe considerar dinero para imprevistos. Esto normalmente se estima en un 10% del valor de la inversión, que para este caso, incluiría el 10% del valor de los presupuestos de hardware y software de cada empresa. Para la empresa Grifols, su hardware tiene un valor de \$208.000.000 y su software \$52.000.000. El 10% de esta inversión representa aproximadamente \$26.000.000. Para el caso de la empresa Tecnigen, su hardware vale \$115.000.000 y su software \$48.000.000, por lo que su 10% corresponde a un aproximado de \$16.300.000

### **Costos Remuneraciones Extras al Personal Involucrado**

Dada la envergadura de este proyecto, se requiere un equipo conformado por distintos trabajadores del área clínica, administrativa y gerencial, que pertenezcan al hospital. Dado que no se contratará a nuevo personal (a excepción del técnico en informática), toda la carga laboral de implementar este proyecto se la llevarán los trabajadores que ya poseen un cargo y una labor determinada con anterioridad, y este proyecto sería una carga laboral extra. Por lo tanto, es justo tener que aumentar sus remuneraciones, ya que estarán realizando más trabajo del que les corresponde por su contrato original.

Para este aumento de salarios (puede ser incluido como bonificación, o algún anexo al contrato por el periodo del proyecto), se estima que el 10% de la inversión es una buena cifra para compensar el trabajo extra realizado por estas personas, las cuales puedan ser abarcadas con este 10%. Esto corresponde a \$26.000.000 si se decide trabajar con la empresa Grifols, y de \$16.300.000 si se elige la empresa Tecnigen. Cabe destacar que ambos valores son los mismos que los costos por imprevistos respectivamente, ya que ambos contemplan el 10% de la inversión inicial de cada presupuesto.

### **Costos:**

Es importante destacar que los costos de mantención de sistema son costos que se comienzan a percibir a partir del segundo año de operación, ya que las mantenciones del primer año vienen incluidas como parte del presupuesto de ambas empresas, es decir ellas se hacen cargo de cualquier mantención necesaria durante el primer año de operación. El costo de contratar al personal fijo para la gestión de los armarios se comienza a percibir a partir del primer año de operación, ya que durante el año cero del proyecto, sólo se contemplan las inversiones iniciales. A continuación se describen ambos costos y sus cálculos.

### **Costos de mantención del sistema**

Los costos de mantención de ambas empresas se expresan en UF en la Tabla 23.

Costos Mensuales en UF	Grifols	Tecnigen
Mantención de softwares post garantía	UF 24,5	UF 26
Mantención de hardware post garantía	UF 2	UF 33
<b>Total</b>	<b>UF 26,5</b>	<b>UF 59</b>

*Tabla 23. Costos de Mantención Grifols y Tecnigen  
Fuente: creación propia con información entregada por Grifols y Tecnigen*

Las mantenciones anuales al valor de hoy (\$27.594) de Grifols y Tecnigen son de aproximadamente \$8.774.892 y \$19.536.552 respectivamente (26,5\*12 UF y 59\*12 UF). Ambas mantenciones se pagan de forma mensual a partir del segundo año bajo un

contrato de mantención que deben firmar ambas partes. Cabe destacar que el valor de Tecnigen para las mantenciones de informática, incluyen las actualizaciones de software y las mantenciones del servidor. Grifols sólo incluye la mantención del servidor, y cualquier actualización de software deberá ser cancelada a futuro.

### Costos de personal fijo para gestión de armarios

Este costo incluye contratar a un profesional de enfermería y otro de informática, con el fin de poder gestionar, asesorar y dar el mejor uso posible a los armarios. Estas personas estarán a cargo de realizar seguimiento y análisis a los distintos armarios, y generar reportería a las distintas áreas clínicas y administrativas involucradas. Pueden trabajar bajo la Jefatura de la Central de Abastecimiento y Distribución o bajo la Gerencia de Operaciones.

Los costos asociados a éstos serían los siguientes de la Tabla 24. Estos costos son independientes a la empresa con la cual se decida trabajar.

Personal	Remuneración Mensual	Costos Anuales
Enfermera/o	\$1.300.000	\$15.600.000
Informática/o	\$1.100.000	\$13.200.000
Total Costos	\$2.400.000	\$28.800.000

*Tabla 24. Costos de personal*

Fuente: creación propia con información entregada por Grifols y Tecnigen

A modo de resumen, se muestra la Tabla 25 la inversión inicial de cada proyecto, y la Tabla 26 los costos fijos asociados a los mismos.

Inversión Inicial	Grifols	Tecnigen
Sistemas de Dispensación	\$207.950.774	\$118.402.400
Sistema Informático	\$52.417.635	\$48.328.630
Personal TI	\$4.000.000	\$4.000.000
Obras Civiles	\$2.040.000	\$2.040.000
Imprevistos (10%)	\$26.640.841	\$17.674.823
Remuneraciones (10%)	\$26.640.841	\$17.674.823
Total	\$319.690.091	\$212.097.876

*Tabla 25. Resumen costos Grifols y Tecnigen*

Fuente: creación propia con información entregada por Grifols y Tecnigen

Costos	Grifols	Tecnigen
Personal fijo	\$28.800.000	\$28.800.000
Mantenciones	\$8.774.892	\$19.536.552
Total (sin IVA)	\$37.574.892	\$48.336.552

*Tabla 26. Costos Anuales Fijos*

Fuente: creación propia con información entregada por Grifols y Tecnigen

### 7.3 Flujo de Caja de las Alternativas

Dado que la valoración del proyecto se enmarca al interior del Hospital Clínico Red Salud UC Christus, se utilizan métodos de valoración que ellos acostumbran a usar. Esto incluye, realizar un flujo de caja puro (sin financiamiento), ya que el financiamiento

viene de forma interna del disponible para invertir año a año (o del fondo reserva). Luego la tasa de descuento que utilizan para valorizar sus proyectos de remodelación o internos es del 12%.

Es importante destacar que la tasa de descuento utilizada por el hospital es pequeña y puede que no reflejar completamente el riesgo real del proyecto que se está evaluando. Ante esto, se decide analizar y calcular la tasa a través del método CAPM. Esta tasa luego de su cálculo (ANEXOS X) da un valor cercano a los 5,47%, valor inferior al 12%, por lo que se decide descartar esta tasa y utilizar la recomendada por el hospital, ya que abarca mayor cantidad de riesgo. Esto también brinda la posibilidad al hospital de poder comparar este proyecto con cualquier otro que desee evaluar dentro de la misma institución, ya que ambos se habrán evaluado con tasa del 12%.

### **Estudio de Escenarios**

Como todo proyecto, es necesario situarlo en distintos escenarios. Es por esto que se realizan 3 escenarios posibles: optimista, moderado y conservador, en donde cada uno tiene su propia probabilidad de ocurrencia y su propio flujo de caja. Por simplicidad se asume que los 3 escenarios son igualmente probables, es decir que cada uno tiene un 33% de probabilidad de ocurrencia. Además, dado que son dos posibles proyectos los que se evalúan (Grifols y Tecnigen), se tiene un total de 6 flujos de caja, 3 para cada escenario en cada empresa.

Para realizar los 3 escenarios posibles, se modifican los posibles beneficios (ahorros/ingresos) que podrían resultar de la implementación de un proyecto de esta envergadura. A continuación en la Tabla 27 se muestran los porcentajes de beneficios que serán asociados a cada escenario y en la Tabla 28 estos valores en pesos. Esto con el fin de poder situar el proyecto con distintos niveles de beneficios, por lo que podría ser más o menos conveniente dependiendo del escenario. Estos porcentajes se calculan con respecto al nivel de ingreso que se está teniendo actualmente en el hospital en los distintos ítems de beneficios.

Cabe destacar que para el escenario optimista se utilizaron los valores calculados anteriormente en la sección de *Identificación y Cuantificación de Beneficios*. Luego el escenario moderado es aproximadamente la mitad del porcentaje del escenario optimista, y a su vez el pesimista es la mitad del valor del escenario moderado. Con esto se puede ver que el escenario moderado es bastante conservador (ya que no está equidistante de los valores del optimista y del pesimista, sino que se acerca más a los valores pesimistas). Estos valores se pueden ver de forma porcentual en la Tabla 27.

Beneficios	Escenario Optimista	Escenario Moderado	Escenario Pesimista
Reducción HH TENS	25%	13%	6%
Reducción HH Digitación	28%	14%	7%
Reducción Inventario	20%	10%	5%
Reducción Gastos de Pabellón	10%	5%	3%
Reducción Mermas y Pérdidas	5%	3%	2%
Reducción Derecho a Pabellón	3%	2%	0%

*Tabla 27: Beneficios en porcentaje en distintos escenarios*

Estos valores porcentuales equivalen a los siguientes beneficios monetarios ilustrados en la Tabla 28. Estos beneficios se perciben desde el año 1 al año 5 de forma constante en el tiempo y sólo varían entre un escenario y otro. Estos valores son los que serán utilizados como ingresos (ahorros) para la generación de los distintos flujos de caja y son los mismos independientes del proyecto que se elija.

Beneficios	Escenario Optimista	Escenario Moderado	Escenario Pesimista
Reducción HH TENS	\$ 10.933.464	\$ 5.685.401	\$ 2.624.031
Reducción HH Digitación	\$ 5.498.520	\$ 2.749.260	\$ 1.374.630
Reducción Inventario	\$ 53.787.770	\$ 26.893.885	\$ 13.446.943
Reducción Gastos de Pabellón	\$ 499.177.276	\$ 249.588.638	\$ 149.753.183
Reducción Mermas y Pérdidas	\$ 13.446.942	\$ 8.068.165	\$ 5.378.777
Reducción Derecho a Pabellón	\$ -40.954.290	\$ -27.302.860	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 541.889.683</b>	<b>\$ 265.682.490</b>	<b>\$ 172.577.564</b>

*Tabla 28. Beneficios en pesos en distintos escenarios*

Para cada escenario se calculan los flujos de caja, y algunos indicadores de rentabilidad como lo son el VAN, la TIR y el Payback. Cada uno de ellos se ilustra en forma de fórmulas en la Tabla 29 respectivamente, los cuales son utilizados en cada flujo.

Indicador	Fórmula	Variables
VAN	$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>F_i</math>: flujo de caja del periodo <math>i</math>.</li> <li>• <math>I_0</math>: inversión inicial del proyecto.</li> <li>• <math>n</math>: horizonte de evaluación del proyecto.</li> <li>• <math>r</math>: tasa de descuento del proyecto.</li> <li>• <math>T_p</math>: Payback, periodo de recuperación.</li> </ul>
TIR	$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+TIR)^i}$	
Payback	$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^{T_p} \frac{F_i}{(1+r)^i}$	

Tabla 29. Fórmulas VAN, TIR y Payback  
Fuente. Wikipedia

### 7.3.2 Escenario Optimista

Los flujos de caja optimista de Grifols y Tecnigen se pueden apreciar en detalle en los Anexos 5 y 6 respectivamente. Es importante destacar que los ingresos de beneficios para ambas empresas son iguales año a año, y que se calcula en el ítem *Identificación de Beneficios Cuantitativos* de esta tesis.

Tanto los costos de mantención como la inversión inicial difieren entre cada proyecto, siendo los de Grifols más elevados que los de Tecnigen, por lo que sus flujos son mayores. Teniendo los flujos se procede a calcular el VAN de cada proyecto con tasa 12%, al igual que la TIR y el Payback del proyecto. En modo de resumen se pueden ver estos valores en la Tabla 30.

Optimista	Grifols (Pyxis)	Tecnigen (OmniceIl)
VAN (12%)	\$1.093.656.080	\$1.151.640.667
TIR	118%	177%
Payback (años)	0,83	0,56

Tabla 30. Escenario Optimista: VAN, TIR, Payback

### 7.3.3 Escenario Moderado

Se realiza el mismo procedimiento que para el escenario optimista, pero ahora se toman los beneficios ponderados que se reflejan en la Tabla 28, para el escenario moderado. Con esto el ingreso tanto para Grifols como para Tecnigen es de \$265.682.490 anual. La inversión inicial y los costos anuales, se mantienen constantes para cada uno con respecto a su situación en el escenario optimista. Se puede apreciar con mayor detalle el cálculo de los flujos de cajas para Grifols y Tecnigen en los Anexos 7 y 8 respectivamente, en donde se incluyen los cálculos de VAN, TIR y Payback.

Teniendo los flujos se procede a calcular el VAN de cada proyecto con tasa del 12%, al igual que la TIR y el Payback del proyecto. En modo de resumen se pueden ver estos valores en la Tabla 31.

Moderado	Grifols (Pyxis)	Tecnigen (OmniceIl)
----------	-----------------	---------------------

VAN (12%)	\$366.820.546	\$424.805.132
TIR	50%	78%
Payback (años)	1,75	1,18

Tabla 31. Escenario Moderado: VAN, TIR y Payback

### 7.3.4 Escenario Pesimista

Finalmente para el caso menos favorable se utilizan los beneficios anuales pesimistas (\$172.577.564) calculados en la Tabla 28, con esto se calcula el VAN, TIR y Payback. Se utilizan los mismos beneficios para ambos proyectos. Estos resultados se muestran en forma de resumen en la Tabla 32, y el detalle de los cálculos de los flujos de caja e indicadores se encuentran en Anexos 9 y 10 para la empresa Grifols y Tecnigen respectivamente.

Pesimista	Grifols (Pyxis)	Tecnigen (Omnicell)
<b>VAN (12%)</b>	\$121.816.178	\$179.800.764
TIR	25%	42%
Payback (años)	2,78	1,90

Tabla 32. Escenario Pesimista: VAN, TIR y Payback

Ante lo expuesto anteriormente se puede ver que en todos los escenarios (optimista, moderado y pesimista) los flujos de caja descontados (a tasa 12%) son positivos, esto significa que en todos los escenarios posibles es conveniente realizar el proyecto, y esto es independiente a la empresa que se elija ya que ambas presentan VAN positivo. Dado que Tecnigen presenta un valor inferior en la inversión inicial y sus costos, resulta tener un mejor VAN, TIR y Payback que Grifols en todos los escenarios situados.

### 7.4 Análisis de Sensibilidad

Para obtener un estudio más realista de lo que podría llegar a suceder en el futuro, es necesario situarse en distintos escenarios y además realizar una sensibilidad a algunas variables exógenas que puedan generar un cambio abrupto en el resultado final, sobre algún escenario base.

Para este caso, se elige realizar una sensibilidad del 10% a la variable de inversión inicial y a la variable mantenciones. Esto debido que a pesar de ser valores declarados por los proveedores en los presupuestos, éstos podrían llegar a cambiar a medida que se va desarrollando el proyecto. Alguna de las razones por las cuales podrían cambiar son por la variación del dólar, ya que los proveedores compran en dólares a sus propios proveedores, por lo que podría afectar el valor de venta de sus productos y servicios. También podría ser por estimar mal la cantidad de productos requeridos en el almacén, por lo que puede ser necesario comprar más a futuro, cambiando así el valor de la inversión inicial y las mantenciones que se les deba realizar. Y finalmente puede variar por la modalidad de pago acordada, ya que la cotización actual tiene contemplado el pago al contado, o en 3 cuotas, pero si se decide cambiar este acuerdo, el valor final de la cotización podría variar.

Dada todas estas razones, se decide utilizar la inversión inicial y el costo de mantención como variables a sensibilizar en un 10% al alza (porque podría afectar negativamente el

valor del proyecto). La sensibilidad del 10% a la baja también se analiza, pero se espera un resultado favorable, ya que al disminuir los costos éstos benefician de forma positiva al hospital.

Al realizar la sensibilidad al alza y a la baja para cada empresa se obtienen los valores reflejados en las Tabla 33 y Tabla 34 respectivamente de la inversión inicial y de las mantenciones, ambas para el escenario moderado (base).

<b>Valores con Sensibilidad</b>	Grifols	Omnicell
Inversión Inicial	\$319.690.091	\$212.097.876
Inversión Inicial con aumento del 10%	\$351.659.100	\$233.307.664
Inversión Inicial con disminución del 10%	\$287.721.082	\$190.888.088

*Tabla 33. Sensibilidad de la Inversión Inicial*

<b>Valores con Sensibilidad</b>	Grifols	Omnicell
Costo de Mantención Anual	\$8.774.892	\$19.536.552
Mantención con aumento del 10%	\$9.652.381	\$21.490.207
Mantención con disminución del 10%	\$7.897.402	\$17.582.896

*Tabla 34. Sensibilidad de los Costos de Mantención*

Dado que la sensibilidad sirve para analizar qué sucede con los proyectos al aumentar o disminuir en un 10% una de sus variables, se decide mostrar en la Tabla 35 los resultados de esta sensibilidad al alza y a la baja, respectivamente, para los proyectos descontados a tasa del 12%. En estas se pueden ver el índice de rentabilidad VAN para el escenario base (moderado). Los resultados de la sensibilidad a los proyectos se pueden revisar en detalle en los Anexos 11 y 12 para el proyecto Pyxis, y en Anexos 13 y 14 para Omnicell (también se muestra como varía la TIR y Payback).

	Pyxis		Omnicell	
VAN situación inicial	\$366.820.546		\$424.805.132	
<b>Sensibilidad al 10%</b>	Alza	Baja	Alza	Baja
VAN con sensibilidad en inversión inicial	\$334.851.537	\$398.789.555	\$403.595.345	\$446.014.920
VAN con sensibilidad en costos de mantención anual	\$365.083.380	\$368.557.712	\$420.937.479	\$428.672.785

*Tabla 35. Sensibilidad al alza y baja del 10% en la inversión y en mantenciones*

De la Tabla 35 se puede apreciar que para ambos proyectos la variable inversión inicial es mucho más relevante que las mantenciones, debido a su gran valor. Pero para el proyecto Pyxis, ésta variable es mucho más relevante ya que al aumentar el costo de inversión varía mucho más su VAN que en comparación con el proyecto Omnicell.

De la misma tabla, se puede desprender que el aumento en el costo de mantenciones para Pyxis es casi despreciable, ya que éstas son bastante económicas (\$8.774.892) en comparación con las de Omnicell (\$19.536.552) las cuales el 10% de aumento si se ve reflejado un poco más en su VAN. De todas maneras, ambas sensibilidades son menores al 1% de variación con respecto a su VAN inicial, por lo que el costo de mantención es una variable que no influye mucho en el valor final del proyecto.

## 7.5 Matriz de Riesgo

Es necesario contemplar los posibles riesgos del proyecto, por lo que se identifican desde la etapa de planificación, hasta la puesta en marcha. Esto con el fin de poder visualizar su impacto, su probabilidad de ocurrencia, a quién afecta, quién debe hacerse responsable y bajo qué acciones mitigar el riesgo o la consecuencia del mismo. En una primera instancia se identificaron 16 posibles riesgos, los cuales pueden ver modificados en el futuro por el equipo del proyecto.

Una vez identificados los riesgos, se procede a analizar su probabilidad de ocurrencia y el impacto que podrían traer estos al desarrollo del proyecto y a la organización. Para obtener esto, se consulta a personal del hospital y a los proveedores para que entreguen su opinión en base a experiencias pasadas.

La probabilidad de ocurrencia se divide en 5 niveles: casi seguro que suceda (5), muy probable (4), probable (3), poco probable (2) y muy poco probable (1). El impacto de los riesgos también se divide en 5 niveles posibles: máximo (5), grande (4), moderado (3), pequeño (2), insignificante (1). Tanto los riesgos, como su probabilidad e impacto se ven representados en la Tabla 36.

	Riesgos	Probabilidad de ocurrencia	Impacto
Evaluación/Planificación	1. Cambios gerenciales.	1	2
	2. Dependencia de un único proveedor.	5	5
	3. Levantamiento errado de requerimientos en interfaces, soporte técnico y TI.	2	5
	4. Levantamiento errado de los insumos.	1	3
	5. Deficiente estimación del equipo de trabajo.	2	4
Implementación	6. Retraso en el cronograma.	3	3
	7. Costos mayores a los esperados.	3	4
	8. Fallos de calidad inaceptables.	1	5
	9. Deficientes integraciones de sistemas.	3	5
	10. Insuficiente capacidad de soporte TI.	1	3
	11. Deficiente capacitación al personal.	2	3
	12. Deficiente gestión del equipo de trabajo.	2	4
En Marcha	13. Obsolescencia del hardware antes de tiempo.	1	5
	14. Obsolescencia del software antes de tiempo.	3	5
	15. Deficiente desempeño de las integraciones e interfaces.	2	5
	16. Personal reactivo a la gestión del cambio.	3	3

*Tabla 36. Riesgos asociados al proyecto*

Con la probabilidad de ocurrencia de cada uno de estos riesgos y su impacto se puede generar la matriz de riesgo. La cual en su eje vertical contiene las probabilidades de ocurrencia de los riesgos, y en el eje horizontal el impacto o consecuencias que podrían traer estos sucesos. Esta clasificación se muestra a través de colores en la matriz de riesgo donde verde es de riesgo bajo, amarillo es riesgo medio, y rojo es de riesgo alto. La matriz se puede apreciar en la Tabla 37.

		Impactos o Consecuencias				
		Máximo (5)	Grande (4)	Moderado (3)	Pequeño (2)	Insignificante (1)
Probabilidad de ocurrencia	Casi seguro (5)	Riesgo 2				
	Muy probable (4)					
	Probable (3)	Riesgo 9 Riesgo 14	Riesgo 7	Riesgo 6 Riesgo 16		
	Poco probable (2)	Riesgo 3 Riesgo 15	Riesgo 5 Riesgo 12	Riesgo 11		
	Muy poco probable (1)	Riesgo 8 Riesgo 13		Riesgo 4 Riesgo 10	Riesgo 1	

Tabla 37. Matriz de Riesgo

Es importante tener presente que la Matriz de Riesgo es una herramienta de gestión dinámica, es decir que requiere ser actualizada constantemente durante el transcurso del proyecto, para que pueda ser un reflejo de la realidad y sus posibles riesgos. Por lo que se debe revisar en cada etapa del proyecto o reunión de coordinación que se tenga, para comentar los riesgos que han ido impactando al proyecto, los que no, clasificar nuevos y modificar probabilidad de ocurrencia e impacto si es que alguno ha variado. Dado que esta tesis sólo contempla la etapa de evaluación, queda propuesto para el equipo que ejecute este proyecto, hacerse cargo de esta labor.

Se puede apreciar que en la Tabla 37 los riesgos altos del proyecto son sólo 3 y que los demás se sitúan como riesgos medios o bajos. Por lo que en general el proyecto no es tan riesgoso.

Como se menciona anteriormente, es necesario tener un plan de contingencia ante estos posibles riesgos. Lo cual se puede lograr a través de medidas de mitigación del riesgo y acciones bajo las cuales actuar frente a cada situación y con un encargado de realizar dichas acciones. Las acciones a realizar y sus responsables se encuentran detallados en **Anexos 15**.

## 7.6 Elección de Solución

Ante la información levantada en los capítulos anteriores, es posible ver que tanto Pyxis como Omnicell son proyectos muy similares e igualmente atractivos para sus clientes, pero económicamente hablando el proyecto Omnicell es más conveniente, ya que la inversión inicial que se requiere es inferior de la requerida por Pyxis, y esto trae por consecuencia que su Valor Presente Neto sea mayor.

Cabe destacar que de todas maneras Pyxis también es una opción viable, ya que sus flujos futuros descontados a valor presente entregan valores positivos en todos sus

escenarios, por lo que no se descarta la opción de elegir esta opción sobre Omnicell. Queda a criterio del hospital finalmente decidir sobre cuál elegir.

Se plantean en las Figuras 10 y 11 los planos tentativos del almacén quirúrgico del 6to piso con los armarios automatizados de Pyxis y Omnicell respectivamente. Se destaca que para el plano de Omnicell (Figura 11) éste incluye unos armarios automatizados G3 (versión antigua de los XT) que se dispondrán en el futuro. Esto es debido a que el hospital hoy en día cuenta con el 3er piso del hospital equipado con Omnicell G3 los cuales serán renovados por XT, y los armarios G3 (que están obsoletos) servirán de armarios (no automatizados) para poder almacenar insumos de forma remota para el 6to piso. Se contemplan estos armarios (G3) en los planos a pedido del área clínica, ya que les acomoda trabajar con ellos por ser fáciles para almacenar los insumos y optimizan mejor el espacio que un estante común y corriente de insumos y fármacos. Esto se puede ver en la Figura 11.

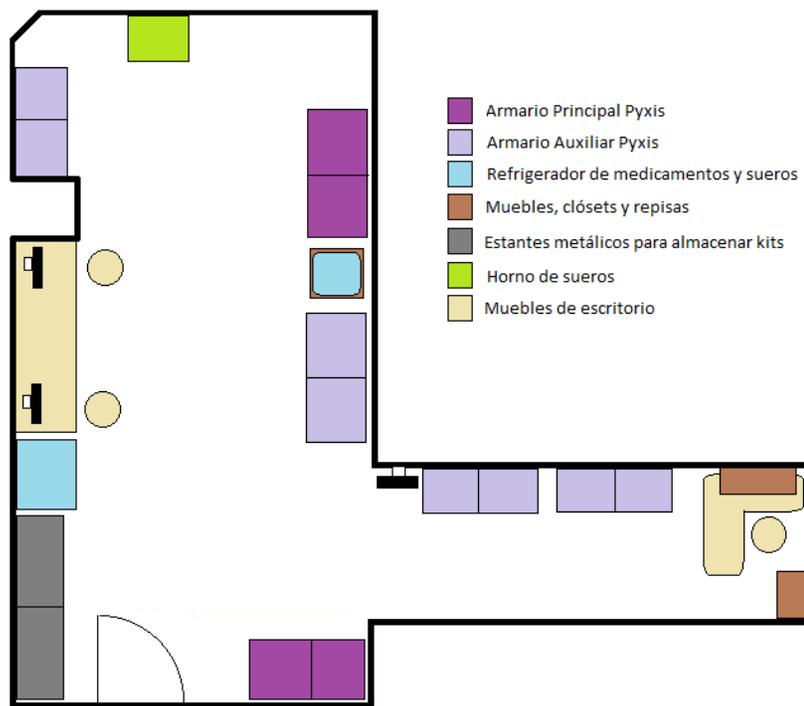


Figura 10. Layout tentativo armarios Pyxis  
Fuente: creación propia y validada por área clínica y Grifols

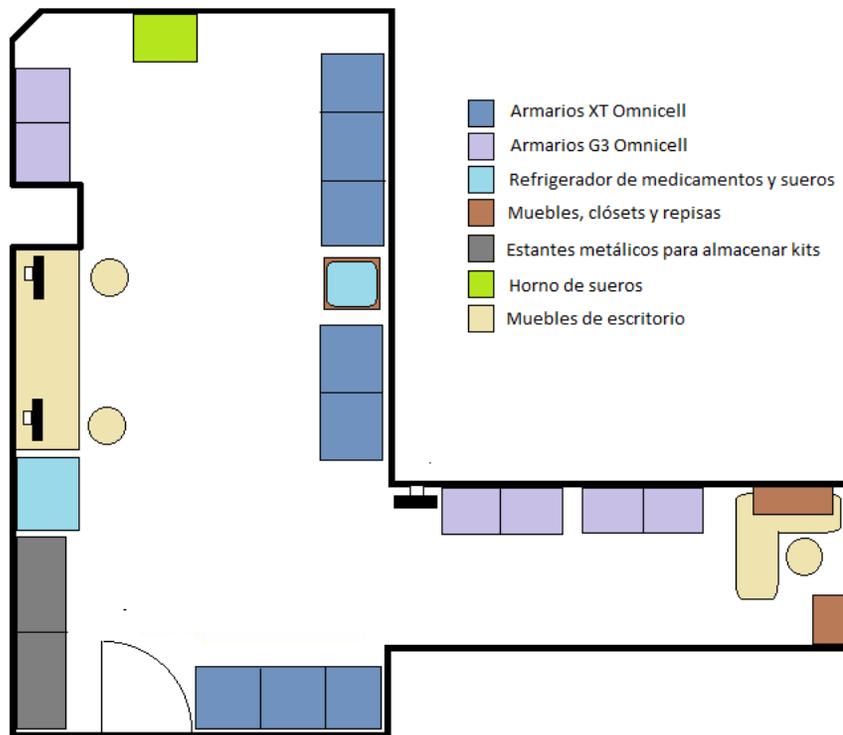


Figura 11. Layout tentativo armarios Omnicell  
Fuente: creación propia y validada por área clínica y Tecnigen

## CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

Este trabajo tiene por objetivo principal evaluar la implementación de un sistema automatizado de dispensación de insumos y fármacos en los pabellones del 6to piso del Hospital Clínico Red Salud UC Christus, el cual se cumple a cabalidad ya que se realiza una evaluación de los procesos, de las problemáticas y mejoras asociadas; se genera una evaluación de factibilidad técnica e informática; y se evalúa económicamente los distintos beneficios y costos asociados al proyecto, con el fin de obtener un valor económico de cuánto vale un proyecto de esta envergadura. Como se menciona en la sección de *Elección de Solución*, tanto la propuesta Pyxis (de la empresa Grifols) como Omnicell (de la empresa Tecnigen) satisfacen las necesidades del hospital: poder realizar una gestión de insumos y fármacos de forma óptima con el fin de tener diversos beneficios a nivel operacional, táctico y estratégico; y cumplir con los requerimientos técnicos e informáticos del mismo. Esto hace que ambas soluciones sean factibles.

Dentro de los objetivos específicos, se logra levantar información de la institución, servicios y de su funcionamiento general. Se genera un diagnóstico del proceso actual de dispensación y devolución de insumos, se ahonda en sus problemáticas y sus posibles mejoras, y se cuantifica los beneficios y costos asociados a las mismas. Los mayores beneficios identificados a nivel operacional son: la disminución de mano de obra del personal para poder llevar una gestión apropiada de los insumos y fármacos, tanto en el almacén quirúrgico como en la bodega central; la optimización de HH del personal directo del almacén quirúrgico y de la Unidad de Digitación de Partes Quirúrgicos; y el ahorro en los centros de costos del pabellón 6to al capturar de mejor

manera la venta de insumos y fármacos, por realizar la carga directa al paciente y no al centro de costos del pabellón. Este último es el beneficio más importante que puede llegar a percibir el hospital, el cual representa una disminución del 10% de los costos actuales del pabellón los cuales están valorizados en \$499.177.276 (con respecto al año 2018). También existe una reducción en los niveles de inventario y una disminución en las pérdidas desconocidas y mermas.

Por otro lado, el principal beneficio estratégico es el posicionar al Hospital Clínico Red Salud UC Christus como pionero en innovación y vanguardia en el mercado de la salud, en relación a su competencia, con el fin de obtener mayor porcentaje del mercado y generar una mejor percepción del servicio otorgado a sus pacientes. Esto también le da la posibilidad de aumentar su capacidad operativa actual (que ha sido deficiente en comparación a otros años), al aumentar su demanda de pacientes, lo que traería grandes beneficios y posiblemente una disminución en sus costos por derecho a pabellón.

Otro de los objetivos específicos es realizar un estudio comparativo de factibilidad técnica e informática entre ambos proyectos de solución, junto con una matriz de riesgo asociada. Se logra generar un cuadro comparativo específico de distintas características de los armarios automatizados de ambas empresas (Anexos 3) donde ambos productos son bastante similares en cada categoría, con diferencias en leves matices. Se destaca que Omnicell tiene un producto más actualizado, con mejor pantalla y software que la competencia. Sin embargo Pyxis posee un manejo de voz en español para realizar conteos de inventarios y puertas con giro mayor a 180°.

También se generan planos tentativos de cómo distribuir los armarios y estantes al interior del almacén quirúrgico, con el propósito de verificar la factibilidad técnica de implementar un proyecto de estas características. Además se comprueban las factibilidades informáticas, y que habría que levantar con un alto nivel de precisión los requerimientos del área clínica y TI para obtener integraciones informáticas con resultados íntegros para todas las áreas involucradas.

Finalmente se generan distintos escenarios (optimista, moderado y pesimista), en base a los beneficios (ahorros) percibidos, y se plantea la evaluación económica para los distintos proyectos. Es importante mencionar que los beneficios económicos que podría percibir el hospital son los mismos, independiente del proyecto que se elija (\$265.682.490 escenario moderado), ya que tanto Pyxis como Omnicell tienen ventajas operativas y estratégicas similares que se traducen en ahorro de costos. Las diferencias principales son: que Pyxis requiere de una inversión inicial superior a Omnicell (\$319.690.091 y \$212.097.876 respectivamente) y que Pyxis tiene costos fijos anuales a partir del segundo año más económicos que Omnicell (\$37.574.892 y \$48.336.552 respectivamente).

Como se menciona en la sección Flujo de Caja de las Alternativas, se decide realizar la evaluación económica con una tasa de descuento del 12% pues es la que acostumbra a usar el hospital para evaluar sus propios proyectos y, de este modo, se puede comparar con otros proyectos que posea el hospital. También se analiza una sensibilidad del 10% (al alza y a la baja) sobre la inversión inicial y sobre los costos de mantención. Se concluye que ambos proyectos son poco sensibles a los costos de mantención, debido

a su bajo valor, y el proyecto Pyxis es más sensible al alza sobre la inversión inicial, variando su VAN en casi \$30.000.000.

Teniendo en mente el objetivo de evaluar económicamente este proyecto, se concluye que el proyecto Omnicel es el más conveniente para el Hospital Clínico Red Salud UC con un VAN de \$424.805.132, TIR del 78% y un payback de 1,13 años en el escenario moderado. Los cálculos se realizaron con una tasa de descuento del 12% y bajo un horizonte de tiempo de 5 años. Esto se debe a que Omnicel posee una menor inversión inicial, y entrega un mejor valor del proyecto (Tabla 34 y 35). Vale decir que la propuesta de Grifols también es económicamente viable, pues sus VAN son positivos para todos los escenarios y que finalmente queda a criterio del hospital qué proyecto elegir. Con esto se concluye que se cumplieron en su totalidad los objetivos específicos de este trabajo.

El alcance del proyecto no contempla como una variable la relación que existe entre el proveedor y el hospital, lo que podría llegar a ser clave para trabajar de forma óptima en la implementación y puesta en marcha del proyecto. Hasta el momento, la empresa proveedora que mejor ha atendido las necesidades del hospital es Tecnigen, pues ha tenido un trato preferencial y atento. Esto puede deberse a que ya trabajan juntos en el 3er piso y, a juicio propio, esto aporta bastante valor a la decisión de poder trabajar con ellos.

Otra limitación de la solución es que no contempla todos los beneficios cuantitativos que se podrían incluir. Esto debido a que no existe información con la cual se pueda trabajar y sirva como *input* para realizar estimaciones de beneficios a futuro. Por lo tanto, se dejan expresados en los beneficios cualitativos del proyecto.

Queda propuesto para el Hospital Clínico Red Salud UC Christus realizar una revisión y análisis exhaustivo de:

- Niveles de mínimos y máximos en el inventario de sus insumos y fármacos en el almacén quirúrgico.
- Niveles de insumos y fármacos que se manejan al interior de los pabellones.
- Niveles de insumos y fármacos en cada kit quirúrgico.

Esto ayudará a mantener niveles de stock más bajos, menores días de inventario, mejor gestión de insumos y disminuir el sobrestock. Se sugiere estudiar esto antes de la compra de los nuevos armarios, ya que así tendrán una mejor aproximación de la cantidad de productos que se manejan y de aquellos que realmente necesitan ser almacenados en sus armarios automatizados.

Finalmente, se recomienda crear un área encargada de realizar reportes y análisis diario de la data e información generada por los armarios, conformada por personal de informática y del área clínica con el objetivo de poder obtener el mayor beneficio posible de los mismos. Esto ayudaría a estimar mejor la demanda de insumos, actualizar con mejor información los mínimos y máximos de los productos, renovar los kits en base a lo que se está usando y para qué tipos de cirugía, tener un mejor control del inventario, pérdidas desconocidas y merma, y así brindar un mejor desempeño operacional y estratégico en el largo plazo.

## **APOYOS INSTITUCIONALES**

Se ha obtenido apoyo institucional por parte de la Gerencia de Procesos y Proyectos, específicamente del Catherina San Miguel, que ha proporcionado información con respecto a la evaluación de *Omnicell* para el 3er piso realizado el año 2010. También a Pablo Chapa por dar información global sobre el Hospital Clínico UC y su funcionamiento.

Se ha contado con la ayuda de la Jefa de la Central de Almacenamiento y Distribución, Macarena Toledo, quien ha proporcionado información sobre la CAD, el proceso de reposición, dispensación y devolución de insumos, inventarios, y costos de insumos y fármacos. También proporcionó contactos con las empresas *Tecnigen* y *Grifols* para poder realizar cotizaciones para los armarios automatizados.

También se contó con el apoyo de Constanza Barros y Marlene Fuentes, quienes proporcionaron información específica de los almacenes quirúrgicos en donde se realiza la investigación, sus trabajadores, funciones y roles, y los objetivos de su área y con quiénes se involucra.

De parte de la Unidad de Partes Quirúrgicos, específicamente de Marina Alende, se obtuvo información de respaldo explicitando cuántos partes quirúrgicos se digitan diariamente del 6to piso del Hospital además de la cantidad de cirugías que se realizan a diario en cada pabellón.

La información financiera provino de la Gerencia de Finanzas, para datos relevantes correspondientes al crecimiento en ventas de los últimos años del Hospital Clínico UC y del Clínica UC, junto con los datos de las facturaciones de los años 2010, 2011 y 2012 del 3er piso del hospital, y de los años 2017, 2018 para el 6to piso, específicamente en pabellones.

Se contó con la ayuda e información proporcionada por *Tecnigen*, en específico del Especialista de Productos, Luis Albán, y del Subgerente de Procesos Logísticos, Roberto Pomar, quienes fueron claves durante todo el proceso de la evaluación, ya que entregaron una mirada experta del rubro, y de cómo se llevan a cabo estas implementaciones.

Finalmente por parte de *Grifols*, se contó con la ayuda e información de Javier Aliaga, Hospital Sales Manager y de Santiago Serpa, encargado de Ventas División Hospital.

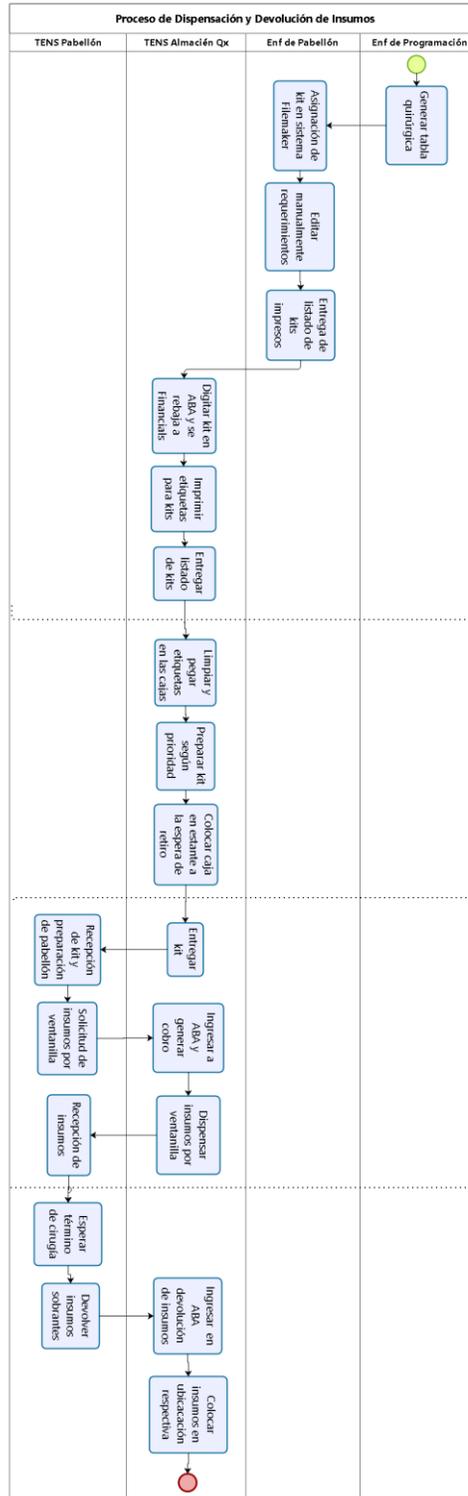
## BIBLIOGRAFÍA

1. RED SALUD UC. Maternidad UC 2018. [en línea] <http://redsalud.uc.cl/ucchristus/maternidaduc/maternidaduc.act> [consulta : 08 noviembre 2018]
2. Superintendencia de Salud Chile. Informe Prestaciones 2010 [en línea] [http://www.supersalud.gob.cl/documentacion/666/articles-7245\\_recurso\\_1.pdf](http://www.supersalud.gob.cl/documentacion/666/articles-7245_recurso_1.pdf) [consulta : 08 noviembre 2018]
3. Diario Financiero de Chile. Portafolio de Salud 2015 [en línea] [https://www.df.cl/portafolio\\_salud/site/artic/20151028/asocfile/20151028125115/revista\\_portafolio\\_salud\\_12\\_baja.pdf](https://www.df.cl/portafolio_salud/site/artic/20151028/asocfile/20151028125115/revista_portafolio_salud_12_baja.pdf) [consulta: 22 de diciembre, 2018]
4. Ministerio de Salud. Presentación Reducción de Tiempo de Espera 2017. [en línea] [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/05/PRESENTACION-MINISTRA-LE-8-DE-MAYO\\_final-2.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/05/PRESENTACION-MINISTRA-LE-8-DE-MAYO_final-2.pdf) [consulta: 16 diciembre, 2018]
5. MADISON, D. y PRESS, P. AÑOOOO. “*Process Mapping, Process Improvement and Process Management*”.
6. CONTRERAS, E. y DIEZ, C. 2015. Diseño y Evaluación de Proyectos – Un Enfoque Integrado. 1era ed. Chile, Quad/Graphics Chile. 19p.
7. J.L. Poveda Andrés, C. García Gómez, M. Hernández Sansalvador, A. Valladolid Walsh. Análisis coste-beneficio de la implantación de los sistemas automáticos de dispensación de medicamentos en las Unidades de Críticos y Urgencias. 2013, Albacete. [en línea] <http://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-hospitalaria-121-pdf-13118732> [consulta: 20 diciembre, 2018]
8. Health Technology Inquiry Service. Automated Medication Dispensing Systems: A Review of the Clinical Benefits, Harms, and Cost-Effectiveness. 2010. [en línea] [https://www.cadth.ca/media/pdf/10220\\_automated\\_dispensers\\_htis-2.pdf](https://www.cadth.ca/media/pdf/10220_automated_dispensers_htis-2.pdf) [consulta: 20 diciembre, 2018].
9. GRAHAM, BREWER y BYRD . “Automating the Supply Chain in the OR” de Graham, Brewer y Byrd [9]. Enviado por proveedor de Pyxis en Chile, Grifols.
10. Grifols Chile S.A. Sistemas de dispensación automatizada. [en línea] <https://www.grifols.com/documents/10192/75436/pyxis-soluciones-dispensacion-es-en/39fb8899-114b-4cd9-9fc3-a6610028a2e4> [consulta : 19 noviembre 2018]
11. Tecnigen. Armario Principal de dos puertas. [en línea] [http://www.tecnigen.cl/producto\\_ficha/114/41/armario-principal-dos-cuerpos](http://www.tecnigen.cl/producto_ficha/114/41/armario-principal-dos-cuerpos) [consulta : 19 noviembre 2018]
12. BD. Biblioteca de recursos sobre gestión de suministros. [en línea] <https://www.bd.com/es-es/our-products/supply-management/supply-management-resource-library?contentType=23> [consulta: 04 de abril, 2019].

13. Grifols. Pyxis Soluciones de Dispensación. [en línea]  
<https://www.grifols.com/documents/10192/75436/pyxis-soluciones-dispensacion-es/1cc04d87-be14-4a5f-99ca-76fbd350e4a0> [consulta: 05 de abril, 2019]
14. Descripción de Sistemas de Omnicell. Enviado por proveedor de Omnicell en Chile, Tecnigen.
15. Omnicell. Omnicell Supply Management System. [en línea]  
[https://www.omnicell.com/us/en\\_us/products/omnicell-supply-management-system](https://www.omnicell.com/us/en_us/products/omnicell-supply-management-system)  
[consulta: 03 de abril, 2019].
16. Omnicell. Omnicell Supply Management System. [en línea]  
[https://www.omnicell.com/Collateral/English/Supply%20Management%20System/Omicell\\_Supply\\_Management\\_System\\_XT\\_Brochure\\_EN.pdf](https://www.omnicell.com/Collateral/English/Supply%20Management%20System/Omicell_Supply_Management_System_XT_Brochure_EN.pdf) [consulta: 04 de abril, 2019].
17. HealthCare IT Skills. Automated Dispensing Cabinets, Pharmacy Automation, Pyxis, Omnicell, Capsa. [en línea] <https://healthcareitskills.com/automated-dispensing-cabinets-pharmacy-automation/> [consulta: 05 de abril, 2019].
18. Grifols. Servicio Integral [en línea]  
[https://www.grifols.com/documents/10192/75436/doc\\_pyxis\\_brochure\\_en/dd81107f-c8f7-4343-829c-77544d2f78c2](https://www.grifols.com/documents/10192/75436/doc_pyxis_brochure_en/dd81107f-c8f7-4343-829c-77544d2f78c2) [consulta: 09 de abril, 2019].
19. CareFusion. PYXIS SUPPLYSTATION® SYSTEM [en línea]  
<http://www.medicalexpo.com/prod/carefusion/product-75330-514962.html> [consulta: 09 de abril, 2019].
20. HAMMER, Michael. Cambio Profundo – Cómo la innovación operacional puede transformar tu empresa. Harvard Business Review Latina America. Abril, 2004.
21. New York University. Betas by sector US [en línea]  
[http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)) [consulta: 5 de septiembre, 2019].
22. Investing. IGPA historical data [en línea] <https://es.investing.com/indices/igpa-historical-data> [consulta: 5 de septiembre, 2019].
23. Banco Central. Tasas bonos emitidos a 10 años en UF [en línea]  
[https://www.bcentral.cl/documents/20143/31935/rec\\_v20\\_n3\\_dic2017\\_p120-143.pdf/285a4cff-d03a-5972-f0cb-6ce089848166](https://www.bcentral.cl/documents/20143/31935/rec_v20_n3_dic2017_p120-143.pdf/285a4cff-d03a-5972-f0cb-6ce089848166) [consulta: 5 de septiembre, 2019].

# ANEXOS

## Anexo 0: Proceso de dispensación y devolución de insumos del almacén quirúrgico del 6to piso.



## Anexo 1: Descripción Pyxis de sistemas informáticos y armarios dispensadores.

### Sistema Informático de Control

Pyxis Supply Virtual Manager proporciona a los departamentos de TI del hospital una base flexible para el mantenimiento de las tecnologías de suministro de Pyxis.

Consistente en VMware® y componentes de software. La solución proporciona opciones de implementación de TI que utilizan la infraestructura de TI existente: minimiza la huella de TI al tiempo que permite un acceso más fácil a los informes y garantiza un rendimiento óptimo del sistema. El servidor Pyxis Supply Virtual Manager puede implementarse como una aplicación VMware que reside en el sistema del servidor de la instalación o como una solución de hardware llave en mano.

El software cliente Pyxis Supply Virtual Manager se puede instalar en los computadores o computadores portátiles de los usuarios finales con acceso a través de una computadora de escritorio y remotamente cuando el PC está conectado a la red privada virtual (VPN) de la instalación.

Ambos componentes son soluciones independientes que son compatibles con el servidor Pyxis SupplyCenter o el cliente Pyxis SupplyCenter para abordar los requisitos y preferencias actuales de la instalación [12].

Con el Administrador virtual de Pyxis Supply, los hospitales y los sistemas de salud tienen la libertad de unir y combinar el Sistema de Suministros Pyxis de hardware con Pyxis Supply Virtual Manager VMware y componentes de software. La arquitectura del sistema de información de Pyxis, queda descrita en la Figura 13.

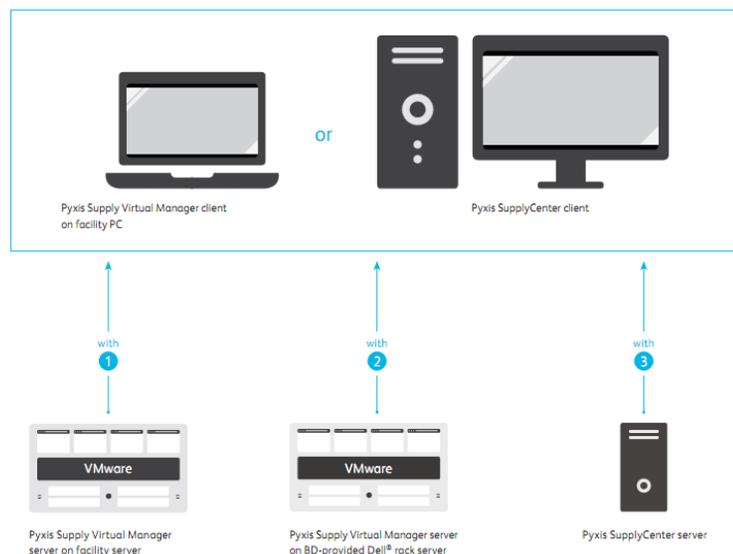


Figura 12. Arquitectura de Sistemas de Información Pyxis.  
Fuente BD. Pyxis Supply Virtual Manager [12]

### Armarios Automatizados de Dispensación

Pyxis® posee 3 tipos de productos dentro de los armarios automatizados:

- Pyxis® MedStation® 3500: Sistema puntero de gestión automatizada de medicación. Este producto se utiliza normalmente en farmacias para la dispensación de medicamentos, tanto de fármacos con y sin receta retenida. Ayuda a tener mayor control sobre los fármacos que deben ser utilizados en pacientes.
- Pyxis® SupplyStation™: Sistema integral de gestión de material sanitario en el punto de uso. La estación de insumos puede ser abierta o cerrada, por lo que existen 2 modelos de estación.
  - Pyxis® SupplyStation™ SS30: Sistema automatizado de acceso cerrado para la gestión de inventario y uso de material sanitario
  - Pyxis® JITrBUD y Pyxis® StockStation: Sistemas de gestión de inventario de acceso abierto
- Soluciones Pyxis® para entornos de alta complejidad: Este sistema se utiliza en Urgencias/UCI, salas de hemodinámica, radiología intervencionista y áreas quirúrgicas. [13]

Pyxis MedStation no cumple con todos los requerimientos del almacén, que es dispensar insumos y fármacos, por lo que no sirve como solución.

Soluciones Pyxis® considera tener los sistemas de dispensación al interior de los pabellones para dispensar los insumos y fármacos desde ahí mismo. Esto se contrapone con la idea de querer reducir los insumos y fármacos al interior de los pabellones. Se desea tener los insumos y fármacos centralizados y bajo la administración del supervisor del almacén quirúrgico, por lo que esta solución no sirve para solucionar el problema inicial.

Ante estas opciones y dado los requerimientos del hospital, la opción que mejor se ajusta a sus necesidades es Pyxis® SupplyStation™, esto debido a que se quiere automatizar el almacén quirúrgico para dispensar tanto insumos como fármacos, y este tipo de sistema sirve perfectamente para este propósito.

Dentro del tipo Pyxis® SupplyStation™, existen distintas estaciones o armarios. Los cuales están descritos en la Tabla 4 junto con sus especificaciones y dimensiones. La cantidad de armarios que se requieran para el almacén se calcula y valida en la factibilidad del proyecto. A priori se necesitan armarios principales, que son los que controlan a los auxiliares. En los principales se encuentran las pantallas táctiles y el sistema de control para los otros armarios auxiliares.

Además, cualquier tipo de armario es configurable con cajones, racks y gavetas móviles, para una mayor personalización del producto de acuerdo a las necesidades clínicas del cliente.

Los armarios de 2 columnas vienen por defecto con 8 puertas para los auxiliares, y los principales vienen con 7 puertas y 1 cajonera. Para los armarios de 1 columna vienen con 4 puertas para los auxiliares y los principales con 3 puertas y 1 cajonera. De todas maneras se podría agregar cajoneras de simples o de doble profundidad a cualquiera de estos armarios, los cuales están descritos en la Tabla 38.

Especificaciones de la estación						
Equipamiento	Configuración	Dimensiones (cm) Al x An x Prof.	Peso vacío/ cargado (kg)	Cantidad de puertas	Capacidad de Items	Imagen Referencial
Pyxis™ SupplyStation™ Single Column Main	Principal de columna única	201.9 x 78.8 x 71.2	170/445	3 puertas + 1 cajonera	96	
Pyxis™ SupplyStation™ Single Column Main	Auxiliar de columna única	201.9 x 78.8 x 71.2	135/420	4 puertas + 0 cajonera	96	
Pyxis™ SupplyStation™ Double Column Main	Principal de doble columna	201.9 x 132.1 x 71.2	290/580	7 puertas + 1 cajonera	192	
Pyxis™ SupplyStation™ Double Column	Auxiliar de doble columna	201.9 x 132.1 x 71.2	265/550	8 puertas + 0 cajonera	192	
Pyxis™	Tamaño	137.2 x	130/410	Por	Por	Por terminar

SupplyStation <sup>TM</sup> half-height	medio, principal de columna única	80.1 x 71.2		terminar	deter minar	
Pyxis <sup>TM</sup> SupplyStation <sup>TM</sup> half-height	Tamaño medio, auxiliar de columna única	109.2 x 80.1 x 71.2	118/400	Por terminar	Por deter minar	Por terminar

*Tabla 38. Tipos de estaciones o armarios de Pyxis® SupplyStation<sup>TM</sup>.  
Fuente: BD. Pyxis Supply Station System [13]*

También se utiliza el uso de gavetas plásticas de alta dureza, resistentes y de fácil limpieza para almacenar insumos, lo que ayuda a tenerlos separados unos de otros. En la Figura 14 se puede apreciar las gavetas y en la Tabla 39 sus distintos tamaños. Estos vienen por defecto una cierta cantidad de cada tamaño en los armarios, pero se puede solicitar más al proveedor si es necesario.



*Figura 13. Gavetas plásticas para poner al interior de los armarios.  
Fuente: Grifols*

Tamaño	Dimensiones (cm) Alto x Ancho x Fondo	Imagen de gavetas por tamaño
XS	9,9 X 6,5 X 63	
S	9,9 X 11.5 X 63	
M	9,9 X 17,8 X 63	
L	9,9 X 23,8 X 63	
XL	9,9 X 27,5 X 63	

*Tabla 39. Dimensiones gavetas plásticas.  
Fuente: Grifols*

Los armarios están formados por repisas, las cuales son rejillas de acero galvanizado e inoxidable de alta dureza, desmontables y de fácil limpieza. Además los armarios principales poseen impresoras térmicas, y la posibilidad de incluir una pistola de código de barras para picking. Esta impresora de la posibilidad de imprimir reportes de pacientes, reportes de reposiciones y quiebres entre otros.

Las cajoneras que se pueden agregar a los armarios pueden ser simples o de doble profundidad. Los armarios principales vienen por defecto con 1 cajonera de 24 espacios abierta (sin tapa incluida). Los tipos de cajoneras se ilustran en las Figuras 15, 16 y 17. En la Figura 15 se puede ver 2 cajones de altura simple con 48 compartimientos, y en la Figura 16, 1 cajón con doble altura de 48 compartimientos. Finalmente la Figura 17 se puede ver un cajón en funcionamiento almacenando distintos tipos de insumos.



*Figura 14. 2 cajones de altura simple con 48 compartimientos.  
Fuente: Grifols*



Figura 15. 1 cajón de doble altura con 48 compartimientos.  
Fuente: Grifols



Figura 16. Ejemplo de cajón en funcionamiento.  
Fuente: Grifols

## Anexo 2: Descripción de Omnicell: sus sistemas, armarios e interfaces.

- **Sistema Informático de Control.** Formado por un único servidor, que contiene una base de datos única y central, capaz de gestionar todos los armarios dispensadores instalados a través del software OmniCenter, independientemente del tipo de material que controlen. Además, dicho servidor gestiona las interfaces de conexión con los sistemas de información del Hospital (HIS), a través del software motor de interfaces OIS (Omnicell Interface Service), como la explotación de los datos generados por el Sistema Omnicell. El Sistema Central OmniCenter se encarga de obtener las transacciones desde los armarios para mantener información sobre los niveles de inventario y de productos (insumos, medicamentos, etc.), como también, se encarga de cargarlos sobre los registros de pacientes.
- **Armarios Automatizados de Dispensación.** Encargados de gestionar el stock en cada punto de uso. Omnicell dispone de diferentes modelos de armarios para la gestión de insumos y medicamentos por separado o ambos en un mismo armario. Todos los armarios permanecen cerrados y seguros, y se describen en específico más adelante.

- **Interfaces de Conexión.** Programas informáticos de especial importancia, permiten interconectar diferentes sistemas informáticos entre sí, y facilitan el intercambio de información entre ellos: censo de pacientes, pedidos de reposición, consumos por paciente, maestro de materiales, prescripción médica, etc. Así pues, las interfaces constituyen parte muy importante que ayuda a cerrar la gestión de la cadena logística hospitalaria.

OmniCell utiliza una arquitectura modular de cliente servidor y una configuración de hardware. El medio físico que utilizan las diferentes partes integrantes del sistema Omnicell para la Interconexión con el sistema Omnicenter es la propia red informática del Hospital. (LAN).

El flujo de la información de los dispensadores de insumos hacia el Servidor Omnicenter y posteriormente con las interfaces desde y hacia el HIS por el administrador de interfaces OIS (Omnicell Interface Service), se muestra en la Figura 18. [14]

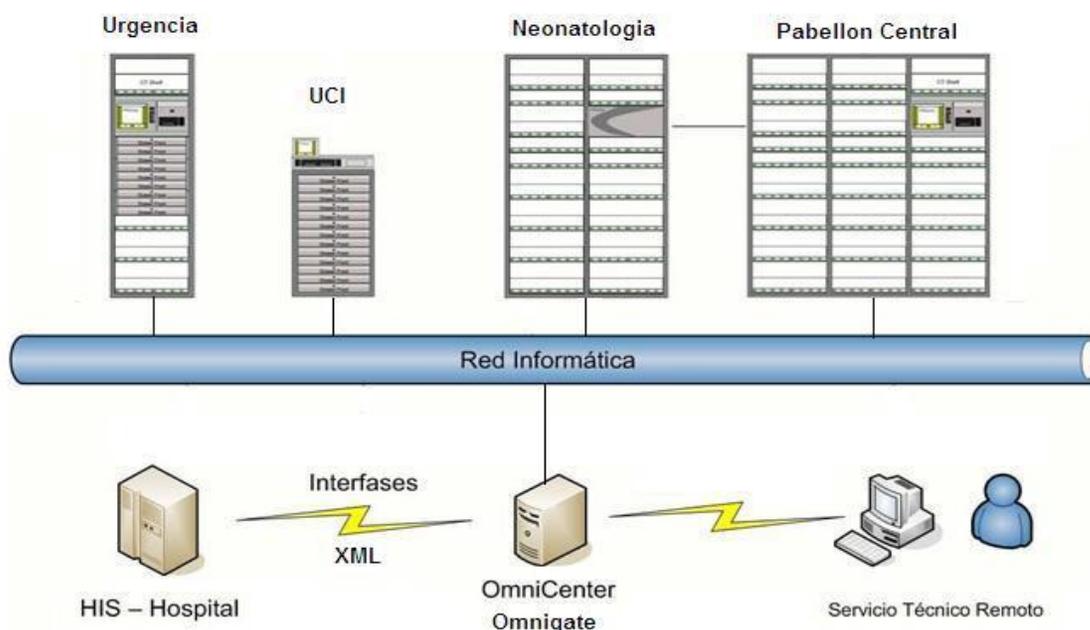


Figura 17. Arquitectura de Sistemas de la Información de Omnicell.  
Fuente Enviado por Tecnigen [14]

El modelo de negocio de Omnicell® consiste en ofrecer un sistema de armarios con gabinetes configurables para satisfacer las necesidades clínicas. El sistema de dispensación automatizado se puede expandir fácilmente con gabinetes adicionales, y los cajones se pueden agregar o cambiar en el lugar a medida que evolucionan las necesidades clínicas. Los medicamentos y insumos se pueden combinar en un solo gabinete, lo que promueve la conveniencia y el ahorro de espacio [15].

Existen 2 tipos de armarios, los gabinetes principales y los auxiliares. Los gabinetes principales o madres, son aquellos que poseen integrado el sistema (software) de control en sus armarios, y son los que recopilan la información clínica y contable del servicio. Por otro lado están los gabinetes auxiliares, que son una extensión de los

gabinetes principales. Estos no poseen acceso al sistema, pero si su funcionamiento está condicionado a los gabinetes principales, y cualquier interacción con ellos se registra en el sistema central del gabinete principal.

Dentro de los tipos de gabinetes anteriormente mencionados existen los siguientes tipos expuesto en la Tabla 40.

Equipamiento	Configuración	Capacidad de Almacenaje	Dimensiones (cm) Al x An x Prof.	Imagen referencial
Omnicell® XT One-Cell Cabinet	Armario principal de 1 módulo	Máximo 984 ítems	196.9 x 67.31 x 68.6	
Omnicell® XT One-Cell Auxiliar Cabinet	Armario auxiliar de 1 módulo	Máximo 1002 ítems	196.9 x 67.31 x 68.6	
Omnicell® XT Two-Cell Cabinet	Armario principal de 2 módulos	Máximo 1984 ítems	196.9 x 130.81 x 68.6	

Omnicell® XT Two-Cell Auxiliar Cabinet	Armario auxiliar de 2 módulos	Máximo 2000 items	196.9 x 130.81 x 68.6	
Omnicell® XT Three- Cell Cabinet	Armario principal de 3 módulos	Máximo 2984 items	196.9 x194.3 x 68.6	
Omnicell® XT Three- Cell Auxiliar Cabinet	Armario auxiliar de 3 módulos	Máximo 3000 items	196.9 x194.3 x 68.6	
Omnicell® XT Half- Height Cabinet	Armario de mediana altura auxiliar	Máximo 720 items	135.54 x 67.31 x 68.6	

Omnicell® XT Quarter- Height Cabinet	Armario de cuarta altura auxiliar	Máximo 240 items	64.6 x 67.31 x 68.6	
Omnicell® XT Anesthesia Workstation	Estación de Anestesia	Entre 350- 450 items	161.3 x 127 x 76.2	

*Tabla 40. Modelos de Gabinetes (Armarios) de Omnicell.  
Fuente: Creación propia con información del sitio web de Omnicell.*

Cabe destacar que los armarios son configurables con cajoneras, racks y estantes movibles. Esto quiere decir que los armarios son un hardware que se puede armar bajo las necesidades clínicas que se deseen. Cada uno de estos existen en distintos tamaños (ejemplo: cajoneras de 24, 32 compartimientos, etc).

Las cajoneras pueden ser de compartimientos abiertos o cerrados, Figura 19 y 20 respectivamente, esto implica que los insumos o fármacos que están almacenados en su interior se pueden sacar directamente al abrir el cajón (abierto), o si requieren mayor seguridad, deberá abrirse el compartimiento específico del cajón (cerrado).



*Figura 18. Cajonera abierta*



*Figura 19. Cajonera cerrada*

Los racks son un estilo de correderas, que sirven para colgar insumos largos o colgantes, que necesiten un almacenaje específico, como son los cateters. Estos racks son ajustables a medidas específicas y la cantidad de corridas necesarias también puede variar. Un rack tipo se puede apreciar en la Figura 21.



*Figura 20. Racks*

Finalmente están los estantes móviles, que vendrían siendo como unos cajones, pero con mayor espaciado y configurables a medida. Normalmente se utilizan para almacenar insumos de gran tamaño, o tamaños poco convencionales. Un estante móvil tipo puede apreciarse en la Figura 22.



Figura 21. Estantes Movibles

### Anexo 3: Tabla comparativa Pyxis - Omnicell

Atributo	Pyxis	Omnicell
Nivel de seguridad	Pyxis® BioID™ garantiza un acceso seguro mediante identificación de huella dactilar. También existe el acceso con clave. Incluye advertencias sonoras, códigos de peligro específicos para productos y soporte al control de las fechas de caducidad [13].	Posee 14 niveles de seguridad en el OmniCenter, los cuales que también son válidos para el acceso remoto. Existe acceso con huella dactilar para cada personal clínico.
Tipo de servidor y almacenaje de base de datos	Utiliza infraestructura y TI existentes. Su servidor VMware® es físico pero funciona todo a través de la web, el acceso de la información es vía internet y puede ser remoto.	OmniCenter es el servidor que alberga una base de datos única y central, capaz de gestionar la información tanto de insumos como de medicamentos. Este está disponible en plataformas físicas y virtuales, proporcionando una capacidad de almacenamiento de datos de siete años [15]. Dicho servidor gestiona también el funcionamiento de los diferentes tipos de armarios: de insumos, de medicamentos y/o mixtos; y es capaz de gestionar las interfaces que se desarrollen con los sistemas informáticos del hospital.
Accesos remotos	Accesos remotos y convenientes desde los PC de los usuarios. Este sistema se puede	Es a través de OCRA (Omnicell Remote Access). El sistema incorpora la posibilidad de monitorizar el servidor principal

	<p>administrar y ajustar de manera centralizada según sea necesario para cada hospital.</p> <p>Ofrece accesibilidad a sistemas basados en la web desde cualquier computadora o navegador web del hospital [19].</p>	<p>desde cualquier puesto de trabajo del hospital, según los privilegios de cada usuario, de forma que sea posible el control de los productos gestionados en todo el hospital por los armarios Omnicell desde cualquier punto, sin necesidad de instalar un monitor exclusivo para el sistema.</p>
Acceso a las consolas	<p>Acceso simultáneo al servidor Pyxis SupplyCenter para hasta 30 usuarios finales a través de Pyxis Supply Virtual Gestor de software cliente.</p> <p>La integración con Active Directory de los hospitales hace que la administración de usuarios del sistema sea más simple que nunca.</p> <p>Acceso a más de una consola utilizando el Pyxis Suministro de cliente de administrador virtual.</p>	<p>El OmniCenter proporciona el acceso local, así como los usuarios remotos, con la posibilidad de acceder a la base de datos y control del sistema con su misma identificación y mismo equipo computacional.</p>
Computadores extras para instalación del sistema	<p>No, cada usuario puede usar su propio computador para el acceso a la información.</p>	<p>No es necesario instalar otro PC para el monitoreo a distancia de OCRA (Omnice ll Remote Access).</p>
Tipo de sistema operativo	<p>Microsoft® Windows® 7.</p>	<p>Microsoft® Windows® 10 para mejorar la confiabilidad, la seguridad y la capacidad de respuesta [16].</p>
Pantalla táctil	<p>Pantalla táctil color de 12 pulgadas (Touchscreen).</p>	<p>Pantalla táctil de 15 pulgadas que responde mejor, similar a los teléfonos inteligentes actuales [16].</p>
Huella digital	<p>Sí. La tecnología “Touch-to-Take” proporciona fácil acceso a los materiales necesarios.</p>	<p>Sí, el sistema bioID de huellas dactilares proporciona un acceso rápido y seguro [15].</p>
Interfaz	<p>Propia para los armarios y para los usuarios. Distintas interfaces de acuerdo al tipo de usuario (depende de los accesos que se le den).</p>	<p>Se generan aproximadamente 6 interfaces que integran los sistemas del hospital con los sistemas de Omnicell, de acuerdo a requerimientos del cliente.</p>

Arquitectura electrónica	Integración con las aplicaciones hospitalarias: admisiones, control de inventarios, contabilidad, facturación, control de prescripción, etc [18]. Compatibilidad con el motor de coordinación CareFusion [19].	Moderna arquitectura electrónica de Starbus adaptable a futuras innovaciones [16].
Luces guía	Si.	Si, luces guía más brillantes y visibles en prácticamente cualquier entorno [16].
Tipo de puerta	7 puertas + 1 cajonera (armario doble columna)	3 puertas (armario doble columna).
Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requiere la compra de hardware BD.</li> <li>• Compatibilidad simplificada y recuperación ante desastres.</li> <li>• Primera marca en el mercado de los sistemas de dispensación automatizados, con más de 25 años de experiencia en Chile.</li> <li>• Alto conocimiento operacional, especialistas en sistemas de dispensación de medicamentos.</li> <li>• Los sistemas de dispensación de insumos no son su fuerte [17].</li> <li>• Puerta con giro de 270°.</li> <li>• Manejo de voz en español para apoyo al usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia técnica avanzada, luz guía para identificar de mejor manera los insumos a dispensar</li> <li>• Relativamente bajo nivel de mercado en sistemas de dispensación de medicamentos [17].</li> <li>• Tecnología más moderna, con sistema operativo al día.</li> </ul>

Tabla 41. Comparación de atributos Pyxis y Omnicell.

Fuente: creación propia y con información de HealthCare IT Skills [17] y de Grifols [13], [18], [19], y de Omnicell [15], [17]

#### Anexo 4: Tasa de Descuento

El modelo CAPM calcula el retorno esperado de cierto activo o proyecto  $i$  ( $E(r_i)$ ), el cual a su vez es la tasa de interés que utiliza un accionista para traer a valor presente un proyecto. Esta tasa está compuesta por una prima por riesgo asociada a un beta del mercado con respecto al activo  $i$ , y a una tasa libre de riesgo. La fórmula del modelo CAPM se aprecia a continuación:

$$E(r_i) = r_f + \beta_{i,m}(E(r_m) - r_f)$$

Para llegar al valor del retorno esperado por el accionista ( $E(r_i)$ ) se investiga el valor del Beta de mercado asociado ( $\beta_{i,m}$ ), en mercado estadounidenses debido a la información disponible. En esta ocasión, se utiliza el mercado de “healthcare support services”, que abarca todos los servicios implementados en el sector de la salud que beneficien tanto a pacientes como usuarios clínicos, y que tiene un valor promedio de los últimos 5 años de 0,89 [21]. Cabe destacar, que este valor es del beta no apalancado y corregido.

Luego se estima el promedio del retorno del portafolio de mercado ( $E(r_m)$ ), como el promedio que ha tenido el IGPA durante los últimos 5 años en Chile. Se selecciona éste índice porque abarca bastantes empresas y se considera como representativo del mercado chileno. El valor promedio del IGPA equivale a la suma de las varianzas de los últimos 5 años, transformados a tasa anual, el cual equivale a 4,97% [22].

Finalmente para la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ), se calcula el valor promedio del riesgo asociado a los bonos emitidos por el Banco Central a 10 años en UF (BCU-10) del periodo octubre 2008 a agosto 2016, el cual tienen un valor de 2,6% [23].

Bajo estos valores, el valor de la tasa de descuento ( $E(r_i)$ ) obtenida a través del modelo CAPM es de un 4,7%.

### Anexo 5: Flujo de Caja Escenario Optimista – Grifols (Pyxis)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingreso Bruto	\$ -	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683
Costos		\$ 28.800.000	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892
Depreciación (-)	\$ -	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374
<b>UAI</b>	\$ -	\$ 476.408.309	\$ 467.633.417	\$ 467.633.417	\$ 467.633.417	\$ 467.633.417
Impuestos (27%)	\$ -	\$ 128.630.243	\$ 126.261.023	\$ 126.261.023	\$ 126.261.023	\$ 126.261.023
<b>UDI</b>	\$ -	\$ 347.778.065	\$ 341.372.394	\$ 341.372.394	\$ 341.372.394	\$ 341.372.394
Depreciación (+)	\$ -	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374
Valor Residual (libro)						\$ 79.001.540
Inversiones	319.690.091	-	-	-	-	-
<b>Flujo de Caja</b>	<b>-319.690.091</b>	<b>384.459.439</b>	<b>378.053.768</b>	<b>378.053.768</b>	<b>378.053.768</b>	<b>457.055.308</b>

Tabla 42. Flujo de Caja Optimista - Pyxis

Tasa de Descuento	Tasa 12%
<b>V.A.N.</b>	<b>1.093.656.080</b>
<b>T.I.R.</b>	<b>118%</b>
<b>Payback (años)</b>	<b>0,83</b>

Tabla 43. Sensibilidad Optimista - Pyxis

### Anexo 6: Flujo de Caja Escenario Optimista – Tecnigen (Omnicell)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingreso Bruto	\$ -	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683	\$ 541.889.683
Costos		\$ 28.800.000	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552
Depreciación (-)	\$ -	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176
<b>UAI</b>	\$ -	\$ 487.922.507	\$ 468.385.955	\$ 468.385.955	\$ 468.385.955	\$ 468.385.955
Impuestos (27%)	\$ -	\$ 131.739.077	\$ 126.464.208	\$ 126.464.208	\$ 126.464.208	\$ 126.464.208
<b>UDI</b>	\$ -	\$ 356.183.430	\$ 341.921.747	\$ 341.921.747	\$ 341.921.747	\$ 341.921.747
Depreciación (+)	\$ -	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176
Valor residual (libro)						\$ 48.872.350
Inversiones	\$ 212.097.876	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de Caja</b>	<b>\$ -212.097.876</b>	<b>\$ 381.350.606</b>	<b>\$ 367.088.923</b>	<b>\$ 367.088.923</b>	<b>\$ 367.088.923</b>	<b>\$ 415.961.273</b>

Tabla 44. Flujo de Caja Optimista - Omnicell

Tasa de Descuento	Tasa 12%
V.A.N.	1.151.640.667
T.I.R.	177%
Payback (años)	0,56

Tabla 45. Sensibilidad Optimista - Omnicell

### Anexo 7: Flujo de Caja Escenario Moderado – Grifols (Pyxis)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingreso Bruto	\$ -	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490
Costos		\$ 28.800.000	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892
Depreciación (-)	\$ -	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374
<b>UAI</b>	\$ -	\$ 200.201.116	\$ 191.426.224	\$ 191.426.224	\$ 191.426.224	\$ 191.426.224
Impuestos (27%)	\$ -	\$ 54.054.301	\$ 51.685.080	\$ 51.685.080	\$ 51.685.080	\$ 51.685.080
<b>UDI</b>	\$ -	\$ 146.146.815	\$ 139.741.144	\$ 139.741.144	\$ 139.741.144	\$ 139.741.144
Depreciación (+)	\$ -	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374
Valor Residual (libro)						\$ 79.001.540
Inversiones	\$ 319.690.091	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de Caja</b>	<b>\$ -319.690.091</b>	<b>\$ 182.828.188</b>	<b>\$ 176.422.517</b>	<b>\$ 176.422.517</b>	<b>\$ 176.422.517</b>	<b>\$ 255.424.058</b>

Tabla 46. Flujo de Caja Moderado - Pyxis

Tasa de Descuento	Tasa 12%
V.A.N.	\$ 366.820.546
T.I.R.	50%
Payback (años)	1,75

Tabla 47. Sensibilidad Moderado - Pyxis

### Anexo 8: Flujo de Caja Escenario Moderado – Tecnigen (Omnicell)

AÑO	\$	-	\$	1	\$	2	\$	3	\$	4	\$	5
Ingreso Bruto	\$	-	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490	\$ 265.682.490
Costos			\$ 28.800.000	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552
Depreciación (-)	\$	-	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176
<b>UAI</b>	\$	-	\$ 211.715.314	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762	\$ 192.178.762
Impuestos (27%)	\$	-	\$ 57.163.135	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266	\$ 51.888.266
<b>UDI</b>	\$	-	\$ 154.552.179	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496	\$ 140.290.496
Depreciación (+)	\$	-	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176
Valor residual (libro)												\$ 48.872.350
Inversiones	\$	212.097.876	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de Caja</b>	\$	<b>-212.097.876</b>	<b>\$ 179.719.355</b>	<b>\$ 165.457.672</b>	<b>\$ 214.330.022</b>							

Tabla 48. Flujo de Caja Moderado - Omnicell

Tasa de Descuento	Tasa 12%
V.A.N.	\$ 424.805.132
T.I.R.	78%
Payback (años)	1,18

Tabla 49. VAN, TIR y Payback Moderado - Omnicell

### Anexo 9: Flujo de Caja Escenario Pesimista – Grifols (Pyxis)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingreso Bruto	\$ -	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564
Costos		\$ 28.800.000	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892	\$ 37.574.892
Depreciación (-)	\$ -	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374
<b>UAI</b>	\$ -	\$ 107.096.190	\$ 98.321.298	\$ 98.321.298	\$ 98.321.298	\$ 98.321.298
Impuestos (27%)	\$ -	\$ 28.915.971	\$ 26.546.750	\$ 26.546.750	\$ 26.546.750	\$ 26.546.750
<b>UDI</b>	\$ -	\$ 78.180.219	\$ 71.774.547	\$ 71.774.547	\$ 71.774.547	\$ 71.774.547
Depreciación (+)	\$ -	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374	\$ 36.681.374
Valor Residual (libro)						\$ 79.001.540
Inversiones	\$ 319.690.091	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de Caja</b>	<b>\$ -319.690.091</b>	<b>\$ 114.861.592</b>	<b>\$ 108.455.921</b>	<b>\$ 108.455.921</b>	<b>\$ 108.455.921</b>	<b>\$ 187.457.461</b>

Tabla 50. Flujo de Caja Pesimista - Pyxis

Tasa de Descuento	Tasa 12%
V.A.N.	\$ 121.816.178
T.I.R.	25%
Payback (años)	2,78

Tabla 51. VAN, TIR y Payback Pesimista - Pyxis

### Anexo 10: Flujo de Caja Escenario Pesimista – Tecnigen (Omnicell)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingreso Bruto	\$ -	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564	\$ 172.577.564
Costos		\$ 28.800.000	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552	\$ 48.336.552
Depreciación (-)	\$ -	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176
<b>UAI</b>	\$ -	\$ 118.610.388	\$ 99.073.836	\$ 99.073.836	\$ 99.073.836	\$ 99.073.836
Impuestos (27%)	\$ -	\$ 32.024.805	\$ 26.749.936	\$ 26.749.936	\$ 26.749.936	\$ 26.749.936
<b>UDI</b>	\$ -	\$ 86.585.583	\$ 72.323.900	\$ 72.323.900	\$ 72.323.900	\$ 72.323.900
Depreciación (+)	\$ -	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176	\$ 25.167.176
Valor residual (libro)						\$ 48.872.350
Inversiones	\$ 212.097.876	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de Caja</b>	<b>\$ -212.097.876</b>	<b>\$ 111.752.759</b>	<b>\$ 97.491.076</b>	<b>\$ 97.491.076</b>	<b>\$ 97.491.076</b>	<b>\$ 146.363.426</b>

Tabla 52. Flujo de Caja Pesimista - Omnicell

Tasa de Descuento	Tasa 12%
V.A.N.	\$ 179.800.764
T.I.R.	42%
Payback (años)	1,90

Tabla 53. VAN, TIR y Payback Pesimista - Omnicell

### Anexo 11: Sensibilidad Inversión Inicial Escenario Moderado – Grifols (Pyxis)

SENSIBILIDAD			
Inversión (10% extra)		\$ -351.659.100	
Inversión (10% menos)		\$ -287.721.082	
<b>VAN con Sensibilidad</b>	<b>Tasa 12%</b>	<b>TIR</b>	<b>Payback (años)</b>
V.A.N al alza	\$ 334.851.537	44%	1,92
V.A.N a la baja	\$ 398.789.555	57%	1,57

Tabla 54. Sensibilidad Inversión Inicial - Grifols

### Anexo 12: Sensibilidad Mantenciones Escenario Moderado – Grifols (Pyxis)

Mantenciones anuales (10% extra)	\$ 38.452.381		
Mantenciones anuales (10% menos)	\$ 36.697.403		
<b>VAN con Sensibilidad</b>	<b>Tasa 12%</b>	<b>TIR</b>	<b>Payback (años)</b>
V.A.N al alza	\$ 365.083.380	50%	1,75
V.A.N a la baja	\$ 368.557.712	50%	1,75

Tabla 55. Sensibilidad Mantenciones - Grifols

### Anexo 13: Sensibilidad Inversión Inicial Escenario Moderado – Tecnigen (Omnicell)

SENSIBILIDAD			
Inversión (10% extra)	\$ -233.307.664		
Inversión (10% menos)	\$ -190.888.088		
<b>VAN con Sensibilidad</b>	<b>Tasa 12%</b>	<b>TIR</b>	<b>Payback (años)</b>
V.A.N al alza	\$ 403.595.345	69%	1,3
V.A.N a la baja	\$ 446.014.920	87%	\$ 1

Tabla 56. Sensibilidad Inversión Inicial - Omnicell

#### Anexo 14: Sensibilidad Mantenciones Escenario Moderado – Tecnigen (Omnice)l)

Mantenciones anuales (10% extra)	\$ 50.290.207		
Mantenciones anuales (10% menos)	\$ 46.382.897		
<b>VAN con Sensibilidad</b>	<b>Tasa 12%</b>	<b>TIR</b>	<b>Payback (años)</b>
V.A.N al alza	\$ 420.937.479	77%	1,18
V.A.N a la baja	\$ 428.672.785	78%	1,18

Tabla 57. Sensibilidad Mantenciones - Omnicell

#### Anexo 15: Riesgos, encargados y acciones a realizar

	Riesgos	Encargado	Acción a realizar
Evaluación/ Planificación	1. Cambios gerenciales.	Jefe del proyecto	No dejar por completo el proyecto a cargo de los cargos directivos, y empoderar más a la operación a que se involucre lo suficiente, como para que lideren su propio proyecto, pero con la asesoría y gestión del proyecto desde la gerencia.
	2. Dependencia de un único proveedor.	Jefe del proyecto	La dependencia siempre va a ser única, ya que se elige uno sobre otro. Pero de no quedar conformes con el servicio/trabajo de alguno, siempre está la opción de poder elegir a un nuevo proveedor para futuro proyectos.
	3. Levantamiento errado de requerimientos en interfaces, soporte técnico y TI.	Encargado de TI del proyecto	En las etapas preliminares del levantamiento del proceso y de los requisitos, poner más preocupación en los requerimientos de la parte clínica y administrativa para que las funcionalidades e interfaces que se desarrollen estén conformes a lo esperado por el cliente. Validar levantamientos y requerimientos con las partes involucradas, para evitar problemas futuros.
	4. Levantamiento errado de los insumos.	Encargado clínico del proyecto	Dado que el inventario está de forma virtual, sería bueno ir a cuantificar de forma presencial si lo levantado de

		inventario hace sentido con lo que realmente se maneja. Se podría tomar una muestra representativa del total de insumos y contabilizarlo para verificar el % de error que puede traer el inventario virtual. Validar con el área clínica para poder cuantificar bien los requerimientos de los insumos.
	5. Deficiente estimación del equipo de trabajo.	Gerencia de Procesos y Proyectos En la etapa de planificación, es clave cuantificar la magnitud del proyecto y de cuánto personal se requerirá para esto se puede tomar referencia los tiempos y personal requeridos en otros proyectos de magnitud y área similar.
Implementación	6. Retraso en el cronograma.	Jefe del Proyecto Como jefe de proyecto, está bajo su responsabilidad cumplir con los plazos acordados con el hospital y con proveedores. Para evitar atrasos de proveedores, intentar solicitar los armarios, y para evitar atrasos con el personal clínico informar con tiempo los planes a seguir y las tareas que debe realizar cada miembro del equipo.
	7. Costos mayores a los esperados.	Jefe del Proyecto Como jefe del proyecto es su responsabilidad velar por cumplir con el presupuesto planteado a la gerencia, de no poder cumplir a cabalidad, informar con antelación a la gerencia para ver la posibilidad de solicitar más financiamiento, pero con la precaución de que gerencia pueda decir que no.
	8. Fallos de calidad inaceptables.	Jefe del Proyecto Es labor del jefe de proyecto velar por la calidad del proyecto, la cual es fijada por la alta gerencia. Es deber del jefe de proyecto determinar si hay fallos, y de haberlos, informar con antelación antes de la puesta en marcha para que se reparen o arreglen.
	9. Deficientes integraciones de sistemas.	Encargado de TI del proyecto Es necesario validar y verificar que las interfaces levantadas, y la integración de los sistemas funcionen de forma correcta. Para esto es necesario realizar pruebas y testeos preliminares a los sistemas una vez integrados, con el fin de determinar si están correctamente integrados. De no estarlo, es necesario integrar nuevamente los sistemas.
	10. Insuficiente capacidad de soporte TI.	Encargado de TI del proyecto A medida que el proyecto va avanzando es necesario que el encargado de TI informe a sus superiores si es que no

		<p>existe suficiente capacidad humana para el soporte TI, con el fin de poder integrar a alguien más al equipo. Y debe velar por el soporte TI externo que proveen los proveedores.</p>
	<p>11. Deficiente capacitación al personal.</p>	<p>Encargado de RR.HH del proyecto</p> <p>Es necesario que todo el personal clínico que tendrá interacción con los armarios esté completamente capacitado antes de la puesta en marcha del proyecto. Es por esto, que se deben realizar capacitaciones teóricas y prácticas a los clínicos, para que puedan utilizar de buena manera los armarios y que sean un aporte a su quehacer diario. Esto es labor del encargado de rr.hh ya que él/ella debe gestionar las capacitaciones con suficiente antelación.</p>
	<p>12. Deficiente gestión del equipo de trabajo.</p>	<p>Jefe del Proyecto</p> <p>Para que todo proyecto funcione es necesario coordinar de buena manera a todo el personal involucrado. Para evitar malas gestiones, se sugiere realizar un plan detallado de los tiempos y acciones a realizar y quienes serán los encargados de cada labor, de forma de poder delegar tareas correspondientes a cada personal, con el fin de poder gestionar de buena forma las labores a realizar. Importante dejar encargados y tiempos máximos para realizar cada una de ellas.</p>
En Marcha	<p>13. Obsolescencia del hardware antes de tiempo.</p>	<p>Gerencia de Procesos y Proyectos</p> <p>Con el fin de que el hardware dure lo que más se puede, es necesario realizarle mantenencias periódicas. La gerencia puede firmar los acuerdos de mantenencias con los proveedores para cerciorar las mantenencias periódicas, que ayudarán a que el hardware tenga toda su vida útil e incluso pueda durar más de lo esperado. También puede generar planes de uso y de reportes de fallos por parte del área clínica, con el fin de saber posibles fallos o mantenencias a realizar.</p>
	<p>14. Obsolescencia del software antes de tiempo.</p>	<p>Gerencia de Procesos y Proyectos</p> <p>Es su deber firmar los acuerdos de mantenencias preventivas y correctivas de software con los proveedores, para mantener activos y al día. Además debe gestionar el soporte TI con el área de informática del hospital y generar un plan de mantención interno para velar</p>

		por su buen funcionamiento.
15. Deficiente desempeño de las integraciones e interfaces.	Gerencia de TI	Este riesgo se puede mitigar con un buen levantamiento de los requerimientos en las fases preliminares. Si a pesar de ello no resultan ser eficientes en su desempeño, se deben corregir las integraciones e interfaces lo antes posible de poner el sistema en marcha para evitar su mal funcionamiento, esto se debe trabajar en conjunto con el encargado de TI del proyecto y de los proveedores.
16. Personal reacio a la gestión del cambio.	Encargado de RR.HH del proyecto	Esta labor debe ser gestionada por el encargado de rr.hh del proyecto y su deber es informar a los superiores del área clínica de que existirán cambios importantes en los procesos clínicos. Una vez informados entre las altas gerencias y los encargados del proyecto deben velar por la capacitación del personal que utilizará los armarios. Es importante seguir bien el plan detallado de las capacitaciones, y de haber personal reacio, explicar que estos cambios son necesarios y que se deben realizar. Si aún persiste no cooperativo, informar de que su cargo ahora necesita cumplir este rol (de utilizar los armarios para gestionar insumos) y que si no está dispuesto a realizarlo, se podría buscar a nuevo personal apto para el cargo.

*Tabla 58. Riesgos, encargados y acciones a realizar*

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Hospital Clínico Red salud UC Christus .....	9
Figura 2. Ejes de honor para el premio Healthcare 2015 .....	13
Figura 3. Gasto Total como % del PIB.....	14
Figura 4. Proceso General de Distribución de Insumos. ....	14
Figura 5. Flujo de Dispensación y Devolución de Insumos. ....	15
Figura 6. Flujo AS IS de Dispensación y Devolución de Insumos 6to Piso. ....	17
Figura 7. Proceso TO BE de Dispensación y Devolución de Insumos 6to piso.....	20
Figura 8. Plano 6to piso zona de pabellones y almacén quirúrgico Hospital Clínico UC. ....	26

Figura 9. Layout Almacén Quirúrgico 6to piso Hospital Clínico UC.....	27
Figura 10. Layout tentativo armarios Pyxis .....	63
Figura 11. Layout tentativo armarios Omnicell .....	64
Figura 12. Arquitectura de Sistemas de Información Pyxis. ....	71
Figura 13. Gavetas plásticas para poner al interior de los armarios.....	74
Figura 14. 2 cajones de altura simple con 48 compartimientos.....	75
Figura 15. 1 cajón de doble altura con 48 compartimientos. ....	76
Figura 16. Ejemplo de cajón en funcionamiento.....	76
Figura 17. Arquitectura de Sistemas de la Información de Omnicell. ....	77
Figura 18. Cajonera abierta.....	80
Figura 19. Cajonera cerrada.....	81
Figura 20. Racks .....	81
Figura 21. Estantes Movibles .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingresos del Hospital Clínico y Clínica UC.....	10
Tabla 2. Prestadores de Salud en ISAPRES - 2010.....	11
Tabla 3. Principales Prestadores de Salud en ISAPRES, Hospitalarios versus Ambulatorios - 2010 .....	12
Tabla 4. Inventario y costos del almacén quirúrgico 6to piso .....	28
Tabla 5. Presupuesto de Muebles Grifols.....	29
Tabla 6. Presupuesto de Muebles Tecnigen.....	30
Tabla 7. Plan de Implementación de Omnicell.....	33
Tabla 8. Tipos de Beneficios.....	34
Tabla 9. Facturación por venta de insumos y fármacos 3er piso.....	39
Tabla 10. Variación de la facturación por venta de insumos y fármacos del 3er piso.....	39
Tabla 11. Facturación por venta de insumos y fármacos 6to piso. ....	40
Tabla 12. Comparación cantidad de intervenciones y personal entre el 3er y 6to piso dado su utilización y demanda. ....	42
Tabla 13. Personal teórico del 6to piso con los niveles operacionales del 3er piso.....	43
Tabla 14. Proporción de partes quirúrgicos que se digitan por piso. ....	44
Tabla 15. Proporción de partes quirúrgicos que se digitan por piso. ....	44
Tabla 16. Beneficios por reducción de digitación de partes quirúrgicos. ....	45
Tabla 17. Tabla resumen beneficios cuantitativos. ....	46
Tabla 18. Presupuesto hardware Grifols - Pyxis.....	47

Tabla 19. Presupuesto hardware Tecnigen - Omnicell .....	48
Tabla 20. Presupuesto software Grifols - Pyxis .....	49
Tabla 21. Presupuesto hardware Tecnigen - Omnicell .....	50
Tabla 22. Costos Obras Civiles .....	52
Tabla 23. Costos de Mantenimiento Grifols y Tecnigen .....	53
Tabla 24. Costos de personal .....	54
Tabla 25. Resumen costos Grifols y Tecnigen .....	54
Tabla 26. Costos Anuales Fijos .....	54
Tabla 27. Beneficios en porcentaje en distintos escenarios .....	56
Tabla 28. Beneficios en pesos en distintos escenarios .....	56
Tabla 29. Fórmulas VAN, TIR y Payback.....	57
Tabla 30. Escenario Optimista: VAN, TIR, Payback .....	57
Tabla 31. Escenario Moderado: VAN, TIR y Payback.....	58
Tabla 32. Escenario Pesimista: VAN, TIR y Payback .....	58
Tabla 33. Sensibilidad de la Inversión Inicial .....	59
Tabla 34. Sensibilidad de los Costos de Mantenimiento .....	59
Tabla 35. Sensibilidad al alza y baja del 10% en la inversión y en mantenciones.....	60
Tabla 36. Riesgos asociados al proyecto .....	61
Tabla 37. Matriz de Riesgo.....	62
Tabla 38. Tipos de estaciones o armarios de Pyxis® SupplyStationTM. ....	74
Tabla 39. Dimensiones gavetas plásticas.....	75
Tabla 40. Modelos de Gabinetes (Armarios) de Omnicell. ....	80
Tabla 41. Comparación de atributos Pyxis y Omnicell.....	84
Tabla 42. Flujo de Caja Optimista - Pyxis.....	85
Tabla 43. Sensibilidad Optimista - Pyxis.....	85
Tabla 44. Flujo de Caja Optimista - Omnicell.....	86
Tabla 45. Sensibilidad Optimista - Omnicell .....	86
Tabla 46. Flujo de Caja Moderado - Pyxis.....	86
Tabla 47. Sensibilidad Moderado - Pyxis.....	86
Tabla 48. Flujo de Caja Moderado - Omnicell.....	87
Tabla 49. VAN, TIR y Payback Moderado - Omnicell .....	87
Tabla 50. Flujo de Caja Pesimista - Pyxis .....	87
Tabla 51. VAN, TIR y Payback Pesimista - Pyxis .....	87
Tabla 52. Flujo de Caja Pesimista - Omnicell .....	88

Tabla 53. VAN, TIR y Payback Pesimista - Omnicell .....	88
Tabla 54. Sensibilidad Inversión Inicial - Grifols .....	88
Tabla 55. Sensibilidad Mantenciones - Grifols.....	88
Tabla 56. Sensibilidad Inversión Inicial - Omnicell.....	89
Tabla 57. Sensibilidad Mantenciones - Omnicell .....	89
Tabla 58. Riesgos, encargados y acciones a realizar.....	92