



**UNIVERSIDAD
SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial y comercial

**REDUCCIÓN DEL TIEMPO, COSTOS Y
MODIFICACIONES PARA MEJORA DEL NIVEL DE
SERVICIO EN UNA CADENA DE SUMINISTROS
ETO**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial y Comercial**

**JOSÉ MANUEL NEGRETE REYES
HUGO MARTÍN VALVERDE SERVAT**

**Asesor:
Ing. Eduardo López Sandoval**

**Lima – Perú
2016**

REDUCCIÓN DEL TIEMPO, COSTOS Y MODIFICACIONES PARA MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO EN UNA CADENA DE SUMINISTROS ETO

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

intra.uigv.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad TecMilenio

Trabajo del estudiante

1%

3

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Aliat Universidades

Trabajo del estudiante

1%

6

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

7

alejandria.poligran.edu.co

Fuente de Internet

1%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el: (_ / _ / _)

Aprobado por:

.....
Graduando 1

.....
Asesor de Tesis:

.....
Graduando 2

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, José Manuel Negrete Reyes identificado con DNI N° 46836574 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada: REDUCCIÓN DEL TIEMPO, COSTOS Y MODIFICACIONES PARA MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO EN UNA CADENA DE SUMINISTROS ETO.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, setiembre de 2016

.....
José Manuel Negrete Reyes

DNI N° 46836574

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Hugo Martín Valverde Servat identificado con DNI N° 72223848 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada: REDUCCIÓN DEL TIEMPO, COSTOS Y MODIFICACIONES PARA MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO EN UNA CADENA DE SUMINISTROS ETO.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, setiembre de 2016

.....
Hugo Martín Valverde Servat

DNI N° 72223848

EPÍGRAFE

Son vanas y están plagadas de errores las ciencias que no han nacido del experimento, madre de toda certidumbre.

(Leonardo Da Vinci)

DEDICATORIA

A nuestros padres y amigos que,
entre muchas razones, mostraron
siempre su apoyo y aliento para
seguir adelante con este proyecto.

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que aportaron con su experiencia y conocimientos del tema. A esas personas que dieron su tiempo para poder cumplir con este objetivo.

A los señores Claudio Terán y Carlos Mariño, que con su apoyo pudimos sacar adelante este trabajo.

Al profesor Eduardo López, que asumió la asesoría de la tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
Descripción del Problema.....	6
Formulación del Problema:	7
Justificación del Problema	8
Justificación Teórica:	8
Justificación Social:	8
Justificación Práctica:.....	9
Delimitación del Problema	10
Delimitación Geográfica	10
Delimitación Sectorial.....	10
Delimitación por Procesos.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
Marco Histórico	11
Marco Metodológico.....	12
Método de Investigación	12
Tipo de Investigación	12
Nivel de investigación.....	13
Objetivos de la investigación:	13
Hipótesis de la Investigación.....	13
Matriz de consistencia.....	14
Variables y relaciones entre variables	14
Teorías que sustentan la investigación	14
Semántica, términos y definiciones:	15
CAPÍTULO III: ESTADO DEL ARTE.....	18
Revisión de la Literatura	18
Problemas en ETO.....	18
Fuentes de Incertidumbre	21
Integración de la cadena de suministro	23
CCPM (critical chain project management):	24

Estrategias en ETO	26
CAPITULO IV: APOORTE O PROPUESTA DE SOLUCIÓN	30
Fundamentos del aporte	30
Propuesta de solución	32
Características de la propuesta planteada.....	42
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	43
Criterios de diseño de pruebas de sustento y demostración.....	43
Resultados de la demostración:	43
Esquema Original:	43
Propuesta de solución:.....	52
Análisis y discusión de Resultados	59
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	62
Conclusiones.....	62
Recomendaciones para futuras investigaciones.....	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	33
TABLA 2	37
TABLA 3	38
TABLA 4	44
TABLA 5	45
TABLA 6	49
TABLA 7	52
TABLA 8	52
TABLA 9	56
TABLA 10	58
TABLA 11	90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1	35
ILUSTRACIÓN 2	39
ILUSTRACIÓN 3	59
ILUSTRACIÓN 4	61

RESUMEN

La investigación propone la elaboración y aplicación de un sistema para reducir los costos, el tiempo y cantidad de cambios que ocurren en un proyecto de expansión de una empresa de salud luego de que la etapa de diseño haya finalizado. La metodología aplicada es de enfoque cuantitativo y se requirió tanto la opinión de expertos en el tema de logística de construcción y proyectos de salud como datos cuantitativos obtenidos de los involucrados directamente en dichos proyectos. El instrumento utilizado fue la entrevista para recolectar información de fuentes primarias, a partir de las cuales se obtuvo información sobre las limitaciones y capacidad de mejora del esquema actual de proyectos. La importancia de la propuesta yace en el historial de problemas y limitaciones que se presentaron en proyectos anteriores, así como en la poca cantidad de investigaciones acerca del tema en específico, faltando un estudio que integre los temas relacionados. Los resultados muestran un esquema nuevo y diferente que sea capaz de manejar la incertidumbre a nivel integral dentro de una cadena de suministro con configuración Engineer to order.

Palabras clave: proyecto, esquema, incertidumbre, cadena de suministro, Engineer to order.

ABSTRACT

This investigation proposes the elaboration and application of a system to reduce costs, time and changes made during a health establishment project after the design process has concluded. The applied method is from a quantitative approach; as such it required both the opinion of various experts on construction logistics and health expansion projects and quantitative data directly from the people involved in such projects. The tool mostly used to collect data from primary sources was the interview, from which information about liabilities and potential improvements in the current scheme we obtained. The significance of the project lies in the history of problems and challenges in earlier projects, also in the few research about this specific subject, where no studies were found that could align related subjects. Results show a new scheme capable of dealing with uncertainty in the whole supply chain with engineer to order configuration.

Key words: project, scheme, uncertainty, supply chain management, engineer to order.

INTRODUCCIÓN

Existen 4 estrategias de manufactura utilizadas tanto en producción como en servicios: Make to Stock (MTS), Assemble to Order (ATO), Make to Order (MTO) y Engineer to Order (ETO).

La principal diferencia entre estas 4 estrategias es el momento en el que se definen los requerimientos de las características del producto. En el caso de MTS, no existe ningún requerimiento inicial para empezar la producción. Es utilizado en sistemas de producción masivos, con poca o ninguna personalización. En el caso de ATO, el requerimiento se da luego de empezada la producción, ya que la personalización se da en base a productos en proceso. En el caso de MTO, la producción inicia luego de que el requerimiento del cliente haya sido ingresado, a pesar de que esto se dé en productos estándar. En cuanto a ETO, esta estrategia es utilizada en proyectos únicos y complejos, donde el cliente decide todas las características del producto final antes de iniciada la producción, por ejemplo, proyectos de ingeniería y construcción.

Estos proyectos, que suelen ejecutarse bajo el modelo ETO, tienden a sufrir cambios solicitados por el cliente durante cualquier etapa de la cadena de suministros, a pesar de haberse concluido la etapa del diseño. Estos cambios generan incertidumbre para el project manager ya que alteran el flujo uniforme en el que se desarrolla el proyecto debido a que este flujo nace desde que se define el diseño. Es por esto que la efectividad de la ejecución del proyecto dependerá de la precisión de este.

Según Gosling, Naim y Towill (2013), la incertidumbre se define como cualquier acción u omisión que causa un alejamiento de un flujo uniforme. También puede ser definida como un estado en el cual no existe completo conocimiento sobre el resultado de una acción o decisión. Explícitamente, el autor se refiere a la incertidumbre como “situación en la que el ‘decision maker’ no sabe qué decidir, debido a que desconoce los objetivos, no tiene información de la cadena de suministro, su ambiente, no posee capacidades para procesar la información, es imposible predecir el impacto de un posible control o no puede realizar acciones correctivas efectivas”. La incertidumbre se puede clasificar en 5 grupos: proceso, abastecimiento, demanda, control y fuentes externas.

Los proyectos con modelos de configuración ETO no son solo ejecutados por empresas especializadas en ello. Incluso empresas dedicadas a otras actividades suelen

llevarlos a cabo con fines como expansión de operaciones, mejora de instalaciones, entre otras, como es el caso de la empresa Auna, objeto de estudio de esta investigación. Debido a que ejecutar proyectos de configuración ETO no es su core business, el nivel de experiencia que tienen para ello será un factor en contra. Muchos errores pueden ocurrir debido a esto.

A lo largo de esta investigación, se analiza la literatura existente con respecto a modelos ETO en proyectos de construcción para entender la situación actual y teorías con respecto a incertidumbres en cadenas de suministro de configuración ETO y estrategias y modelos propuestos para lidiar con estas incertidumbres. Además, se utiliza como modelo de estudio una empresa de salud, cuyas operaciones se encuentran en algunas regiones de Perú y que utiliza el modelo ETO para ejecutar proyectos de expansión. Finalmente, a través del uso de un software de simulación, se proponen mejoras para mitigar los efectos de la incertidumbre e incrementar el nivel de servicio de estos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Descripción del Problema

Las distintas áreas que tienen un rol en los proyectos que ejecuta la empresa AUNA requieren contar con una única filosofía de planificación. Esto permitirá orientar las áreas de la empresa hacia un mismo objetivo, que es el de contar con un óptimo nivel de servicio. Esto implica cumplir con los plazos establecidos con el cliente y entregar un producto sin superar el presupuesto asignado.

Para lograr este objetivo, la empresa necesita tener una cadena de suministros totalmente integrada. Cada área debe trabajar de manera sincronizada en cuanto a planificación, ejecución del proyecto y comunicación, además de mantener un flujo de información completo que ayude a mantener a todas las áreas comunicadas y facilite el feedback.

El ámbito de los proyectos de AUNA se rige bajo la estrategia Engineer to Order (ETO). La cadena de suministros de una empresa que utiliza dicha estrategia se caracteriza por lo siguiente:

- A diferencia de la cadena de suministros de un sistema de manufactura en donde los materiales se trasladan a través de una fábrica y luego son distribuidos a diferentes clientes, los materiales de una construcción se unen en un solo punto, que es el lugar donde se encuentra la construcción.
- Es una cadena de suministros temporal, la cual se encarga de producir un único output. Por esta razón, una consecuencia suele ser la separación de la cadena entre el diseño y la construcción.
- Existe poca repetición de actividades entre el diseño y construcción de diferentes productos. Sin embargo, el proceso puede ser similar para construcciones de la misma naturaleza y características.

Según las entrevistas realizadas, se detectó que AUNA cuenta con una cadena de suministros desintegrada, siendo la principal razón la falta de una estructura definida para gestión de proyectos. Esto se evidencia en la falta de objetivos congruentes entre las diferentes áreas, las cuales trabajan de manera independiente. Esta desintegración tiene como consecuencia la generación de cambios en el diseño del producto en cualquier etapa del proyecto, seguido por una falta de capacidad para reaccionar a estos problemas

con estrategias flexibles, lo que genera una alta variabilidad en el nivel de servicio al término del proyecto.

Tomando en cuenta lo propuesto por Camelot IT Lab, se debería orientar todas las áreas involucradas en el proyecto a un mismo objetivo. El flujo de información debe ser continuo y debe estar disponible para todos en tiempo real. Las propuestas de cambios deben darse de manera centralizada y consensuada por todas las áreas para facilitar la toma de decisión.

Esta integración reducirá drásticamente la variabilidad en la cadena de suministro causada por una mala toma de decisiones en cualquiera de sus etapas, desde el diseño hasta la construcción. Los costos por reprocesos descritos anteriormente no existirán, reduciendo al mínimo los excedentes en el presupuesto y se podrá cumplir con los plazos establecidos para el proyecto.

Se puede deducir que el nivel de servicio de una empresa de salud enfocada en la ejecución de proyectos bajo la estrategia ETO puede elevarse al reducir la variabilidad a lo largo de este.

Formulación del Problema:

¿Qué factores afectan el diseño de un sistema ETO? ¿Cuáles son las principales incertidumbres en un sistema ETO? Así la pregunta central sería ¿Qué mejoras pueden lograrse a través de un Modelamiento del Sistema y una Simulación de la cadena de suministros de una configuración Engineer to Order (ETO)?

El problema principal que pretende resolver este estudio es el impacto de la variabilidad en el nivel de servicio de los proyectos de construcción en el rubro salud, realizados por una empresa con configuración ETO. Para enfocarse en este problema se consideran las fuentes de variabilidad en sus proyectos, la definición de nivel de servicio y las estrategias que toman para resolver este problema.

De aquí se desenvuelven dos problemas más específicos: la variabilidad de los tiempos de ejecución del proyecto y la variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos asignados.

Justificación del Problema

Justificación Teórica:

La ingeniería industrial busca optimizar los recursos en el proceso de transformación de estos en un bien o servicio. Así, este estudio servirá para optimizar la utilización de los recursos y la variabilidad de esta no solo en proyectos de construcción sino, en otros estudios sobre cadenas de suministro con configuración ETO.

Esto se debe a que no solo se identifican las principales causas de variabilidad en un proyecto de construcción, sino que se utiliza una metodología para la identificación de estas causas, la cual puede ser replicada para identificar las causas de variabilidad en cualquier proyecto con configuración ETO.

Justificación Social:

Tomando en cuenta los 4 tipos de variabilidad definidos por Gosling, Mohamed y Denis Towill y aplicando estos al tablero de control de datos del caso en estudio, se puede observar que existen 3 partidas que se ven afectas a variaciones en cuanto a costos. Estas son:

- **Definición:** Esta partida se refiere a los gastos relacionados con estudios de mercado, asesorías (legal, de equipamiento médico), y licencias. En esta partida el tipo de variación que se ve presente es la variación en Suministros, lo cual significa retrasos y sobrecostos por deficiente trabajo de los proveedores contratados para estas labores, las cuales en el caso de estudio son externalizadas.
- **Diseño:** Esta partida se refiere a los gastos relacionados con la arquitectura, diseño, estudios (EIA, de suelos), imagen, ingenierías, paisajismo y seguridad. Al igual que la partida Definición, estas actividades son realizadas por terceros, pero controladas por personal del proyecto. Es así como en este caso los tipos de variaciones presentes son en Suministro (cuando los proveedores no entregan el trabajo esperado en el tiempo esperado), en Control (debido a que estas actividades son controladas por el personal del proyecto. Cualquier error que exista en la definición de los entregables, también corre por cuenta de este personal) y en Procesos (cualquier cambio que se requiera hacer generará un reproceso, el cual suele tener costos extras y generar retrasos en los procesos posteriores).
- **Construcción:** Esta partida se refiere a los gastos relacionados con la misma ejecución de la construcción. Al igual que la partida Diseño, la ejecución y supervisión

de las actividades correspondientes son externalizadas. Sin embargo, también se designa a una parte del personal para hacer seguimiento periódico de la obra. De esta manera, los tipos de variaciones correspondientes son Suministro, Control y Procesos.

Teniendo en cuenta esto, es un hecho que las variaciones mencionadas afectan directamente los recursos de este tipo de empresas que llevan a cabo estos proyectos, tanto en tiempos como costos. Por esta razón es imprescindible contar con un mejor sistema que ayude a prevenir estas variaciones, las cuales finalmente pueden afectar el nivel de servicio de este tipo de empresas.

Justificación Práctica:

La alta variabilidad existente en las empresas ETO es la causa de constantes reprocesos. Estos reprocesos generan una logística adicional para que puedan ejecutarse: transporte y manipuleo, almacenamiento y gestión de desechos, los cuales son el causante de contaminación del medio ambiente:

- Transporte y manipuleo: El movimiento de los materiales adicionales para los reprocesos en obra serán trasladados desde un punto hasta la obra, así como dentro de la obra misma. Esto se realiza con el uso de medios de transporte que utilizan combustibles que son contaminantes para el medio ambiente, como son embarcaciones, camiones, montacargas, grúas, etc.
- Almacenamiento: Esta logística requiere el uso de espacio dentro y fuera del área de construcción. Una mala administración de los espacios de almacenamiento afecta negativamente el trabajo dentro de la obra al tener menor espacio para maniobrar.
- Gestión de desechos: Los reprocesos de obra pueden ser los de mayor impacto ya que cuando se debe rehacer algún ambiente, por más minúscula que sea la modificación, se genera desmonte. Esto no solo ocupa espacio adicional en el espacio de almacenamiento, sino que además los desperdicios deben ser retirados por una empresa especial para reducir el impacto ambiental.

Por este motivo, la reducción de la variabilidad en empresas de construcción tendría como consecuencia un menor impacto en la sociedad aledaña a la obra, así como en el medio ambiente. Se reduce la contaminación, mejora las condiciones laborales y aumenta la productividad de la mano de obra.

Delimitación del Problema

Delimitación Geográfica

El trabajo de investigación se enfoca en el desarrollo de proyectos construcción de entidades de salud dentro del departamento de Lima. Principalmente en zonas de alto desarrollo urbano.

Delimitación Sectorial

El trabajo de investigación se enfoca en las empresas del sector salud que gestionan sus propios proyectos de expansión.

Delimitación por Procesos

El trabajo se enfoca en los procesos que intervengan directamente en toda la cadena de suministro de un proyecto de construcción. Esto incluye diseño, procura, ejecución e implementación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Marco Histórico

AUNA es un grupo de empresas relativamente joven, empezó con Oncosalud hace 25 años con su primera clínica para el tratamiento de enfermedades oncológicas. Sin embargo, cuando el mercado empezó a crecer, los dueños decidieron utilizar diferentes estrategias para ampliar su red y así obtener una mayor cuota de mercado. Es a raíz de esto que se formó el grupo AUNA, al inicio solo con clínicas de tratamiento oncológico, cuya gerencia decidió obtener más centros de salud.

Aparte de la red oncológica, AUNA realizó varios proyectos dentro y fuera de Lima, entre ellos se encuentran la construcción de clínicas (clínica Delgado, clínica Del Parque), compra de clínicas en operación (clínica Miraflores en Piura) o remodelación de locales ya no utilizados (clínica Camino Real en Trujillo, clínica Valle sur en Arequipa). Para esto se decidió crear una gerencia de proyectos, la cual se encargaría de llevar a cabo cada uno de los proyectos de AUNA. Esta gerencia, por ser relativamente nueva, no cuenta con una estructura definida ya que el equipo de proyectos cambia constantemente no solo a nivel de personal sino también a funciones y organigrama.

Es con este esquema el que AUNA manejó sus primeros proyectos (Valle Sur, Piura y Trujillo), teniendo en cada uno de ellos inconvenientes con respecto a costos y fecha de entrega. Los principales problemas se encontraban en las remodelaciones a las que se sometían las clínicas, éstas eran constantes y aumentaban cada vez más los costos y tiempos de cada proyecto. A pesar de que al final de cada proyecto la curva de aprendizaje era favorable, seguía habiendo problemas con respecto al tema de las disconformidades con los clientes (doctores) que utilizarían las instalaciones, lo que generaba más gastos en remodelaciones.

Finalmente, para el último y más grande proyecto, se puso en práctica lo aprendido de los errores anterior y la gerencia de proyectos creció, se buscó gente con más experiencia en el tema de construcción de clínicas y se puso mayor énfasis en la etapa de diseño. Sin embargo, no se logró disminuir el impacto en costos y tiempos, siendo el principal problema aún el tema de las remodelaciones una vez de haber iniciado obra, a esto se sumó el tener que reingresar los expedientes de licencias por los cambios en los planos, problemas logísticos al momento de la implementación ya que había pisos aún sin terminar cuando se debía a empezar las compras de mobiliario.

Lo que se quiere recalcar es que a la fecha el manejo de los proyectos de AUNA se encuentra muy deficiente. Si bien se ha podido avanzar en la curva de aprendizaje, logrando mejorar un poco con respecto a la situación inicial, aún existen problemas durante la ejecución, que siguen generando sobrecostos y demoras en la entrega de dichos proyectos. No han encontrado la manera de solucionar estos inconvenientes ni una estrategia para identificar la raíz de sus problemas.

Marco Metodológico

Método de Investigación

En la presente investigación se utiliza el método hipotético-deductivo. A partir de la información recolectada de las entrevistas con expertos en el tema de cadenas de suministro y proyectos de construcción de empresas de salud, se propone una hipótesis que relaciona la situación actual del sector con nuestro objetivo.

Como técnicas de investigación se utilizó principalmente la entrevista, de la cual se obtuvo información de expertos en los temas de proyectos de expansión, cadenas de suministros y logística de construcción. Además, uno de los expertos fue miembro del equipo de proyectos de Auna, que brindó al equipo de trabajo información sobre la situación actual de la empresa.

La siguiente técnica fue la de recolección de datos de fuentes primarias, la información se pudo obtener de la base de datos de la empresa para poder armar una cadena de suministro empleada en los proyectos de Auna. Esta información se complementa con una entrevista a otros miembros del equipo de proyectos.

Finalmente, la recolección de datos de fuentes secundarias, en su mayoría son investigaciones sobre temas relacionados. Tesis, reportes y artículos sobre cadenas de suministro, incertidumbre, supply chain management en construcción y estrategias para cadenas de suministro ETO, entre otras.

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es cuantitativo, ya que se utilizó un método experimental con datos numéricos para predecir los resultados de nuestra investigación. Los datos recolectados de las entrevistas y las fuentes primarias de la empresa servirán para

elaborar una simulación y obtener resultados numéricos que tomen en cuenta la incertidumbre en la duración de las actividades.

Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo. Es decir, se basa en la manipulación de variables con el fin de describir cómo se produce un acontecimiento específico. En este caso, se utiliza un modelo conceptual basado en el modelo de AUNA, con el fin de medir los resultados a manifestarse en la variable dependiente a través de la manipulación de ciertas variables independientes, hallando así la relación existente entre estas.

Una vez desarrollada la simulación según el modelo actual de AUNA, se procede a realizar las modificaciones necesarias en las áreas que afectan directamente a las variables ya definidas. Se propondrá un esquema adecuado de acuerdo a la investigación para reducir la variabilidad y mejorar los resultados del primer modelo.

Objetivos de la investigación:

- **Objetivo principal:** Mejorar el control de la variabilidad de AUNA para cumplir el nivel de servicio propuesto empleando un modelo de cadena de suministro ETO.
- 1. Identificar y proponer estrategias para reducir la variabilidad de los tiempos de ejecución del proyecto.
- 2. Identificar y proponer estrategias para reducir la variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.
- **Objetivos específicos:**
 - Identificar y proponer estrategias para reducir la variabilidad de los tiempos de ejecución del proyecto.
 - Identificar y proponer estrategias para reducir la variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.

Hipótesis de la Investigación

Como hipótesis, se cree que es posible mejorar el nivel de servicio reduciendo la variabilidad de la cadena de suministro con configuración ETO.

“Qué tan rápido el equipo de proyecto responde a las necesidades del usuario final y si se entrega con la calidad que necesita a tiempo a la operación cumpliendo con el presupuesto asignado” es la definición de nivel de servicio que brinda Gerardo Tirado, Controller de Proyectos en la empresa AUNA (Ver Anexo 1). Es así como la variable dependiente será el nivel de servicio, mientras que la variabilidad podrá ser manejada a través de la reconfiguración de sus procesos y recursos.

Matriz de consistencia

La matriz de consistencia se puede observar en el Anexo 7, Tabla 11.

Variables y relaciones entre variables

La variable dependiente es el nivel del servicio, la cual está definida por dos variables independientes: variabilidad de los tiempos de ejecución del proyecto y variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.

La variabilidad de los tiempos se medirá como una relación entre la duración del proyecto propuesto sobre la duración del proyecto simulado tanto con el modelo actual como con la propuesta. La variabilidad de los costos se medirá de igual manera, comparando los resultados del modelo actual y la propuesta de mejora. En ambos casos, el nivel de variabilidad será la relación entre el margen de error y el promedio; es decir, el coeficiente de variación.

El esquema de proyectos original se divide en 5 grandes etapas (Ver Anexo 2):

1. Planeamiento del Proyecto
2. Diseño
3. Procura
4. Construcción
5. Cierre del Proyecto

Teorías que sustentan la investigación

La incertidumbre es considerada el principal obstáculo para alcanzar el nivel de servicio deseado ya que puede llevar a intervenciones innecesarias, desconfianza y flujos de

información distorsionados. Actualmente existe una necesidad de mitigar los efectos de ésta dentro de una cadena de suministro.

Los estudios de la incertidumbre dentro de cadenas de suministro con configuración ETO no se encuentran desarrollados, lo que le da mayor importancia a esta investigación. También se reconoce la importancia de Supply Chain Management para mejorar la productividad dentro de los proyectos de construcción ya que la incertidumbre es mucho mayor en empresas ETO que en cualquier otro tipo de modelo.

La alta incertidumbre en la etapa de diseño imposibilita el uso de herramientas convencionales para el planeamiento de etapas posteriores ya que la información no está del todo disponible en las primeras etapas del proyecto. El diseño es un input para el planeamiento de la construcción y encontrar un error en el diseño o proponer cambios generará altos costos por reprocesos y por una repetición en las compras.

Un mayor enfoque en el diseño durante la etapa de planeamiento podría evitar cambios en este, lo cual a su vez generaría una entrega puntual del producto al cliente. Según un estudio a 100 empresas en UK, este problema es uno que tienen en común.

Otra herramienta bastante útil para manejar la variabilidad, pero a nivel de cronograma, es la metodología de cadena crítica, la cual considera en la elaboración del diagrama de Gantt del proyecto la variabilidad de cada tarea. Esta metodología es desarrollada por el Dr. Eliyahu Goldratt y se basa en la teoría de restricciones, también desarrollada por él. Sin embargo, esta herramienta se emplea únicamente en la etapa de elaboración del cronograma del proyecto para tener una fecha de entrega más exacta. En este caso se utiliza como una herramienta adicional a la simulación, ya que este trabajo se enfoca en las fuentes de variabilidad.

Es por estas teorías que el estudio se enfoca en el manejo de la incertidumbre en la cadena de suministro, para aportar con nuestras conclusiones hacia una posible metodología aplicable a empresas con configuración ETO que permita disminuir sus costos a través de reducir la variabilidad.

Semántica, términos y definiciones:

- Decoupling point: el punto en la cadena en que se almacena el stock estratégico como un buffer entre las órdenes de los clientes y las salidas de producción

- Variabilidad de la cadena de suministro: el nivel de inconsistencia en el flujo de materiales dentro y fuera de la empresa, así como irregularidades del flujo de producción, tiempos y rendimiento.
- Incertidumbre: situación dentro de la cadena de suministro en la cual el manager no puede tomar una decisión concreta al no tener claro los objetivos, le falta información sobre la cadena de suministro y su ambiente, no tiene capacidad para procesar la información, no puede predecir el impacto de sus acciones o no posee acciones de control efectivas.
- Nivel de servicio: Según el PMBOK 5ta Edición, el nivel de servicio es uno de los acuerdos establecidos inicialmente entre la empresa y el cliente con el fin de definir las intenciones iniciales del proyecto en cuanto a cumplimiento de términos. El nivel de servicio es uno de los requisitos de los interesados del cumplimiento de los objetivos dentro del proyecto. Se encuentra dentro del grupo de los “Requisitos de las soluciones no funcionales”, que describen las prestaciones, funciones y características del producto, servicio o resultado que cumplirán los requisitos de negocio y de los interesados.
- Procura: Función que describe las actividades y procesos de adquirir bienes y servicios. Involucra las actividades relacionadas con establecer requerimientos fundamentales, actividades de abastecimiento como investigación de mercado y evaluación de vendedores y negociación de contratos. Incluye la actividad de compra requerida para ordenar y recibir bienes.
- Estrategias lean: medidas para eliminar los desechos y actividades que no generan valor dentro de una cadena de suministro.
- Estrategias de agilidad: medidas para reaccionar y adaptarse a la variabilidad de una cadena de suministro.
- Flexibilidad: capacidad para prevenir y actuar sobre posibles eventualidades que afecten el rendimiento de la cadena de suministro sin mayores repercusiones sobre el nivel de servicio.

- ETO: Engineer to order. Se refiere a una estrategia de manufactura en la que el punto de desacople se encuentra prácticamente al inicio de la cadena, es decir que el cliente escoge las especificaciones antes de iniciar la ejecución.
- SCM: supply chain management. Se refiere al concepto general de la administración de la cadena de suministro, que encierra todos los términos anteriormente mencionados
- CCPM (Critical chain project management): metodología para manejo de proyectos que considera como restricción la disponibilidad de recursos y no el orden lógico de las tareas.
- Kanban: sistema de información utilizado para controlar la ejecución de tareas en un proceso productivo, se utilizan tarjetas kanban para indicar el status de la actividad.
- Project Buffer: recurso utilizado por la metodología CCPM como amortiguador que incluye la variabilidad de todas las tareas de un proyecto, se agrega como una tarea al final del Gantt.
- Feeding Buffer: recurso utilizado por la metodología CCPM que se agrega como tarea al final de cada cadena no crítica antes de ingresar a la cadena crítica del proyecto.
- Cadena crítica: se refiere a la sucesión lógica de tareas más larga del proyecto, esta toma en cuenta la disponibilidad de recursos, eliminando la sobrecarga de estos y el multitasking. Ésta reemplaza a la "ruta crítica".

CAPÍTULO III: ESTADO DEL ARTE

Revisión de la Literatura

Problemas en ETO

La incertidumbre fue y sigue siendo el principal obstáculo para alcanzar el nivel de servicio deseado, mientras mayor sea la incertidumbre relacionada a algún proceso, habrá mayor desperdicio. La incertidumbre puede llevar también a intervenciones innecesarias, desconfianza y flujos de información distorsionados. Sigue existiendo la necesidad de protegerse de ésta, que necesita anticipar, identificar, clasificar, y asesorar la incertidumbre. A la fecha, los estudios acerca de la incertidumbre en estrategias ETO no se encuentran muy desarrollada, a diferencia de otras estrategias (make to stock, assemble to order, make to order) que se encuentran relativamente más maduras. La industria de construcción ha reconocido la importancia de Supply Chain management para mejorar el desempeño de un proyecto; sin embargo las investigaciones en esta área es bastante pobre. A raíz de esto se busca una forma de identificar y categorizar las fuentes de incertidumbre para tratar el tema con una perspectiva más holística.

A partir del artículo en mención, se puede dar cuenta de la gran necesidad de investigaciones y trabajos acerca de la metodología ETO aplicada en cadenas de suministro. El dilema de la incertidumbre hace necesario encontrar una metodología para ayudar a mitigar sus efectos, encontrando sus fuentes, de forma que pueda ser aplicada de forma general a todo proyecto.

La incertidumbre es mucho mayor en una empresa que emplea la estrategia ETO que en una que emplea configuración MTS (make to stock). Dado que la demanda está determinada desde el inicio por el cliente, es imposible de predecir. Para operar dentro de este ambiente, la empresa necesitará fuertes recursos internos, personal muy competente y fuerte inversión de capital que cubra los recursos necesarios (tecnología, capacitación, mano de obra).

Los cambios después la etapa de diseño son una importante causa de variabilidad, ya que los clientes tienden a solicitar cambios en el producto en cualquier etapa de la cadena de suministro. La efectividad del producto final y nivel de servicio

dependen mucho de la precisión del diseño, el cuál debe tener las características y especificaciones correctas.

Se definen tres etapas específicas dentro del diseño en donde se toman decisiones importantes que afectarán la precisión final de este. Primero, el cliente podrá escoger un proveedor específico, o características que solo un proveedor puede alcanzar. Segundo, algunos detalles y especificaciones se deciden en la etapa de licitación, lo que hace que más adelante sea más complicado modificar. Tercero, diseño de componentes específicos, que si no son considerados lo más temprano posible afecta la posterior procura y abastecimiento, moviendo las fechas de entrega. Una gran parte del costo total y tiempo de entrega se consume en la primera parte del proyecto. El resultado de que sea un trabajo tan específico es lo que ocasiona que mayormente las cadenas presenten una serie de problemas desde el inicio del ciclo de vida del producto.

La alta incertidumbre en el diseño del producto y del proceso, antes de iniciar las operaciones ocasiona que las herramientas convencionales para el planeamiento de la producción no se encuentran disponibles en las primeras etapas del proceso.

Podemos ver claramente que la principal causa de incertidumbre es el diseño, ya que, si no se consideran todos los requisitos y necesidades del usuario desde el principio, se encontrará propenso a sufrir modificaciones una vez terminada esta etapa. Dado que una cadena de suministro ETO trabaja y se organiza según lo coordinado en la etapa inicial, cualquier cambio posterior obligaría a modificar las estrategias actuales, ocurrirían reprocesos, aumentarían los costos y el tiempo total se alargaría. Es imposible hacer un diseño inicial perfecto; sin embargo, es posible reducir la incertidumbre si tanto el nivel de servicio como las necesidades del cliente son definidas lo más exacto posible antes de iniciar el proyecto.

Según indica Camelot IT Lab, otro problema que tienen las empresas que el planeamiento de cada área funcional se realiza por separado, lo que ocasiona que las tomas de decisiones no sean eficientes ni las más adecuadas. Esto denota en que los cambios no son reflejados en toda la cadena, lo que resulta en altos costos de inventario o bajo nivel de servicio.

Esto mismo se ve reflejado cuando las empresas manejan dos tipos de enfoques distintos, IT Lab logró identificar que existen dos tipos de alcances: general y específico. El alcance general es aquel que establece el marco de trabajo sobre el que el proyecto debe realizarse. El alcance específico es aquel que ve los cambios en tiempo real y establece las estrategias a seguir. El problema yace cuando estos son independientes, ya que cada uno actúa como un ente autónomo. Consideramos como solución la implementación de sistemas que ayuden a integrar los flujos de información entre todas las áreas de la empresa, ya que, de acuerdo a lo estudiado, es muy necesario que todos tengan toda la información disponible para facilitar la toma de decisiones, además que permite trabajar bajo un mismo objetivo.

Al momento de la integración se detectan tres problemas básicos que impiden la correcta implementación de sistemas de integración. La teoría más aceptada que explica sobre estos problemas frecuentes en este entorno es “technology acceptance model” (TAM), que intenta explicar la adaptación de los negocios al uso de nuevas tecnologías dentro de sus sistemas.

El primer problema que surge es la toma de conciencia por parte de la gerencia o directorio. La falta de involucramiento puede considerarse como un grave problema ya que no se da a entender por completo los verdaderos beneficios de la integración de la cadena de suministro, por lo que no se percibe la utilidad de implementar esta estrategia.

El riesgo de la implementación es un segundo problema. Las cabezas de mando de las empresas sienten que sus empleados no cuentan con la suficiente experiencia para poder llevar a cabo la integración. Dos riesgos identificados son: riesgos de modificar las operaciones de la empresa por completo y riesgos de la seguridad de información. El primero se relaciona a los cambios en las rutinas de trabajo; el segundo, se refiere a querer evitar que la competencia pueda tener acceso a sus datos e información de sus productos y clientes que han sido recolectados a lo largo de los años.

Por último, el tercer problema yace en las nuevas habilidades que requieren los empleados para adaptarse al nuevo sistema de integración. Esto afecta directamente al factor anterior ya que disminuye el uso percibido y la probabilidad de una implementación

satisfactoria. Podemos deducir de acuerdo a lo explicado anteriormente que los tres problemas para la implementación de sistemas integrados tendrían una única causa: cultura organizacional. Por esta razón es que sería necesario realizar un cambio en la cultura, para que ésta sea más abierta a aceptar los cambios necesarios para mejorar la productividad de su cadena de suministro.

Un estudio realizado a 100 empresas de manufactura en UK que se encuentran dentro del sector ETO, tuvo como una conclusión que la etapa de planeamiento de la producción no tiene especial enfoque en las etapas de planeamiento y gestión del diseño. A pesar de que esta etapa es crítica y debe ser culminada para poder especificar los componentes y los ensambles necesarios para alimentar los requerimientos del plan, es seriamente descuidada, lo cual genera retrasos en la entrega del producto al cliente.

Este estudio se enfoca en empresas de manufactura, a diferencia del enfoque de esta investigación, la cual tiene como objeto de estudio y de experimentación a una empresa de servicios. Sin embargo, las conclusiones para ambos casos son similares. A través de entrevistas con expertos en este tema, se valida que cualquier descuido en la etapa de diseño generará retrasos en la entrega del producto final.

Esto se debe a que, como señala también el estudio en UK, el diseño es un input para el planeamiento de las compras, del abastecimiento y de la producción (o en este caso de la construcción). Hallar un error en el diseño encontrándose en una etapa avanzada en la manufactura del producto generará altos costos por reprocesos y por una repetición en las compras. Finalmente, afectará al tiempo de entrega del producto final, generando insatisfacción en el cliente. Se habrá gastado más de lo planificado y se habrá conseguido un cliente insatisfecho, el cual seguramente no volvería a requerir los servicios de dicha empresa.

Fuentes de Incertidumbre

Gosling, Naim y Twill proponen un marco de trabajo que considera 4 tipos de incertidumbre: proceso, abastecimiento, demanda y control. Las fuentes se interrelacionan, algunas afectan procesos aislado, mientras que otras pueden generar un

efecto dominó a lo largo de la cadena. Debido a esto se replantea el uso del “círculo de incertidumbre”. Este modelo, que permite identificar las fuentes de incertidumbre utilizando un marco de trabajo de 3 etapas (identificar, categorizar, evaluar severidad) aún no ha sido aplicado del todo en industrias de proyectos, por eso se considera que existe una necesidad de ampliar el alcance del modelo.

Se puede decir que el círculo de incertidumbres, del modo tomado por los autores le da un nuevo enfoque, que permite aplicarlo en proyectos con estrategia ETO, ya que brinda un enfoque más general. Es un método bastante válido, ya que no existen otras metodologías aplicables que permitan conseguir los resultados deseados, anteriormente se había utilizado solo en empresas con otros tipos de estrategias.

De acuerdo a la teoría de CCPM, la incertidumbre en la duración de las tareas no es considerada al momento de elaborar el cronograma del proyecto cuando se utiliza la metodología CPM (ruta crítica). Lo que realmente se hace es agregar un tiempo aproximado de contingencia al momento de ingresar la información al sistema, razón por la cual siempre termina siendo superado por el tiempo real.

Uno de los principales motivos a los que se refiere el autor es el multitasking, la metodología CPM no considera este factor, por lo que los recursos tienen que realizar actividades que no son parte de la ruta crítica al mismo tiempo que las actividades de ruta crítica, lo que aumenta el tiempo de entrega en ambos casos. Lo que se corrige gracias a la filosofía CCPM, que no permite multitasking, cada recurso se concentra solo en una actividad a la vez, garantizando su finalización muchas veces en menor tiempo que el pronosticado.

La metodología CCPM trabaja en conjunto con el sistema Kanban, de esta manera, cuando un recurso termina una tarea en el tiempo pronosticado o menor, inmediatamente el recurso que se encarga de la tarea sucesora deberá empezar con su trabajo. De esta forma se evitan los tiempos ociosos entre tareas.

La teoría del CCPM será considerada también para armar un nuevo esquema de proyecto, si bien la herramienta es para la elaboración del cronograma, el concepto de la eliminación del multitasking es importantísimo para alcanzar la más alta productividad al momento de ejecutar el proyecto.

Integración de la cadena de suministro

Según Deshmuk, More y Chavan (2014), el modelo de SCM para proyectos de construcción se divide en dos procesos: (1) proceso de abastecimiento y (2) el proceso de construcción. En el abastecimiento, los stakeholders son el proveedor de materiales, el proveedor de equipos, vendedores mayoristas, mano de obra, contratistas y subcontratistas. En la construcción, los stakeholders son los clientes, arquitectos, diseñadores, constructores, contratistas e ingenieros. Si bien esta división dentro de la SCM es evidente, no significa que sean dos procesos secuenciales; el final del proceso de abastecimiento no indica el inicio del proceso de construcción. Estos dos procesos suelen darse en paralelo, ya que intervienen factores como capacidad de almacenamiento, tiempo de ejecución y lead time de compras. Debido a estos factores, el abastecimiento y la construcción pueden llegar a ser procesos en paralelos.

Basarse en la estandarización para poder tener tareas más uniformes en el momento de iniciar la manufactura de un producto ayudará a reducir las variaciones en los resultados (tiempo y costos), aumentando así el nivel de servicio, el cual usualmente está relacionado con las variables tiempo de entrega y costo del proyecto. Es así como un estudio realizado a 4 empresas del sector ETO en UK modeló cada una de estas y obtuvo un modelo referencial para este sector. Según los autores, el modelo referencial consta de las siguientes etapas.

1. Configuración del producto: Definición de partes necesarias para el planeamiento, compra y manufactura.
2. Programación del maestro de producción: Se asignan los recursos asignados al maestro para el planeamiento del requerimiento de materiales.
3. Planeamiento del diseño: Planificar el tiempo requerido para la manufactura. Para esto, mantener medida la capacidad diseñada y monitorearla.
4. Planeamiento de requerimientos del proyecto: Tener en cuenta la carga de trabajo para la programación de nuevas órdenes y así evitar retrasos en entregas.
5. Programación "shop floor": Programación para la manufactura de los componentes.
6. Programación del ensamble: Programación de las operaciones y de las partes requeridas para completar el producto que será entregado al cliente. Esta etapa es muy vulnerable a retrasos, ya que depende de que todas las partes lleguen en el momento justo.

Para tener una correcta programación, los autores señalan que estas actividades deben ser ejecutadas en el orden inverso al expuesto. Aplicando esto al sector de construcción, siendo nuestro caso de estudio, la lógica a utilizar sería la misma. La planificación debería partir desde el ensamble (en este caso la construcción misma, teniendo en cuenta la fecha de entrega final) hasta la planificación de los materiales.

Sin embargo, la mayoría de empresas que utilizan la estrategia de manufactura ETO para la expansión de sus operaciones suelen externalizar la construcción ya que esta no se encuentra dentro de su core business. Para estos casos, esta metodología de planificación no podría aplicarse en su totalidad, ya que las decisiones de compra no dependerán totalmente de la empresa, sino también de la empresa proveedora encargada de la construcción. En estos casos, se requerirá una estrecha relación con los estos proveedores para asegurarse que la planificación de la construcción será diseñada según la lógica explicada, asegurando así el cumplimiento de las fechas y de la calidad establecidas.

Se consideran el área de diseño y Project management como giro del negocio. Altos niveles de personalización conllevan aumento en costos, altos riesgos y tiempos de entrega, también hace que la tercerización se dificulte ya que los componentes y especificaciones son realmente definidos después de la etapa de diseño. La mayoría de empresas intentan estandarizar el proceso de diseño basado en un esquema modular.

Dentro de la investigación hecha por McGovern, Hicks y Earl, cabe resaltar el alcance sobre las empresas que externalizan todo el trabajo físico, es decir que solo se enfocan en marketing, diseño, procura y administración del proyecto. Estas empresas presentan integración vertical; sin embargo, esta depende de diferentes factores muy variables de empresa a empresa, lo que dificulta la creación de un modelo estándar para compañías ETO. En general, establecen que depende mucho de los proveedores con respecto a su tecnología, diseño y manufactura, siendo estas las partes externalizadas.

CCPM (critical chain project management):

La metodología de la cadena crítica fue propuesta por el Dr. Eliyahu Goldratt, quien consideró cambiar de perspectiva el uso convencional del project management a través

de metodología como CPM (Critical Path Method) o PERT (Project Evaluation and Review Techniques); el principal problema con CPM es que considera la sucesión lógica como principal restricción al hacer el cronograma del proyecto y esto trae como consecuencia el sobrecargo de los recursos. En ambos casos no se considera la incertidumbre dentro de los tiempos estimados para cada actividad, lo que ocasiona que el tiempo real sea muy superior al tiempo estimado inicialmente.

La cadena crítica se refiere a la cadena de tareas más larga dentro de la ruta del proyecto, similar a la ruta crítica; sin embargo, tiene su base en la teoría de restricciones (theory of constraints). La cadena crítica es la restricción del proyecto, por lo que la fecha de entrega y sus costos dependerá de ésta. Para poder armar la cadena, el autor propone lo siguiente: una vez terminado el diagrama de Gantt del proyecto y haber balanceado los recursos, se debe eliminar todo sobrecargo de recursos que pueda aún existir.

Al eliminar los sobrecargos se está eliminando el multitasking, permitiendo el enfoque de cada recurso en una sola tarea. Luego de tener la ruta sin recursos con sobrecarga, todas las actividades fuera de la cadena crítica deben tener la lógica ALAP (as late as possible), para empezar lo más tarde posible, a diferencia del CPM que sigue la lógica ASAP (as soon as possible), que inicia las actividades lo más temprano posible.

Un punto importante de la cadena crítica es el manejo de la variabilidad, esto se da al momento de dar un tiempo estimado a las tareas del proyecto. Como indica el autor, los encargados dan un tiempo de alta probabilidad (se toma por ejemplo una probabilidad del 90%); sin embargo, aún hay una posibilidad de que acabe en un tiempo mayor o a un tiempo menor. Lo que propone Goldratt es tomar un tiempo que tenga 50% de probabilidad de realizarse, y luego agregar el otro 50% del tiempo como un “buffer” del proyecto. Se debe incluir a su vez estrategias para manejar correctamente los buffers, ya que será necesario medir cómo se van consumiendo conforme avanza el proyecto y tomar medidas de corrección en caso sea necesario.

De acuerdo a la lógica de Goldratt, el recurso tiene mayor posibilidad de acabar la tarea en tiempo menor al estar concentrado en una única tarea; sin embargo, como aún hay una posibilidad de superar ese tiempo, se agrega como buffer para no afectar el tiempo de entrega del proyecto. Las ventajas que otorga esta metodología son 3: disminuye el tiempo de entrega, elimina el multitasking y permite un mejor manejo de la incertidumbre.

Estrategias en ETO

En toda organización existen tres funciones básicas: marketing, desarrollo de producto y operaciones. Para que las diferentes filosofías de Supply Chain management (JIT, Six sigma, lean manufacturing) tengan un efecto positivo dentro de la organización, requieren un pensamiento sistemático, integración funcional y una estructura organizacional plana.

Para poder clasificar la cadena de suministros de una empresa en cuanto a qué nivel de personalización existe en los bienes o servicios que producen, una técnica muy útil es identificar el decoupling point. El decoupling point se define como el punto en la cadena en que se almacena el stock estratégico como un buffer entre las órdenes de los clientes y las salidas de producción. Si el decoupling point se ubica al inicio de la cadena de suministros, significará que el diseño del producto, ya sea bien o servicio, se ve direccionado en su totalidad por las órdenes del cliente. Esto implicaría que el stock estratégico sería muy complicado de mantener, por lo cual no sería recomendable contar con uno, sino con varios proveedores que puedan tener la capacidad de reacción y personalización que el cliente pueda requerir. Los autores Uusitalo y Lidelöw señalan que es recomendable optar por estrategias “lean” para los procesos previos al punto de desacople y estrategias de agilidad para los procesos posteriores.

En el caso de la empresa estudiada, el decoupling point se encuentra al inicio de la cadena de suministro, ya que el cliente se involucra en el diseño del producto final (la clínica); sin embargo, los procesos de construcción no son compatibles con las estrategias de agilidad ya que cambiar el producto final en caso de modificaciones es muy costoso y toma bastante tiempo, además que cada tarea de construcción tiene una lógica ya establecida y son prácticamente inamovibles.

El estudio realizado por los autores Gosling, Towill y Naim usa como base los principios de FORRIDGE, los cuales nacen de la unión de las propuestas de Jay Forrester (1961) y Burbidge (1961). Estos principios son usados para el diseño de cadenas de suministro del tipo Make to Stock (MTS). Estos 5 principios son:

- Principio de Compresión de Tiempo: Cada actividad en la cadena debe ser ejecutada en el tiempo mínimo requerido para cumplir los objetivos.

- Principio de Sistema de Control: Se debe seleccionar el más apropiado sistema de control requerido para alcanzar las metas del usuario y reducir incertidumbre del sistema.
- Principio de Sincronización: Todos los eventos están sincronizados para que las órdenes y envíos sean visibles y para que haya un sincronizado orden continuo a lo largo de la cadena.
- Principio de Transparencia de la Información: Data de último minuto y accesible por todos los miembros del sistema:
- Principio de Eliminación de Eslabones: Debería existir el número mínimo de eslabones apropiado para lograr los objetivos de la cadena de suministro.

Si bien existen estudios que demuestran la aplicabilidad de estos principios a un modelo MTS, aún no se han hecho experimentos para demostrar la aplicabilidad de estos a un ETO.

Los expertos de Camelot IT Lab sugieren que, para controlar la incertidumbre en la etapa de diseño del proyecto, deben aplicarse cronogramas de proyecto o redes de proyecto, las operaciones sean planificadas de manera específica, además de tener la suficiente flexibilidad para tratar con los cambios drásticos en el producto al integrar toda la información en una sola estructura de datos.

La estrategia más ambiciosa propuesta por IT Lab, aplicable a cualquier tipo de cadena ETO, es de implementar un proceso integrado de abastecimiento basado en una única filosofía de planeamiento. Las órdenes se colocan de manera centralizada, entonces las fechas de entrega pueden desarrollarse a través de toda la cadena.

Finalmente, como una solución a los alcances independientes, IT Lab propone que no solo el alcance macro indique el marco de trabajo, sino que también el detalle del planeamiento de la producción y cronograma. Dentro de este cronograma se trabaja y se brinda el feedback necesario para reajustar los cronogramas de trabajo y modificar el enfoque macro de acuerdo a los cambios necesarios.

En resumen, la correcta aplicación de las estrategias propuestas por los expertos de IT Lab depende de la filosofía única de planeamiento, la empresa en su totalidad debe apuntar a un mismo objetivo, las redes de proyecto y las órdenes centralizadas sirven para mantener a la organización integrada y que la información esté disponible a tiempo

real para todas las áreas involucradas. Finalmente, lo que permite manejar la incertidumbre es el proceso constante de retroalimentación y actualización del alcance general de la cadena de suministro, así podrá cambiarse el marco de trabajo para poder actuar ante cualquier eventualidad.

El planeamiento a largo plazo está basado en información acerca del valor propuesto o el tiempo de trabajo. Es aquí que se toma una decisión con respecto a la tercerización. Las fechas de entrega se basan de acuerdo al tiempo de entrega estimado por parte del proveedor, que a veces no cuentan con información adecuada o incompleta sobre la capacidad disponible. Los autores también definen el desempeño de la entrega como un factor competitivo, lo cual tiene dos componentes: reducción del tiempo de entrega y el cumplimiento de las fechas de entrega. El primer componente se reduce al acortar la duración de procesos individuales y superponiendo procesos que previamente se consideraban secuenciales.

Se han encontrado cuatro tendencias en industrias de alto volumen de producción: externalizar actividades que no forman parte del giro del negocio; enfocarse en las operaciones; reducción de proveedores; establecer relaciones a largo plazo con los proveedores. Este último se conoce como el modelo obligacional, el cual se enfoca en relaciones estratégicas entre proveedor y cliente, los cuales pueden llevar a acuerdos de “proveedor único” o “proveedor preferencial”; sin embargo, la incertidumbre aún existe, ya que sigue habiendo cierto grado de desconfianza hacia el proveedor a pesar de las estrechas relaciones ya establecidas. Esto indica que estas estrategias aún no están del todo adecuadas entre las empresas ETO.

Los autores mencionan que existe evidencia que involucrar a los proveedores dentro de las tempranas etapas de diseño y desarrollo se traduce en una reducción del tiempo de entrega y aumento de productividad, así como pueden servir como fuentes de ideas innovadoras para el diseño del producto.

Entre el 75% y 80% de los costos pueden ser reducidos desde el diseño, por eso se considera necesaria la participación del área de procura al momento de tomar decisiones en esta etapa inicial. Matthysen y Van de Bulte sugieren agregar una posición al equipo: Gerente de información en lugar de Gerente de abastecimiento y procura. Indican que en él yacería la responsabilidad a lo largo de la cadena de valor y estaría

involucrado como un nexo entre el proveedor y la empresa desde la etapa inicial del proyecto.

En conclusión, la estrategia propuesta por los expertos Hicks, McGovern y Earl se complementa con lo anteriormente expuesto, al tener las órdenes centralizadas y una filosofía central para todos los equipos de trabajo, será más fácil involucrar a los proveedores en la elaboración del diseño y procesos posteriores.

Los proveedores propondrán estrategias e ideas nuevas para cumplir con el cronograma del proyecto y se podrá integrar de manera más completa y efectiva la cadena de suministro al tener colaboración de todas las áreas en conjunto con los proveedores. Al tener conocimiento de las necesidades del cliente y características del producto final, los proveedores podrán planificar desde el inicio las estrategias de abastecimiento y acortar las fechas de entrega. A su vez, al tener desde un inicio la planificación de los proveedores, los equipos de proyecto podrán trabajar bajo un marco inicial lo suficientemente robusto que les permita programar las actividades a un tiempo prudente y acortar el tiempo total del proyecto.

Tsinopoulos y Bell establecen que el intercambio de información trae como consecuencia mejoras inmediatas en las operaciones del sistema, así como mejora el proceso de toma de decisiones con información en tiempo real. Ambos autores proponen un modelo de implementación que cuenta de dos partes, el cual se enfoca reducir la incertidumbre brindando información necesaria a los involucrados en el proceso de tomas de decisiones previa implementación.

El resultado de la aplicación del modelo sería un sistema de implementación personalizado para la empresa que lo adoptó. Este modelo es de bastante utilidad ya que ataca directamente la incertidumbre al mejorar el proceso de toma de decisiones y de cierta manera resuelve los tres problemas mencionados anteriormente. Sin embargo, fue desarrollado para empresas pequeñas con configuración ETO y aún no tiene la suficiente validez para asegurar que funciona en cualquier tipo de empresa, es por eso que funcionan como un primer paso para desarrollar un nuevo modelo más adaptable.

CAPITULO IV: APORTE O PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Fundamentos del aporte

La incertidumbre en las empresas con configuración ETO (como la empresa estudiada) es mucho mayor que aquellas en las que se emplea otro tipo de configuración. El estudio de la incertidumbre en el sector ETO no se encuentra muy desarrollado, por esto es necesario tener una metodología que ayude a identificar las fuentes de incertidumbre para poder reducir esa variabilidad.

Los investigadores Gosling, Naim y Towill consideran que la investigación sobre los beneficios de Supply chain management y el manejo de la incertidumbre en construcción aún no ha sido muy profundizada, por lo que es importante llevar a cabo la presente investigación, la cual contribuirá con el tema en estudio a través de experimentos que resuelvan estos problemas. Nuestro esquema de proyecto se centrará en la variabilidad cuya fuente principal es la calidad del diseño, ya que como se pudo corroborar con estudios anteriores, nivel de servicio depende mucho de la precisión de este.

La metodología propuesta consta de 3 etapas:

1. Identificación de incertidumbres
2. Categorizar incertidumbres
3. Identificar la severidad de las incertidumbres

Al inicio del proyecto se cuenta con muy poca información y las herramientas convencionales de planeamiento no tienen el suficiente alcance en esta etapa. Por esto, se quiere hacer foco en la etapa de definición de las necesidades del cliente, con la finalidad de disminuir la posibilidad de que ocurran cambios una vez iniciado el proyecto, evitando acrecentar costos y tiempos.

En segundo lugar, el esquema actual de proyectos no considera la incertidumbre. La identificación de las fuentes de incertidumbre en un primer momento resulta imposible debido a que no existe una herramienta que permita un adecuado manejo de la retroalimentación. Actualmente, los proyectos en su mayoría utilizan Project y Excel. Sin embargo, la interacción entre herramientas dentro de un proyecto no es automática.

Dentro de nuestro esquema, se sugiere un cambio en la filosofía de la empresa orientada hacia objetivos transversales al proyecto. Un problema planteado por los expertos de IT Lab muestra la existencia de un objetivo individual para cada área funcional. No hay un enfoque global y por lo tanto tampoco hay coordinación en la empresa, afectando la toma de decisiones y generando incertidumbre.

En tercer lugar, se identificó que el decoupling point de la empresa se encuentra al inicio de la cadena de suministro, por lo que el cliente participa desde la concepción del producto. Es aquí que se propone integrar la cadena de suministro de una forma más completa desde el inicio, involucrando a los proveedores en el diseño. Considerar a los proveedores desde la etapa de diseño aumenta la productividad de la cadena de suministro y mejora el flujo de información, facilitando la toma de decisiones.

De este modo, se podrá tener un diseño más preciso, concebido inicialmente por las necesidades del cliente y condicionado por las especificaciones de los proveedores. Teniendo a todas las áreas trabajando bajo un enfoque centralizado y con un óptimo flujo de información, en el caso de existir un cambio de parte de los proveedores, la información estará disponible en tiempo real para todas las áreas. Esto posibilita el feedback inmediato a lo largo de la cadena, pudiendo modificar el marco de trabajo según lo necesitado, aumentando la productividad, el tiempo de respuesta y flexibilidad de la cadena de suministro, permitiendo mitigar los efectos de la incertidumbre, como sugiere IT Lab.

Finalmente, una herramienta adicional que se utiliza en la propuesta es la metodología CCPM (cadena crítica), que reemplaza a la ya utilizada CPM (ruta crítica). La técnica CCPM incluye la incertidumbre en la elaboración del cronograma, lo que no es considerado por el CPM. Estas técnicas aún no se encuentran del todo establecidas; no obstante, existen evidencias que demuestran que resulta ser más efectivo que el CPM pues permite acortar la duración del proyecto y reducir sus costos. Se utiliza su principio fundamental de eliminar la sobrecarga de recursos y la metodología Kanban como estrategia para garantizar el enfoque en cada tarea de forma individual y que empiece la tarea siguiente lo más pronto posible.

La metodología CCPM no está totalmente difundida y tampoco se han realizado investigaciones para probar su efectividad en proyectos de construcción. Es por esto la

importancia de probar esta metodología como herramienta adicional en el manejo de la variabilidad.

Adicionalmente, también se está considerando cumplir con los principios FORRIDGE para el flujo de materiales (tiempo, control, sincronización, transparencia y eliminación de eslabones). Estos cinco principios son la base para el modelo de simulación, ya que en los puntos anteriormente mencionados se busca cumplir con cada uno de estos, que a su vez permite un mejor manejo de la incertidumbre.

En conclusión, lo propuesto por esta investigación incluye las teorías y metodologías sugeridas por otros autores para la mejora de una cadena de suministro ETO pero que aún no se encuentran del todo desarrolladas en el área de construcción. A través de un modelo de simulación basado en estos conceptos se plantea comprobar su efectividad para reducir la variabilidad en proyectos de construcción de establecimientos de salud para aumentar el nivel de servicio de estos.

Propuesta de solución

Para poder cumplir con los objetivos de un proyecto de construcción de una empresa de salud, siendo el principal el de no excederse en el plazo y presupuesto establecidos, es necesario combatir con la incertidumbre a las cuales se ve expuesto.

La propuesta de solución utiliza las metodologías expuestas anteriormente: círculo de incertidumbres, objetivos transversales, flujo de información transparente, integración de la cadena de suministro y planificación diferenciada de componentes ETO.

En el caso de los tiempos utilizados para la propuesta, se tomó en cuenta la opinión de un experto en el tema de logística de construcción. Los procesos que se utilizaron tanto en el esquema original como en la propuesta de solución se mantienen igual, mientras que los tiempos para procesos nuevos fueron dados por el experto bajo estas condiciones y recursos:

- La constructora cuenta siempre con la cantidad de obreros necesaria para cada etapa.
- Horario laboral de 8 horas de lunes a viernes.

- Los proveedores cumplen con las fechas de entrega (eficiencia 80-90% de entrega)
- No hay paralizaciones de obra por causas externas

Recursos	Cantidad
Gerente de Proyectos	1
Controller de proyectos	1
Analista de costos y presupuesto	2
Practicante de proyectos	1
Arquitectos	3
Analista de licencias	2
Jefe de logística	1
Coordinador de logística	1
Analista de logística	2
Especialista de logística	2
Jefe de obra	1
Superintendente de obra	1
Asistente de obra	1
Analista de implementación	2
Jefa de ingeniería clínica	1
Analista de ingeniería clínica	4
Especialista de ingeniería clínica	1
Gerente de TI	1
Coordinador TI	1
Analista de TI	1
Técnico de TI	1
Gerente de Calidad	1
Jefa de Calidad	1
Analista de calidad	4
Consultoría procesos	1
Consultoría EM	1
Consultoría MOB NC	1
Consultoría MOB C	1
IBM	1
Consultoría legal	1
Consultoría supervisión de obra	1
Consultoría Helipuerto	1
Médico Consultor	3
Enfermera consultora	4

Tabla 1

Círculo de incertidumbres:

01. Identificar Incertidumbres:

El primer paso en la metodología del círculo de incertidumbres es el de identificar todas las posibles incertidumbres existentes en el proyecto. Para esto se programaron entrevistas con miembros clave del equipo de proyectos: gerente, jefes, ingenieros, analistas, arquitectos e intendentes de obra. Este fue el punto de partida para formar una lista de posibles fuentes de incertidumbre.

Luego, se revisaron proyectos similares anteriormente realizados. De esta manera, se pudo identificar fuentes que no fueron encontradas en los procesos anteriores. Finalmente, se elaboró un análisis Ishikawa para identificar las fuentes de incertidumbre más frecuentes en la elaboración del proyecto.

En el caso de esta investigación se realizaron entrevistas con el controller del proyecto “Clínica Delgado”, el exgerente de Logística en Graña y Montero, el director de carrera de Ingeniería Civil de la Universidad San Ignacio de Loyola y una sesión de Brainstorming con dos analistas de proyecto: uno de obra y otro de implementación. Los problemas identificados fueron los siguientes:

- Elección deficiente de proveedores
- Control de cronograma de compras deficiente
- Comunicación deficiente con proveedores
- Proveedores no cumplen fechas
- Necesidades no están bien definidas
- Usuario final no se involucra
- Fin de proyecto no definido
- Nivel de servicio no definido
- Cambios imprevistos en el diseño
- Gantt impreciso
- Información escasa para elaboración Del Gantt
- Escasez de expertos
- Cambios imprevistos implementación
- Definición de procesos no fue al inicio
- No hay hitos de control
- Metodología no integral

- Deficiente comunicación entre áreas
- Objetivos no uniformes
- Cadena de suministro no integrada
- Estrategias inflexibles
- No hay feedback
- RRHH Saturados
- Personal no capacitado
- No hay estandarización
- Software no compatible
- Inversión no destinada a software
- Definición de mobiliario no fue al inicio

A continuación, se muestran los problemas encontrados en un diagrama causa-efecto:

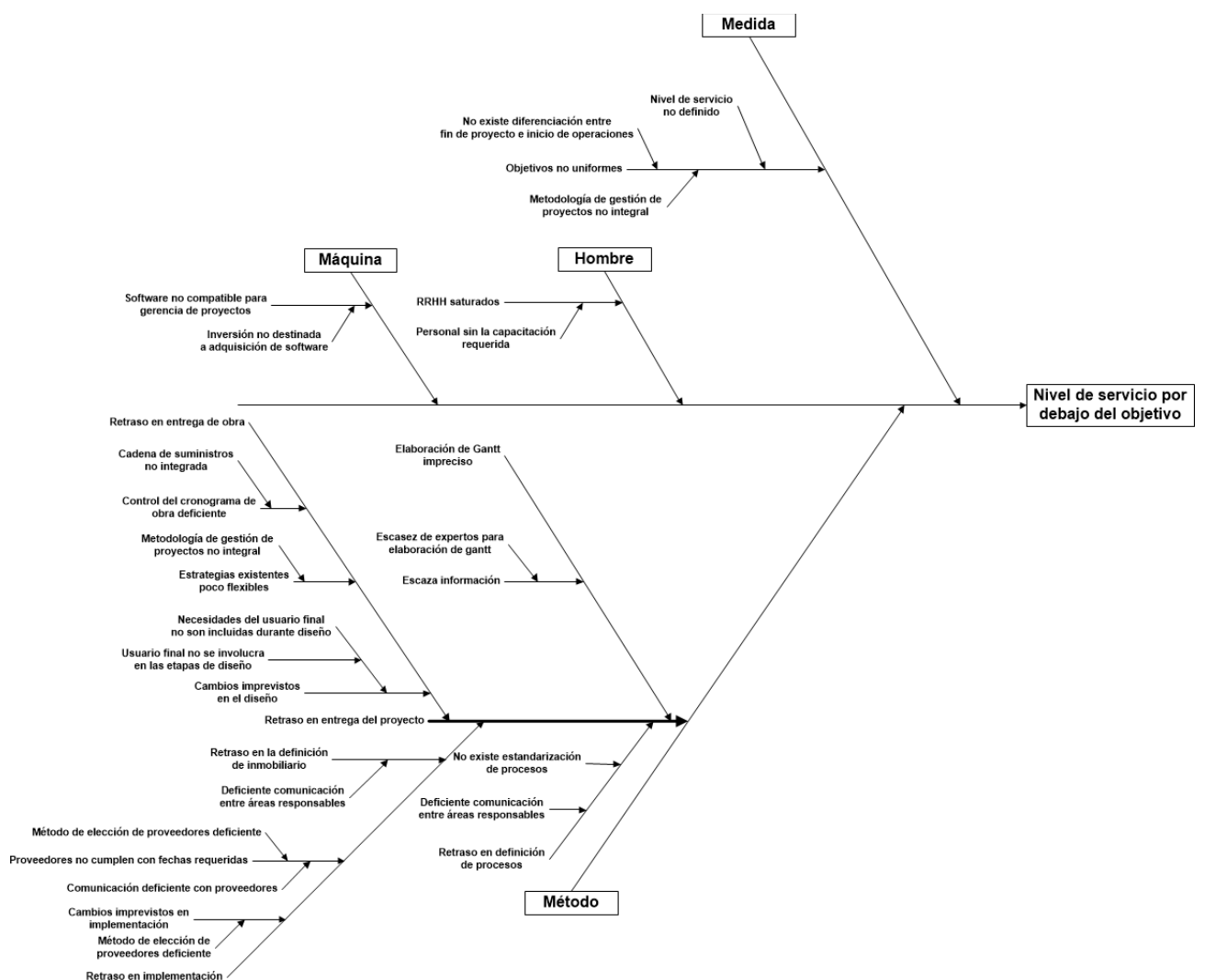


Ilustración 1

02. Categorizar incertidumbres:

Una vez se procede a clasificarlas en las siguientes categorías: diseño, abastecimiento, integración, mano de obra, proceso y tecnología.

Nº	Categoría	Causas
1	Abastecimiento	Elección de proveedores deficiente
2	Abastecimiento	Control de cronograma deficiente
3	Abastecimiento	Comunicación deficiente con proveedores
4	Abastecimiento	Proveedores no cumplen fechas
5	Diseño	Necesidades no definidas
6	Diseño	Usuario final no se involucra
7	Diseño	Fin de proyecto no definido
8	Diseño	Nivel de servicio no definido
9	Diseño	Cambios imprevistos en el diseño
10	Diseño	Gantt impreciso
11	Diseño	Información escasa para elaboración del Gantt
12	Diseño	Escasez de expertos
13	Diseño	Cambios imprevistos implementación
14	Diseño	Definición de procesos no fue al inicio
15	Diseño	No hay hitos de control
16	Integración	Metodología no integral
17	Integración	Deficiente comunicación entre áreas
18	Integración	Objetivos no uniformes
19	Integración	Cadena de suministro no integrada
20	Integración	Estrategias no flexibles
21	Integración	No hay feedback

22	Mano de obra	RRHH Saturados
23	Mano de obra	Personal no capacitado
24	Proceso	No hay estandarización
25	Tecnología	Software no compatible
26	Tecnología	Inversión no destinada a software
27	Diseño	Definición de mobiliario no fue al inicio

Tabla 2

03. Establecer severidad de incertidumbres:

La severidad se define como el producto entre impacto y frecuencia. En el caso de la frecuencia consideramos las veces que se repite una fuente de incertidumbre en el diagrama de Ishikawa. El valor del impacto se estableció de acuerdo al juicio de dos expertos del tema: el Sr. Claudio Terán, exgerente de Graña y Montero, y el Ing. Gerardo Tirado, controller del proyecto. El impacto se midió en una escala del 1 al 10. A continuación se muestra el cuadro final y análisis de Pareto con los resultados:

N°	Área	Causas	Frecuencia	Impacto	Severidad
1	Abastecimiento	Elección de proveedores deficiente	2	6	12
2	Abastecimiento	Control de cronograma deficiente	1	6	6
3	Abastecimiento	Comunicación deficiente con proveedores	1	5	5
4	Abastecimiento	Proveedores no cumplen fechas	1	5	5
5	Diseño	Necesidades no definidas	3	9	27
6	Diseño	Usuario final no se involucra	3	7	21
7	Diseño	Nivel de servicio no definido	1	9	9
8	Diseño	Definición de procesos no fue al inicio	1	9	9
9	Diseño	No hay hitos de control	1	8	8

10	Diseño	Definición de mobiliario no fue al inicio	1	8	8
11	Diseño	Gantt impreciso	1	7	7
12	Diseño	Información escasa para elaboración del Gantt	1	7	7
13	Diseño	Fin de proyecto no definido	1	6	6
14	Diseño	Cambios imprevistos en el diseño	1	5	5
15	Diseño	Escasez de expertos	1	5	5
16	Diseño	Cambios imprevistos implementación	1	3	3
17	Integración	Metodología no integral	4	9	36
18	Integración	Deficiente comunicación entre áreas	3	7	21
19	Integración	Objetivos no uniformes	1	8	8
20	Integración	Cadena de suministro no integrada	1	6	6
21	Integración	Estrategias no flexibles	1	6	6
22	Integración	No hay feedback	1	6	6
23	Mano de obra	Personal no capacitado	1	5	5
24	Mano de obra	RRHH Saturados	1	4	4
25	Proceso	No hay estandarización	1	5	5
26	Tecnología	Software no compatible	1	6	6
27	Tecnología	Inversión no destinada a software	1	5	5

Tabla 3

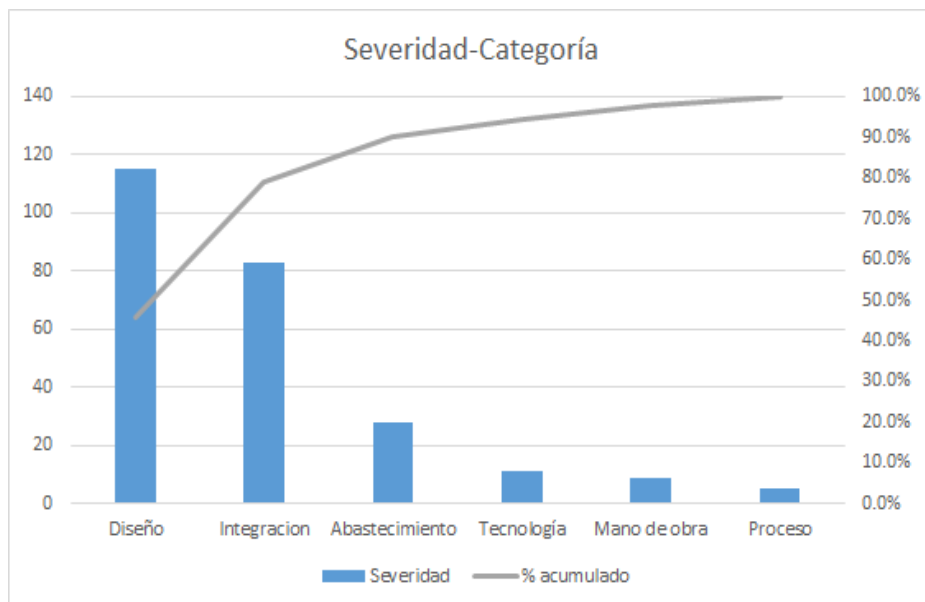


Ilustración 2

Como se puede observar en la Ilustración 2, el 80 % de los problemas más severos se encuentran entre las categorías Diseño e Integración. Es aquí que se justifica el enfoque de nuestra investigación en la etapa de diseño y la integración de la cadena de suministro para reducir la incertidumbre.

Definición y elaboración del diseño:

Para empezar, se necesita definir lo más precisas posible las necesidades del cliente final. Esto lo conseguiremos con un correcto estudio de mercado, definiendo qué especialidades deberán incluirse en el establecimiento dependiendo del mercado objetivo. Se estimará la capacidad que deberá tener la clínica para calcular el número de camas y la superficie aproximada de la clínica que deberá tener cada especialidad.

Una vez definidas las especialidades más acordes para la clínica, se deberá contar con el apoyo de un equipo de médicos y enfermeras expertos en dichas áreas. El objetivo es definir los requerimientos tecnológicos y habilidades técnicas del personal, así como el correcto flujo de los procesos. Estos también deberán ser evaluados y mejorados por un equipo adecuado del área de calidad, dedicado a la elaboración y optimización de procesos.

También se encargarán de definir los equipos médicos más críticos, aquellos que necesiten requerimientos específicos que deban necesariamente incluirse en el diseño de

infraestructura e ingeniería del proyecto. Luego de definidos, evaluados y aprobados, se procede con la elección del diseño de la clínica, considerando el espacio necesario para que cada especialidad pueda incluir todos los requerimientos definidos en la etapa inicial.

La elección del diseño se mantiene similar al esquema original, es decir, se mantendrá la estrategia de realizar un concurso entre diferentes estudios de arquitectos para elegir el modelo más indicado para la clínica. La evaluación y elección deberá realizarse entre ingenieros y arquitectos tanto internos como consultores, también se incluirá al equipo de doctores y enfermeras inicial. Es aquí que se evaluará si el modelo brinda suficiente espacio para que cada especialización tenga la capacidad necesaria para un servicio de calidad, también si es posible incluir todos los requerimientos tecnológicos.

Cuando se elija el diseño ideal, se deberá hacer un trabajo de investigación y evaluación de proveedores. Se tendrá en cuenta a los proveedores equipos médicos críticos y contratistas. Considerando la capacidad y requerimientos iniciales, se negociará con cada proveedor dependiendo de las características de sus productos y servicios.

El primer proveedor evaluado deberá ser el encargado de obra, la mayoría de esfuerzos y costos se concentrarán en elegir al mejor contratista que pueda realizar el proyecto con la mejor relación costo-calidad posible. Se aceptarán sugerencias del contratista y proveedores de equipos médicos antes de iniciar la ejecución de obra. Todas estas sugerencias deben informarse al equipo de proyectos, y deben ser evaluadas, revisadas y aprobadas antes de pasar a la etapa de ejecución. En caso que una sugerencia por parte de los proveedores no pueda concretarse, se procederá a buscar un producto alternativo que tenga las características deseadas.

Con esta información el contratista ayudará a escoger al proveedor encargado del diseño de ingeniería de la clínica (eléctrico, gases y agua). La elección del diseño de la clínica y elaboración del diseño de ingeniería se realizarán una vez iniciado el proceso de definición de equipos médicos y el diseño de procesos. La idea es que una vez definidos qué equipos médicos irán en la clínica y los procesos se podrán iniciar con el diseño de ingeniería, ya que tendrá un input inicial que se actualizará conforme vayan avanzando estas dos etapas. El feedback será constante para mantener actualizado el modelo y considerar especificaciones y requerimientos que vayan necesitando los equipos médicos.

Integración de la cadena de suministro:

Se procederá con la búsqueda de los demás proveedores de mobiliario, equipos médicos menos importantes e insumos. Estos los escogerán el equipo inicial de doctores, enfermeras y analistas tomando en cuenta la calidad, precio y tiempo de entrega de sus productos.

Se realizará el cronograma de proyecto. Se utilizará la metodología CCPM, reduciendo las cargas de trabajo al evitar en lo posible la multiplicidad de tareas por parte de los recursos. La base será el cronograma de obra pues solo podrá implementarse e instalar los equipos médicos una vez que se haya terminado de instalar cada piso. El Gantt del proyecto deberá ser coordinado entre el equipo del proyecto, el contratista y los proveedores de mobiliarios y equipos. De esta manera se tendrán fechas más exactas y la cadena de suministro estará mejor integrada, habrá mejor coordinación con respecto a las fechas de entrega y cambios en el cronograma.

Aparte del Gantt integrado del proyecto, se propone trabajar con un cronograma diferenciado para cada componente ETO, es decir, cualquier material o equipo que se haga a medida específicamente para el proyecto. Por ejemplo, ascensores, Data center o equipos médicos. La idea detrás de esto es hacer una planificación mensual para cada componente; pero, que se vaya actualizando de manera semanal. Es decir, al inicio de cada semana se planifica considerando cuatro semanas en adelante, luego al finalizar la semana actual se vuelve a planificar cuatro semanas en adelante. De este modo el status de estos componentes estará actualizado en tiempo real, permitiendo al resto de áreas tomar las decisiones que sean necesarias.

Finalmente, toda la información se encuentra centralizada y se actualiza semanalmente. Se proponen reuniones todos los viernes, el día que se actualiza la información de los componentes ETO, para el feedback correspondiente. Es aquí que cada equipo de trabajo comunica al gerente y a los demás el estado actual del cronograma y si es necesario tomar alguna medida correctiva. La información tanto del avance de obra como de cada equipo de trabajo será compartida y estará disponible para toda la gerencia de proyectos. En lo que respecta a los proveedores de mobiliarios y

equipos médicos, sólo les será compartida la información de avance de obra para poder ajustar sus cronogramas de entregas e implementación.

La propuesta final del flujo se encuentra expuesta en el Anexo 3, el cual integra los dos primeros subprocesos, quedando de la siguiente manera:

1. Diseño (Planeamiento y Diseño quedan integrados)
2. Procura
3. Construcción
4. Cierre de Proyecto

Características de la propuesta planteada

- Solo aplica para proyectos de construcción en el sector salud.
- Identifica y clasifica las incertidumbres antes de iniciar el proyecto.
- Prioriza la etapa de diseño.
- Buscar mitigar los efectos de la variabilidad.
- Los componentes del proyecto que se basan en una estrategia de manufactura ETO tienen una planificación diferenciada.
- Elimina los procesos que no generen valor al producto final.
- El feedback es constante.
- Reduce el multitasking.
- Depende mucho de la transparencia de la empresa en cuanto a la información para la toma de decisiones.
- Mejora la relación cliente-empresa y proveedor-empresa.
- Involucra al proveedor desde la etapa de diseño.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Criterios de diseño de pruebas de sustento y demostración

La data que utilizamos para la simulación incluye los tiempos de todos los procesos que afectan directamente el tiempo del proyecto, desde la concepción del diseño hasta la puesta en marcha. Se tomó en cuenta la opinión tanto de expertos que hayan estado involucrados en el proyecto como expertos en el área de logística de construcción para complementar los datos iniciales.

Para los tiempos de cada proceso se consideró una distribución uniforme con un tiempo máximo y mínimo según la opinión de dichos expertos y participantes del proyecto. Igualmente, en el caso de los adicionales aplicados al proyecto se consideró una cantidad máxima y mínima de acuerdo a criterios que serán explicados más adelante.

Los recursos fueron asignados a todas las actividades que se realizaban en paralelo y compartían dichos recursos, puesto que esto afectaba la duración del proyecto. Para los demás procesos solo se consideró su duración. La unidad de tiempo es día, asumiendo una jornada laboral de 8 horas sin horas extras, únicamente de lunes a viernes.

Arena se configuró para realizar la simulación 50 veces bajo los mismos parámetros y medir los tiempos promedios de los procesos y costos promedios de los recursos. Todo esto con la finalidad de formar intervalos de confianza para mejores resultados.

Resultados de la demostración:

Esquema Original:

En primer lugar, lo que se realizó fue asignar costos a todos los recursos utilizados en el esquema original. Se consideró el salario real de los trabajadores involucrados pero trabajados a nivel de costo por día (30 días por mes). En actividades de altos costos (diseño de ingeniería, obra, entre otros) se consideró el costo por día, en este caso se obtuvieron los costos de la base de datos relacionados a dichas actividades y se obtuvo así el costo diario.

N°	Recurso	Cantidad	Sueldo/mes	Día-hombre
1	Gerente de Proyectos	1	30000	1000.00
2	Controller de proyectos	1	10000	333.33
3	Analista de proyectos	1	4000	133.33
4	Practicante de proyectos	1	1000	33.33
5	Arquitectos	2	9000	600.00
6	Analista de licencias	1	3000	100.00
7	Jefe de logística	1	10000	333.33
8	Coordinador de logística	1	6000	200.00
9	Analista de logística	2	3000	200.00
10	Especialista de logística	2	5000	333.33
11	Jefe de obra	1	10000	333.33
12	Superintendente de obra	1	8000	266.67
13	Asistente de obra	1	1800	60.00
14	Analista de implementación	2	3250	216.67
15	Jefa de ingeniería clínica	1	10000	333.33
16	Analista de ingeniería clínica	3	3000	300.00
17	Especialista de ingeniería clínica	1	5000	166.67
18	Gerente de TI	1	30000	1000.00
19	Coordinador TI	1	6000	200.00
20	Analista de TI	1	3000	100.00
21	Técnico de TI	1	2000	66.67
22	Gerente de Calidad	1	30000	1000.00
23	Jefa de Calidad	1	10000	333.33
24	Analista de calidad	3	3600	360.00
25	Consultoría procesos	1	65032.75	2167.76
26	Consultoría EM	1	210531.33	7017.71
27	Consultoría MOB NC	1	28845	961.50
28	IBM	1	821492.67	27383.09
29	Consultoría legal	1	31973.8	1065.79
30	Consultoría supervisión de obra	1	227470.7413	7582.36
31	Consultoría Helipuerto	1	57093	1903.10

Tabla 4

A continuación, las actividades que se consideraron con costo diario. Se consideró para esto la suma de todos los costos relacionados a dichas actividades, tomando en cuenta que se realizó en el tiempo máximo. En el caso del costo de obra es separó el costo de obra contratado y el costo de los adicionales.

Actividad	Costo-día
Definir necesidades de usuario final	963.98

Concurso	36,725.31
Elección del modelo	78,567.91
Adecuar el modelo	47,644.54
Redefinir según necesidades	101,640.01
Diseñar ingeniería	16,951.04
Ejecutar Obra	288,883.34
Adicionales	191,652.69

Tabla 5

Una vez definidos los costos, se procede a ejecutar la simulación del sistema. El modelo puede observarse en el Anexo 4. Los tiempos tomados para el modelo los conseguimos con tres entrevistas: una con el controller del proyecto, una con un experto en logística de construcción y una entrevista grupal con el asistente de obra y el analista de implementación. En todos casos se consideró el tiempo mínimo como el pronosticado u óptimo y el tiempo máximo como el tiempo real o el máximo permitido. También se incluye la media, desviación estándar y coeficiente de variación de todas las actividades. A continuación, se muestra un cuadro con tiempos máximos y mínimos del modelo original:

Nº	Área	Actividad	TMIN	TMAX	UNIDAD	Media	Desviación estándar	C^2
1	General	Definir necesidades de usuario final	30	90 días		60	17	0.29
2	Arquitectura	Diseño de Concurso	30	90 días		60	17	0.29
3	Arquitectura	Diseño de Elección del modelo	21	30 días		25.5	3	0.10
4	Arquitectura	Diseño de Adecuar el modelo	60	180 días		120	35	0.29
5	Arquitectura	Diseño de Redefinir según necesidades	30	90 días		60	17	0.29
6	General	Diseñar ingeniería	240	390 días		315	43	0.14
7	General	Definir partidas presupuestales	30	45 días		37.5	4	0.12
8	General	Crear Gantt del proyecto	30	45 días		37.5	4	0.12
9	General	Diseñar Plan Logístico	90	108 días		99	5	0.05
10	Definición	Realizar mapa	10	15 días		12.5	1	0.12

	de procesos	de procesos					
	Definición	Consultar con					
11	de procesos	Especialista	33	40 días	36.5	2	0.06
	Definición						
12	de procesos	Crear procesos	66	88 días	77	6	0.08
	Definición						
13	de procesos	Validar procesos	22	26 días	24	1	0.05
	Definición	Realizar marcha					
14	de procesos	blanca	32	39 días	35.5	2	0.06
	Definición	Evaluar					
15	de procesos	resultados	22	26 días	24	1	0.05
	Definición						
16	de procesos	Crear Manuales	32	39 días	35.5	2	0.06
	Definición	Aprobar					
17	de procesos	documentación	10	13 días	11.5	1	0.08
	Definición						
18	de equipos médicos y mobiliario	Definir mobiliario	30	90 días	60	17	0.29
	Definición						
19	de equipos médicos y mobiliario	Validar con especialista MOB	15	25 días	20	3	0.14
	Definición						
20	de equipos médicos y mobiliario	Realizar contrapropuesta MOB	7	10 días	8.5	1	0.10
	Definición						
21	de equipos médicos y mobiliario	Aprobar propuesta (gerencia) MOB	5	7 días	6	1	0.10
	Definición						
22	de equipos médicos y mobiliario	Selección de proveedores MOB	7	21 días	14	4	0.29
	Definición						
23	de equipos médicos y mobiliario	Comprar mobiliario	7	14 días	10.5	2	0.19
	Definición						
24	de equipos médicos y mobiliario	Definir equipos médicos	37	101 días	69	18	0.27

25	Definición de equipos médicos y mobiliario	Validar con especialista EM	22	36 días	29	4	0.14
26	Definición de equipos médicos y mobiliario	Realizar contrapropuesta EM	14	21 días	17.5	2	0.12
27	Definición de equipos médicos y mobiliario	Aprobar propuesta (gerencia) EM	12	18 días	15	2	0.12
28	Definición de equipos médicos y mobiliario	Selección de proveedores EM	22	44 días	33	6	0.19
29	Definición de equipos médicos y mobiliario	Comprar equipos médicos	14	25 días	19.5	3	0.16
30	General	Supervisión de obra	700	1000 días	850	87	0.10
31	General	Ejecutar Obra	700	1000 días	850	87	0.10
32	Implementación	Recibir ambientes	3	5 días	4	1	0.14
33	Implementación	Recibir mobiliario	71	135 días	103	18	0.18
34	Implementación	Implementar	26	83 días	54.5	16	0.30
35	Implementación	Validar con usuario	1	2 días	1.5	0	0.19
36	Implementación	Comprar	15	30 días	22.5	4	0.19
37	Implementación	Levantar observaciones	1	2 días	1.5	0	0.19
38	Implementación	Entregar ambiente	1	1 días	1	0	0.00
39	Implementar Data Center	Acondicionamiento civil	12	25 días	18.5	4	0.20
40	Implementar Data Center	Instalación de piso técnico	8	13 días	10.5	1	0.14
41	Implementar	Instalación del	11	21 días	16	3	0.18

	Data Center	sistema eléctrico					
	Implementar	Instalación de					
42	Data Center	falso techo	3	8 días	5.5	1	0.26
	Implementar	Instalación del					
43	Data Center	sistema de detección	7	17 días	12	3	0.24
	Implementar	Instalación de					
44	Data Center	sensores de movimiento	4	6 días	5	1	0.12
	Implementar	Instalación de					
45	Data Center	sensores de temperatura	7	10 días	8.5	1	0.10
	Implementar	Instalación del					
46	Data Center	sistema de control de acceso	4	7 días	5.5	1	0.16
	Implementar	Instalación del					
47	Data Center	sistema de climatización	36	75 días	55.5	11	0.20
	Implementar	Cablear					
48	TI	Inmuebles	90	150 días	120	17	0.14
	Implementar	Implementar					
49	TI	Cuartos de Datos	15	30 días	22.5	4	0.19
	Implementar	Implementar					
50	TI	Fibra Óptica	10	17 días	13.5	2	0.15
	Implementar	Colocar puntos					
51	TI	de red	10	15 días	12.5	1	0.12
	Implementar	Colocar switch					
52	TI	en cada gabinete	7	15 días	11	2	0.21
	Implementar	Colocar					
53	TI	servidores	20	35 días	27.5	4	0.16
	Implementar	Instalar red					
54	TI	telefónica y wifi	3	8 días	5.5	1	0.26
	Implementar	Implementar					
55	TI	equipos	20	27 días	23.5	2	0.09
	Implementar	Configurar					
56	TI	equipos	2	3 días	2.5	0	0.12
57	General	Marcha blanca	1	1 días	1	0	0.00
		Corregir					
58	General	problemas de sistemas	7	7 días	7	0	0.00
	Tramitar	Licencia					
59	licencias	Anteproyecto	21	30 días	25.5	3	0.10
60	Tramitar	Licencia IPEN	20	25 días	22.5	1	0.06

	licencias						
61	Tramitar licencias	Licencia Inicio De Actividades	30	45 días	37.5	4	0.12
62	Tramitar licencias	Licencia INDECI	45	95 días	70	14	0.21
63	Tramitar licencias	Licencia de conformidad de obra	30	30 días	30	0	0.00
64	Tramitar licencias	Licencia banco de sangre	30	60 días	45	9	0.19
65	Tramitar licencias	Licencia de categorización	45	90 días	67.5	13	0.19
66	Tramitar licencias	Licencia de funcionamiento	7	15 días	11	2	0.21
67	Tramitar licencias	Licencia inscripción banco de sangre	15	20 días	17.5	1	0.08
68	Tramitar licencias	Licencia de farmacia	30	40 días	35	3	0.08
69	Tramitar licencias	Licencia SUNASA	20	45 días	32.5	7	0.22
70	Tramitar licencias	Licencia SOMP	20	30 días	25	3	0.12

Tabla 6

Después de tener definidos los costos y tiempos se procede a simular el modelo con 50 réplicas para hallar un intervalo de confianza y poder determinar la existencia de diferencias significativas entre el original y la propuesta.

Los resultados de la simulación con el esquema original los mostramos en el siguiente cuadro. Los tiempos también están disponibles en el Anexo 8 con el formato arrojado por ARENA. Los parámetros de simulación consideran meses de 30 días, los tiempos se encuentran en días y los costos en soles.

ACTIVIDAD	TIEMPO	+/-	COSTOS	COSTO TOTAL	COSTO MAX	COSTO MIN
ACOND CIVIL	18.01	1.01	28,749.76	517,916.03	546,953.28	488,878.77
AJUSTAR PROCESOS	1.71	0.72	1,693.33	2,890.46	4,109.66	1,671.26
APROBAR EM POR GERENCIA	28.56	0.41	800.00	22,847.88	23,175.88	22,519.88

APROBAR MOB POR GERENCIA	12.69	0.11	1,343.33	17,048.91	17,196.67	16,901.14
COMPRAR MOBILIARIO	1.59	1.61	2,304.83	3,675.07	7,385.85	0
CONSULTAR ESPECIALISTA A	37.12	0.54	3,861.09	143,341.32	145,426.31	141,256.33
CONSULTAR ESPECIALISTA NA	36.16	0.59	3,861.09	139,633.71	141,911.76	137,355.67
CONTRAPROPU ESTA EM	64.73	0.46	800.00	51,783.76	52,151.76	51,415.76
CONTRAPROPU ESTA MOB	34.64	0.18	1,343.33	46,528.55	46,770.35	46,286.75
CREAR Y APROBAR MANUALES	47.39	0.59	1,693.33	80,251.96	81,251.03	79,252.89
CREAR Y VALIDAR PROCESOS A	105.93	8.19	3,386.67	358,748.78	386,485.58	331,011.98
CREAR Y VALIDAR PROCESOS NA	123.66	6.59	3,386.67	418,788.96	441,107.09	396,470.82
DEFINIR EM Y VALIDAR	94.76	5.68	15,635.42	1,481,547.18	1,570,356.38	1,392,737.98
DEFINIR MOB Y VALIDAR	86.87	4.55	15,635.42	1,358,269.90	1,429,411.07	1,287,128.73
DISEÑO	627.46	15.40	56,405.76	35,329,860.53	36,196,969.25	34,462,751.81
ENTREGAR AMBIENTE	1.00		276.67	276.67	276.67	276.67
GANN TT	37.15	1.18	60.00	2,229.18	2,299.98	2,158.38
IMPLEMENTACI ON	161.79	7.79	276.67	44,762.70	46,917.93	42,607.47
IMPLEMENTACI ON TI	240.81	5.07	28,749.76	6,923,282.66	7,069,043.92	6,777,521.40
INSTALACIONES	38.41	1.18	28,749.76	1,104,364.78	1,138,289.49	1,070,440.07
LEVANTAR OBSERVACIONE S	0.74	0.22	276.67	204.54	265.41	143.68
MARCHA BLANCA Y CORREGIR PROBLEMAS	8.00		30,116.42	240,931.38	240,931.38	240,931.38
OBRA	900.13	32.11	288,883.34	240,573,608.8	246,727,576.83	234,419,640.95

9						
PLAN LOGISTICA	99.00	1.41	476.67	47,188.23	47,860.33	46,516.13
REALIZAR MAPA DE PROCESOS	48.86	0.70	1,693.33	82,733.87	83,919.20	81,548.54
REALIZAR MARCHA BLANCA	60.19	3.33	1,693.33	101,918.11	107,556.91	96,279.31
SELECCION Y COMPRA EM	50.67	2.16	7,817.71	396,154.10	413,040.36	379,267.85
SELECCION Y COMPRA MOB	25.40	1.38	2,304.83	58,539.44	61,720.11	55,358.77
SISTEMA DE CLIMAT	54.17	3.34	28,749.76	1,557,361.03	1,653,385.21	1,461,336.85
LICENCIA ANTEPROYECTO IPEN E INICIO	61.99	1.35	1,165.79	72,271.05	73,844.87	70,697.23
LICENCIA BANCO SANGREyCATEG	110.72	4.39	1,165.79	129,072.30	134,190.13	123,954.47
LICENCIA CONFORMIDAD DE OBRA	30.00		1,165.79	34,973.80	34,973.80	34,973.80
LICENCIA FARMACIA	35.06	0.78	1,165.79	40,871.37	41,780.69	39,962.05
LICENCIA FUNCIONAMIENTO	11.35	0.68	1,165.79	13,228.05	14,020.79	12,435.31
LICENCIA INDECI	64.95	3.70	1,165.79	75,718.90	80,032.33	71,405.46
LICENCIA INSC BANCO SANGRE	17.72	0.41	1,165.79	20,653.92	21,131.89	20,175.94
LICENCIA SUNASAySOMP	57.08	2.24	1,165.79	66,546.34	69,157.71	63,934.96
SUPERVISION DE OBRA	900.13	32.11	8,459.02	7,614,213.72	7,885,833.01	7,342,594.44
ANALISTA DE LICENCIAS	2,139.67	26.00	200.00	427,934.00	433,134.00	422,734.00
ANALISTA DE PROYECTO	2,139.67	26.00	133.33	285,289.33	288,756.00	281,822.67
GERENTE DE PROYECTO	2,139.67	26.00	1,000.00	2,139,670.00	2,165,670.00	2,113,670.00
PRACTICANTE DE PROYECTO	2,139.67	26.00	33.33	71,322.33	72,189.00	70,455.67

CONTROLLER DE PROYECTO	2,139.67	26.00	333.33	713,216.20	721,882.78	704,549.62
Total				302,811,669.8	310,720,342.66	294,903,032.82
				8		

Tabla 7

Los resultados del modelo original son los siguientes:

TIEMPO TOTAL: **2,139.67 +- 26 días.**

COSTO PROMEDIO TOTAL: **S/. 302,811,669.88**

Propuesta de solución:

Se identifican las actividades pertenecientes a la etapa diseño para ser trasladadas a esta etapa:

Nº	Pestaña (V6)	Actividad	T MIN	T MAX	UNIDAD
1	General	Definir necesidades de usuario final	30	90	días
2	Definir diseño de clínica	Concurso	30	90	días
3	Definir diseño de clínica	Elección del modelo	21	30	días
4	Definir diseño de clínica	Redefinir según necesidades	30	90	días
5	Definir diseño de clínica	Diseñar ingeniería	240	390	días
6	Definición de procesos	Consultar con Especialista	33	40	días
7	Definición de procesos	Crear procesos	66	88	días
8	Definición de procesos	Validar procesos	22	26	días
9	Definición de procesos	Crear formatos y manuales	32	39	días
10	Definición de procesos	Aprobar documentación	10	13	días
Definición de equipos					
11	médicos críticos	Definir EM Críticos	37	81	días
12	médicos críticos	Aprobar propuesta (gerencia) EM Críticos	10	14	días
13	médicos críticos	Realizar contrapropuesta EM Críticos	11	17	días
14	médicos críticos	Selección de proveedores EM Críticos	18	35	días
15	médicos críticos	Comprar equipos médicos críticos	11	20	días

Tabla 8

Otro cambio realizado, como se puede observar en los diagramas de los anexos 2 y 3, es que tanto la definición de procesos como de equipos médicos se considera ahora

parte de la etapa de diseño, la cual se realiza en paralelo con la elección del modelo y el diseño de ingeniería.

El motivo es el siguiente: una vez terminada la etapa de elección del modelo según las necesidades del cliente, los procesos principales y algunos equipos médicos ya estarán definidos. Esto servirá como input para iniciar el diseño de ingeniería, el cual se irá actualizando conforme vaya avanzando la fase de definición de equipos médicos.

Para calcular el tiempo de duración de todo el proceso de definición de equipos médicos, se consultó con el experto en logística de construcción. Según él, es válido utilizar el principio de Pareto y considerar que el 20% del total de los equipos médicos ocuparán el 80% de esfuerzo, por lo que dividimos el tiempo original en dos partes de acuerdo a este porcentaje.

A continuación, mostramos el cuadro con todas las actividades consideradas en la propuesta de solución, sus tiempos mínimos y máximos y el coeficiente de variación:

Nº	Pestaña (V6)	Actividad	T MIN	T MAX	UNIDAD	Media	Desviación estándar	C ²
1	General	Definir necesidades de usuario final	30	90 días		60	17	0.29
2	Definir diseño de clínica	Concurso	30	90 días		60	17	0.29
3	Definir diseño de clínica	Elección del modelo	21	30 días		25.5	3	0.10
4	Definir diseño de clínica	Redefinir según necesidades	30	90 días		60	17	0.29
5	Definir diseño de clínica	Diseñar ingeniería	240	390 días		315	43	0.14
6	Definición de procesos	Consultar con Especialista	33	40 días		36.5	2	0.06
7	Definición de procesos	Crear procesos	66	88 días		77	6	0.08
8	Definición de procesos	Validar procesos	22	26 días		24	1	0.05
9	Definición de procesos	Crear formatos y manuales	32	39 días		35.5	2	0.06
10	Definición de procesos	Aprobar documentación	10	13 días		11.5	1	0.08
11	Definición de equipos médicos críticos	Definir EM Críticos	37	81 días		59	13	0.22
12	Definición de equipos médicos críticos	Aprobar propuesta (gerencia) EM Críticos	10	14 días		12	1	0.10
13	Definición de equipos médicos críticos	Realizar contrapropuesta EM	11	17 días		14	2	0.12

		Críticos					
		Selección de					
14	Definición de equipos médicos críticos	proveedores EM Críticos	18	35 días	26.5	5	0.19
15	Definición de equipos médicos críticos	Comprar equipos médicos críticos	11	20 días	15.5	3	0.17
16	General	Definir partidas presupuestales	30	45 días	37.5	4	0.12
17	General	Diseñar Plan Logístico	90	108 días	99	5	0.05
18	Tramitar licencias de obra	Licencia Anteproyecto	20	30 días	25	3	0.12
19	Tramitar licencias de obra	Licencia IPEN	20	25 días	22.5	1	0.06
20	Tramitar licencias de obra	Licencia Inicio De Actividades	30	45 días	37.5	4	0.12
21	General	Crear Gantt del proyecto	30	45 días	37.5	4	0.12
22	General	Supervisión de obra	600	1000 días	800	115	0.14
23	General	Ejecutar Obra	700	1000 días	850	87	0.10
24	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Definir mobiliario	30	90 días	60	17	0.29
25	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Realizar contrapropuesta MOB	7	10 días	8.5	1	0.10
26	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Aprobar propuesta (gerencia) MOB	5	7 días	6	1	0.10
27	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Selección de proveedores MOB	7	21 días	14	4	0.29
28	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Comprar mobiliario	7	14 días	10.5	2	0.19
29	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Definir EM	7	20 días	13.5	4	0.28
30	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Aprobar propuesta (gerencia) EM	2	4 días	3	1	0.19
31	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Realizar contrapropuesta EM	3	4 días	3.5	0	0.08
32	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Selección de proveedores EM	4	8 días	6	1	0.19
33	Definición de mobiliario y equipos secundarios	Comprar EM	4	10 días	7	2	0.25
34	Implementación	Recibir ambientes	3	5 días	4	1	0.14
35	Implementación	Recibir mobiliario	71	135 días	103	18	0.18
36	Implementación	Implementar	26	83 días	54.5	16	0.30
37	Implementación	Validar con usuario	1	2 días	1.5	0	0.19

38	Implementación	Levantar observaciones	1	2 días	1.5	0	0.19
39	Implementación	Entregar ambiente	1	1 días	1	0	0.00
40	Implementar Data Center	Acondicionamiento civil	12	25 días	18.5	4	0.20
41	Implementar Data Center	Instalación de piso técnico	8	13 días	10.5	1	0.14
42	Implementar Data Center	Instalación del sistema eléctrico	11	21 días	16	3	0.18
43	Implementar Data Center	Instalación de falso techo	3	8 días	5.5	1	0.26
44	Implementar Data Center	Instalación del sistema de detección	7	17 días	12	3	0.24
45	Implementar Data Center	Instalación de sensores de movimiento	4	6 días	5	1	0.12
46	Implementar Data Center	Instalación de sensores de temperatura	7	10 días	8.5	1	0.10
47	Implementar Data Center	Instalación del sistema de control de acceso	4	7 días	5.5	1	0.16
48	Implementar Data Center	Instalación del sistema de climatización	36	75 días	55.5	11	0.20
49	Implementar TI	Cablear Inmuebles	90	150 días	120	17	0.14
50	Implementar TI	Implementar Cuartos de Datos	15	30 días	22.5	4	0.19
51	Implementar TI	Implementar Fibra Óptica	10	17 días	13.5	2	0.15
52	Implementar TI	Colocar puntos de red	10	15 días	12.5	1	0.12
53	Implementar TI	Colocar switch en cada gabinete	7	15 días	11	2	0.21
54	Implementar TI	Colocar servidores	20	35 días	27.5	4	0.16
55	Implementar TI	Instalar red telefónica y wifi	3	8 días	5.5	1	0.26
56	Implementar TI	Implementar equipos	20	27 días	23.5	2	0.09
57	Implementar TI	Configurar equipos	2	3 días	2.5	0	0.12
58	General	Marcha blanca	1	1 días	1	0	0.00
59	General	Corregir problemas de sistemas	7	7 días	7	0	0.00
60	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia INDECI	45	95 días	70	14	0.21
61	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia de conformidad de obra	30	30 días	30	0	0.00
62	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia banco de sangre	30	60 días	45	9	0.19

63	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia de categorización	45	90 días	67.5	13	0.19
64	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia de funcionamiento	7	15 días	11	2	0.21
65	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia inscripción banco de sangre	15	20 días	17.5	1	0.08
66	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia de farmacia	30	40 días	35	3	0.08
67	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia SUNASA	20	45 días	32.5	7	0.22
68	Tramitar licencias funcionamiento	Licencia SOMP	20	30 días	25	3	0.12

Tabla 9

Siguiendo con la fórmula anteriormente mencionada, se procedió con la evaluación de la propuesta a 50 réplicas para llegar a un intervalo de confianza en las mismas condiciones. Los resultados de la simulación del modelo propuesto en términos de tiempo por actividad se encuentran en el Anexo 9. Utilizando esta información como base, se elaboró la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	TIEMPO	RANGO	COSTO	PROMEDIO	COSTO MIN	COSTO MAX
ACOND CIVIL	18.77	1.10	28,983.09	543,990.95	512,109.56	575,872.35
APROBAR EM SECUNDARIOS	6.33	1.28	333.33	2,108.77	1,682.11	2,535.43
APROBAR MOB	12.37	2.45	333.33	4,123.00	3,306.35	4,939.66
APROBAR EM CRITICOS	23.10	4.49	333.33	7,699.31	6,202.66	9,195.96
CONSULTAR ESPECIALISTA A	36.47	0.61	5,146.67	187,697.21	184,557.75	190,836.68
CONSULTAR ESPECIALISTA NA	36.38	0.52	5,146.67	187,214.92	184,538.65	189,891.18
CONTRAPROPUESTA EM	3.91	1.44	1,066.67	4,175.72	2,639.72	5,711.73
CONTRAPROPUESTA MOB	8.77	3.43	733.33	6,428.23	3,912.91	8,943.55
CREAR Y APROBAR MANUALES	47.22	0.60	1,146.67	54,147.71	53,459.71	54,835.72
CREAR Y VALIDAR PROCESOS A	104.19	2.09	3,480.00	362,570.56	355,297.36	369,843.76
CREAR Y VALIDAR PROCESOS NA	125.18	6.85	3,480.00	435,641.95	411,803.95	459,479.95

DEFINIR DISEÑO DE CLINICA	145.16	7.86	216,933.2	31,489,005.26	29,783,910.15	33,194,100.36
			2			
DEFINIR DISEÑO DE INGENIERIA	305.91	13.49	16,951.04	5,185,457.06	4,956,787.53	5,414,126.59
DEFINIR EM SECUNDARIOS	13.77	1.15	4,400.00	60,584.72	55,524.72	65,644.72
DEFINIR EM CRITICOS	55.65	4.21	4,400.00	244,878.58	226,354.58	263,402.58
DEFINIR MOB	61.59	5.04	2,725.00	167,836.05	154,102.05	181,570.05
DEFINIR NECESIDADES	55.92	4.64	963.98	53,909.54	49,436.67	58,382.40
ENTREGAR AMBIENTE	1.00	0.00	325.00	325.00	325.00	325.00
IMPLEMENTACION	161.16	8.71	525.00	84,609.33	80,036.58	89,182.08
IMPLEMENTACION TI	238.95	6.13	28,983.09	6,925,442.93	6,747,776.60	7,103,109.27
INSTALACIONES	37.24	1.26	28,983.09	1,079,287.06	1,042,768.36	1,115,805.75
LEVANTAR OBSERVACIONES	0.72	0.22	325.00	233.72	162.22	305.22
LICENCIA ANTEPROYECTO E IPEN	24.95	0.83	1,065.79	26,592.48	25,707.87	27,477.09
LICENCIA BANCO SANGRE y CATEG	114.30	4.36	1,065.79	121,820.82	117,173.96	126,467.68
LICENCIA CONFORMIDAD DE OBRA	30.00	0.00	1,065.79	31,973.80	31,973.80	31,973.80
LICENCIA FARMACIA	34.15	0.85	1,065.79	36,400.53	35,494.61	37,306.46
LICENCIA FUNCIONAMIENTO	10.84	0.69	1,065.79	11,553.95	10,818.56	12,289.35
LICENCIA INDECI	67.52	4.58	1,065.79	71,958.31	67,076.98	76,839.65
LICENCIA INICIO Y GANNTT	73.81	1.87	1,065.79	78,662.42	76,669.38	80,655.45
LICENCIA INSC BANCO SANGRE	17.74	0.42	1,065.79	18,906.59	18,458.95	19,354.22
LICENCIA SUNASA y SOMP	56.84	1.91	1,065.79	60,580.96	58,545.29	62,616.62
MARCHA BLANCA Y CORREGIR PROBLEMAS	8.00	0.00	28,983.09	231,864.71	231,864.71	231,864.71
OBRA	853.94	10.05	288,883.3	231,721,353.4	229,795,243.86	233,647,462.97
			4	1		
PLAN LOGISTICO	100.59	1.56	1,326.67	133,452.67	131,383.07	135,522.27
CONTRAPROPUESTA	12.81	5.36	1,066.67	13,665.99	7,948.66	19,383.33

EM CRITICOS						
SELECCION DE PROVEEDORES Y COMPRAS	40.29	1.60	2,066.67	83,271.93	79,965.26	86,578.60
SELECCION PROVEEDORES Y COMPRAS EM	10.81	0.49	3,066.67	33,156.21	31,653.54	34,658.87
SELECCIONES PROVEEDORES Y COMPRAS MOB	24.31	1.38	1,400.00	34,037.00	32,105.00	35,969.00
SISTEMA DE CLIMAT	55.88	3.13	28,983.09	1,619,656.22	1,528,939.15	1,710,373.29
SUPERVISIÓN DE OBRA	853.94	10.05	8,459.02	7,223,499.56	7,138,486.36	7,308,512.76
ANALISTA DE LICENCIAS	1970.10	21.73	200.00	394,020.00	389,674.00	398,366.00
ANALISTA DE COSTOS Y PRESUPUESTO	1970.10	21.73	266.67	525,366.57	519,571.83	531,161.31
GERENTE DE PROYECTO	1970.10	21.73	1,000.00	1,970,100.00	1,948,370.00	1,991,830.00
PRACTICANTE DE PROYECTO	1970.10	21.73	33.33	65,663.43	64,939.17	66,387.69
CONTROLLER DE PROYECTO	1970.10	21.73	333.33	656,693.43	649,450.17	663,936.69
Total				292,251,618.57	287,808,209.35	296,695,027.80
				7		

Tabla 10

Los resultados de la propuesta son los siguientes:

TIEMPO TOTAL: **1 970.10 +- 21.73 días**

COSTO TOTAL PROMEDIO: **S/. 292,251,618.57**

Análisis y discusión de Resultados

Como se puede observar, se decidió hacer cambios en la etapa de diseño, aumentando actividades y trasladando otras de etapas posteriores. Todos los tiempos de las actividades se mantuvieron igual, las únicas excepciones fueron la definición de equipos médicos (se dividió en dos etapas) y obra (depende de la cantidad de adicionales).

Tanto la definición de procesos como de equipos médicos críticos se trasladó a la etapa inicial del proyecto, a la par con el diseño de ingeniería. Esto permitió que haya mayor esfuerzo dedicado al diseño, considerando más modificaciones previo a la ejecución de obra, lo que reduce la posibilidad que ocurran cambios una vez iniciado la construcción.

Se hicieron 2 análisis, considerando en ambas tiempos y costos, de acuerdo a las variables independientes definidas:

a) Impacto en todo el proyecto:

Se consideran los efectos del modelo en el total del proyecto. Los costos y tiempos totales del proyecto son los siguientes:

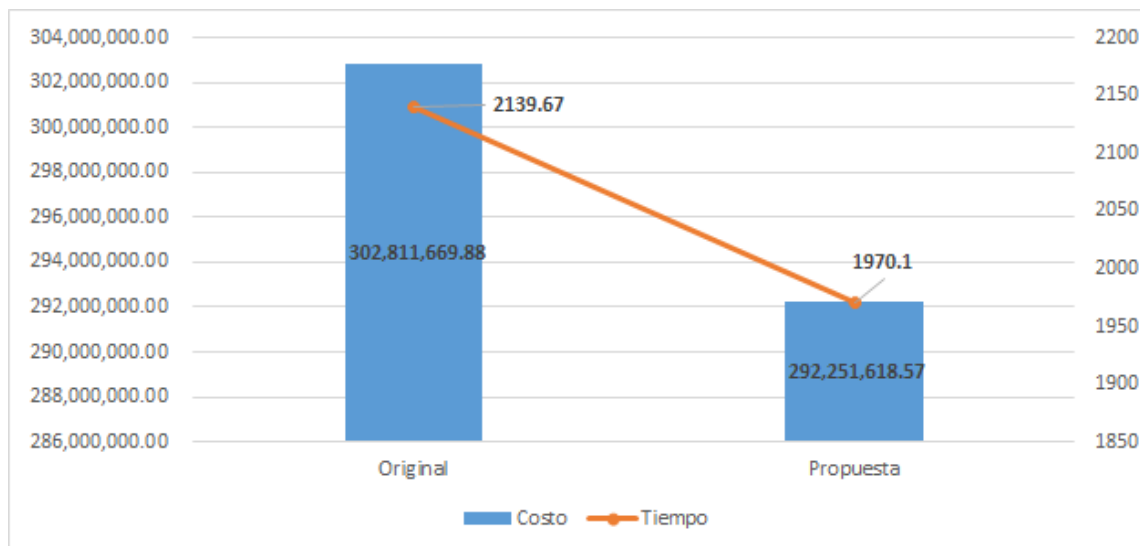


Ilustración 3

En conjunto, estas modificaciones llegan a mejorar el tiempo y costo total del proyecto:

$$T_{Total-Original} = 2,139.67 \pm 26 \text{ días} = [2,113.67; 2,165.67]$$

$$T_{Total-Propuesta} = 1,970.10 \pm 21.73 \text{ días} = [1,948.37; 1,991.83]$$

$$C_{Total-Original} = 302,811,669.88 \pm 7,908,654.92 = [294,903,032.82; 310,720,342.66]$$

$$C_{Total-Propuesta} = 292,251,618.57 \pm 4,443,409.22 = [287,808,209.35; 296,695,027.80]$$

En este análisis existe una diferencia significativa a nivel de tiempo, es decir, que la propuesta de solución sí llega a reducir el tiempo total del proyecto. Sin embargo, no se encontró diferencias significativas a nivel de costos, por lo que no puede determinarse si la propuesta genera una mejora significativa a nivel de todo el proyecto.

De esta manera, la variabilidad en el modelo original y el propuesto, para tiempos y costos, son los siguientes:

La variabilidad para los tiempos y costos tanto del modelo original como el propuesto, son los siguientes:

$$T_{Total-Original} = \frac{26}{2,139.67} = 1.22\%$$

$$T_{Total-Propuesta} = \frac{21.73}{1,970.10} = 1.10\%$$

$$C_{Total-Original} = \frac{7,908,654.92}{302,811,669.88} = 2.61\%$$

$$C_{Total-Propuesta} = \frac{4,443,409.22}{292,251,618.57} = 1.52\%$$

b) Impacto en obra:

Se consideran los efectos del modelo en obra. Los costos y tiempos de la obra son los siguientes:

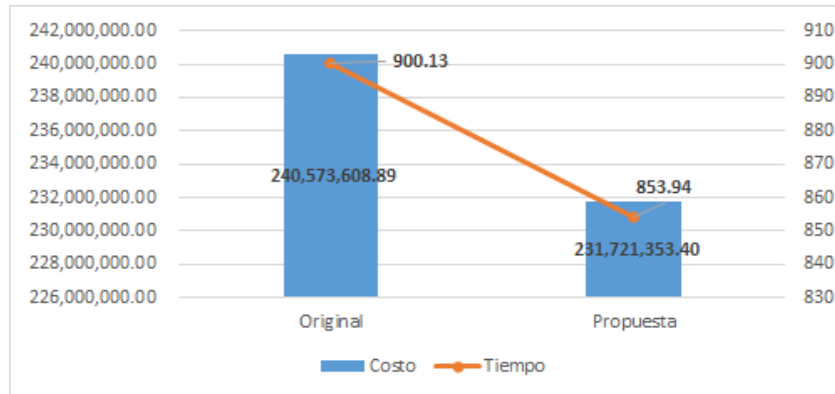


Ilustración 4

En conjunto, estas modificaciones llegan a mejorar el tiempo y costo total de la obra:

$$T_{Obra-original} = 900.13 \pm 32.11 = [867.89; 932.24]$$

$$T_{Obra-propuesta} = 853.94 \pm 10.05 = [843.89; 863.99]$$

$$C_{Obra-Original} = 240,573,608.89 \pm 6,153,967.94 = [234,419,640.95; 246,727,576.83]$$

$$C_{Obra-Propuesta} = 231,721,353.42 \pm 1,926,109.56 = [229,795,243.86; 233,647,462.97]$$

En este caso, ambos intervalos muestran diferencias significativas al no superponerse, por lo que sí existe una mejora con respecto al tiempo y costo de obra.

La variabilidad para los tiempos y costos tanto del modelo original como el propuesto, son los siguientes:

$$T_{Obra-Original} = \frac{32.11}{900.13} = 3.57\%$$

$$T_{Obra-Propuesta} = \frac{10.05}{853.94} = 1.18\%$$

$$C_{Obra-Original} = \frac{6,153,967.94}{240,573,608.89} = 2.56\%$$

$$C_{Obra-Propuesta} = \frac{1,926,109.56}{231,721,353.42} = 0.83\%$$

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Conclusiones

Se analizó el modelo ETO utilizado por la empresa de salud objeto del estudio y se identificó la principal característica que lo define como tal: la definición del requerimiento del cliente desde el inicio de la cadena de suministro, previo a la etapa de ejecución del proyecto.

La hipótesis planteada inicialmente es fundamentada con los datos obtenidos; la variabilidad de los costos de todo el proyecto se reduce de 2.61% a 1.52% y la variabilidad de los tiempos de entrega de 1.22% a 1.10%.

A pesar de que las reducciones en variabilidad del total del proyecto no fueron significativas, la reducción de la variabilidad de los costos y tiempos de obra sí lo fueron, pasando de 2.56% a 0.83% y de 3.57% a 1.18%, respectivamente.

Según el nivel de servicio definido para este proyecto, se logró mejorar significativamente una de las dos variables que definen el nivel de servicio.

- El tiempo del proyecto bajó de 2140 a 1970 días, en promedio.
- El costo total del proyecto no tuvo una mejora significativa.

Si bien los costos del proyecto no tuvieron una mejora significativa, los costos de obra sí reflejan una, ya que bajaron de S/. 240,573,608.89 a S/. 231,721,353.42, en promedio. Esto indica que el esfuerzo dedicado al diseño siempre tendrá un impacto directo y significativo en obra, mas no en el resto del proyecto.

Se concluye que efectivamente las mejoras en la etapa diseño afectan significativamente la etapa de ejecución, la cual presenta menor tiempo de trabajo, lo cual es congruente con la teoría estudiada.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Para tener un resultado más preciso, es importante contar con información de proyectos similares entre sí en términos de concepto, magnitud y etapas (1. Planeamiento del Proyecto, 2. Diseño, 3. Procura, 4. Construcción, 5. Cierre de Proyecto). De no cumplirse este requisito, los resultados no serán representativos.

Con el fin de diagramar las actividades de los proyectos a mejorar, es necesario contar con fuentes de información primarias. Esto es, intervinientes directos de los proyectos, tanto a nivel gerencial como a nivel operativo. Esto ayudará a tener una mejor visión de todo el panorama y contar con una foto inicial acertada.

Se recomienda ampliar el alcance de esta mejora en proyectos de construcción de otros rubros.

REFERENCIAS

- Camelot IT Lab. (2015).** Engineer to Order (ETO) Supply Chain Management. 13/08/2015, de Camelot IT Lab Sitio web: http://www.camelot-itlab.com/fileadmin/user_upload/Flyer/Camelot_ITLab_ETO_en.pdf.
- Gosling, J., Naim, M., & Towill, D. (2012).** Identifying and categorizing the sources of uncertainty in construction supply chains. Journal of Construction Engineering and Management, 139(1), 102-110.
- Goehring, U. (2012).** MTS, MTO, ATO, CTO, ETO. Strategies to connect Sales with Production. 17 de Junio 2016, de SAP Community Network Sitio web: <http://scn.sap.com/community/erp/manufacturing-pp/blog/2012/07/06/mts-mto-ato-cto-eto-strategies-to-connect-sales-with-production>
- Hicks, C.; McGovern, T.; Earl, C. (1999).** Supply chain management: A strategic issue in engineer to order manufacturing. Int. Journal of Production Economics, 65, 179-190.
- Leach, P. (2014).** Critical Chain Project Management. Norwood, MA, USA.: Artech House.
- Kopecka, J., Penners, G., & Santema, S. (2009).** Flexibility in supply chain management. IMP Group, Sitio web: <http://www.impgroup.org/uploads/papers/7315.pdf>
- Poiger, M. (2010).** Improving performance of supply chain processes by reducing variability. Vienna University of Economics and Business, 96.
- Purchasing Insight. (s.f.).** Definition of Procurement Vs Purchasing. 22/11/2015, de Purchasing Insight. Sitio web: <http://purchasinginsight.com/resources/what-is/definition-of-procurement-vs-purchasing/>
- Project Management Institute (2013).** Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) Quinta edición; 69,111.

Sehgal, V. (2010). Lean as supply chain strategy. 25/10/2016, de Supply chain musings
Sitio web: <http://www.supplychainmusings.com/2010/10/lean-as-supply-chain-strategy.html>

Tsinopoulos, C; Bell, K. (2009). Supply chain integration systems by small engineering to order companies. Journal of Manufacturing Technology Management, 21, 50-62.

Uusitalo, P., Lidelöw, H. (2015). The struggle of multiple supply chain structures: Theoretical overview. Procedia Economics and Finance 21 (2015) 185 – 192 (616). Tampere, Finlandia: Elsevier.

Vrijhoel, R.; Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. European Journal of Purchasing & Supply Management. 6, p.171.

Yang, J. (2007). How the critical chain scheduling method is working for construction. Cost Engineering, 49, 25-32.

ANEXOS

ANEXO 1

Entrevista realizada el 18 de febrero del 2015 a Gerardo Tirado, Controller de Proyectos en la empresa AUNA. Gerardo se encargó del control de los proyectos: “Clínica Delgado” (Lima), “Clínica Valle Sur” (Arequipa), “Camino Real” (Trujillo) y “Clínica del Parque” (Lima):

1. ¿Qué criterios usan para iniciar un proyecto de TODO TIPO? (construcción de una clínica)

Todo proyecto tiene como objetivo cumplir con lo que se determine en el Plan Estratégico de la empresa. Este consiste en visión, misión, estrategias y el plan operativo que soporta las estrategias, el cual debe expresar el cómo, cuándo y por qué de las acciones que se llevarán a cabo para cumplir las estrategias. En caso el plan estratégico tenga como objetivo expandir y crear una red de clínicas, la empresa optará por hacerlo eligiendo una de 3 estrategias: comprar clínicas en operación, comprar edificios que pueden adaptarse como clínicas o comprar terrenos. Se elegirá la estrategia que sea más rentable y cuyo riesgo sea menor, evaluando cada proyecto individualmente.

La decisión de dónde expandirse dependerá del análisis de mercado que se haga. Para esto, se toma los mercados más desarrollados como potenciales lugares geográficos donde expandirse.

2. ¿Qué criterios toman en cuenta para armar un Gantt de proyecto? Desde la fase preliminar, como lo conceptualizan, ¿se reúnen con todos los stakeholders?

El Gantt se desarrolla de acuerdo al tipo de proyecto a desarrollar. En caso el proyecto se ejecute en simultáneo con la operación (una remodelación, por ejemplo), los tiempos serán muy reducidos y las tareas deberán ejecutarse en paralelo. Esto se decide en conjunto con la clínica que está operando. En el caso de un proyecto donde la clínica será construida, los tiempos pueden tener mayor holgura. Para armar los tiempos de las actividades de este Gantt, se usa la opinión de un experto; es decir, se usa el criterio de una persona que tenga experiencia con proyectos similares. Este experto suele ser un doctor, en el caso de la construcción de clínicas. Al hacerlo, se establece la ruta crítica del proyecto para tener en cuenta las actividades que no pueden retrasarse. En caso ocurra algún retraso con estas, el jefe de proyecto debe justificarlo con el sponsor del proyecto,

quien vela por el cumplimiento de los objetivos del proyecto y el uso de los recursos para esto.

3. ¿Cómo identifican las necesidades del usuario final (i.e. de proceso, tecnológicas, de servicio) del proyecto?

Cuando se define el proyecto, también se define el alcance de este, donde se deciden las especialidades con las que contará. Se puede tomar como ejemplo redes de clínicas a las cuales se quieren parecer para elegir estas especialidades, o en caso se trate de un instituto especializado,

Para definir las necesidades del usuario final, quien sería el doctor, se utiliza también la opinión del experto, quien indicará todos los requisitos que deberá cumplir cada ambiente de la clínica. Estas necesidades se incorporan directamente en el diseño, sirviendo como feedback al arquitecto, por ejemplo.

Otra opción sería tomar la normativa establecida por el MINSA, pero en realidad esto no sería conveniente puesto que podrían no cumplirse las necesidades del usuario final y surgirían problemas. Algo que también limitaría este cumplimiento sería el presupuesto con el que cuenta el proyecto. En ese caso se deberá buscar un intermedio entre la normativa (requisitos mínimos) y la necesidad del usuario final.

4. ¿Qué herramientas cualitativas y cuantitativas utilizan para controlar y medir estatus de los entregables del proyecto? (costos, tiempo, recursos) ¿Existe un método, formal o informal, para medir las incertidumbres y la variación en el cumplimiento de los entregables? ¿Existe un proceso de Feedback? ¿Cuál es el flujo de información, procesos, actividades desde el requerimiento de la necesidad hasta la entrega del proyecto? ¿El cronograma de trabajo es flexible? (sujeto a cambios)

Cuantitativas: Gantt para control de tiempos (Excel o Project) y presupuesto para control de costos (Excel).

Cualitativos: Control de alcance (juntando firmas de acuerdo a los cumplimientos) y opinión de experto.

El método para medir las incertidumbres y la variación dependerá del jefe del proyecto. No existe un estándar, pero existen algunas matrices de riesgos que ayudan a poder mapearlos y a través de indicadores determinar aquellos que podrían tener un mayor o menor impacto sobre el proyecto y así tenerlos en cuenta.

Para el proceso de feedback, tampoco existe un estándar. En AUNA se establecieron reuniones semanales con los gerentes y el sponsor para discutir avances con respecto al cronograma y el presupuesto y se recibe feedback. También se puede recibir feedback por parte del experto. El proceso para esto también dependerá del jefe de proyecto.

El cronograma está sujeto a cambios en caso la ruta crítica sea afectada. En este caso, se deberá sustentar ante el sponsor o el directorio (dependiendo de la magnitud del cambio). El proceso para cambio en cronograma debe ser definido por la empresa.

5. ¿Existe un control o data que pueda recogerse de los principales problemas encontrados durante por etapas (i.e. concepto, diseño, ejecución, etc.)?

La bitácora del jefe del proyecto sirve para anotar las particularidades de los proyectos, registrarlas, llevar un control e informar sobre lo que ocurre y para que la empresa lo pueda usar como aprendizaje para futuros proyectos. Para optimizar este aprendizaje, el director de proyectos podría hacer que los jefes de proyectos interactúen entre sí y compartan lo aprendido para poder replicarlo en el resto de proyectos.

El método para medir las incertidumbres y la variación dependerá del jefe del proyecto. No existe un estándar, pero existen algunas matrices de riesgos que ayudan a poder mapearlos y a través de indicadores determinar aquellos que podrían tener un mayor o menor impacto sobre el proyecto y así tenerlos en cuenta.

Para el proceso de feedback, tampoco existe un estándar. En AUNA se establecieron reuniones semanales con los gerentes y el sponsor para discutir avances con respecto al cronograma y el presupuesto y se recibe feedback. También se puede recibir feedback por parte del experto. El proceso para esto también dependerá del jefe de proyecto.

El cronograma está sujeto a cambios en caso la ruta crítica sea afectada. En este caso, se deberá sustentar ante el sponsor o el directorio (dependiendo de la magnitud del cambio). El proceso para cambio en cronograma debe ser definido por la empresa.

6. ¿Existe una definición para el nivel de servicio? ¿Cómo lo miden y corrigen (o como quisieran medirlo) en caso de haber deficiencias? ¿Saben de alguna buena práctica en el mercado?

Nivel de servicio para el proyecto: Qué tan rápido el equipo de proyecto responde a las necesidades del usuario final y si se entrega con la calidad que necesita a tiempo a la operación cumpliendo con el presupuesto asignado. No hay una encuesta de satisfacción para el usuario. Debido a que existe una línea muy delgada entre el fin del proyecto y el inicio de operaciones, parte del equipo del proyecto se queda en la operación para responder ante cualquier problema que surja. Se definirá si será temporal para luego rotar a otro proyecto o si se transformará en un área de mantenimiento de la clínica.

7. ¿Cómo diseñan la cadena de abastecimiento del proyecto? ¿Cómo planifican el sourcing?

Básicamente lo define el jefe de proyecto, propone las alternativas que hay para compras. La metodología es que el jefe de proyecto pedía autorización al gerente con 3 alternativas de proveedores, se llevaba al sponsor del proyecto y es éste quien decide con qué proveedor se trabaja. Con respecto al sourcing, se le transfiere el riesgo al proveedor, ya no se necesita un almacén sino es quien el proveedor que se encarga de abastecer al proyecto con los materiales conforme lo va necesitando. El servicio de construcción se externaliza, la empresa solo se encarga de supervisar y mantener el control y auditoría de los hitos del proyecto.

8. ¿Cómo hacen el planeamiento de materiales MRP?

Como empresa de salud, todo el riesgo se le transfiere a la constructora tanto a nivel de tiempo como costos.

9. ¿Tienen estrategias flexibles en base a la magnitud de proyectos?

Depende de la experiencia que tenga la empresa en reaccionar, se puede optar por parar el proyecto, se puede cambiar de proveedor, pero depende mucho de cómo se negoció al principio. Pero esto también toma mucho tiempo, sobre todo por el tema legal y contractual, el mayor problema era la licitación.

10. ¿Tienen algún esquema o estándar de clasificación de sus proyectos?

Sí, tenemos la clasificación de compra terrenos, compra de operaciones en curso o compra de edificios abandonados. Otra clasificación es por inversión, por megaproyectos, proyectos medianos y simples remodelaciones (proyectos más pequeños). Los rangos de inversión no están definidos, depende de la empresa.

11. ¿Cuáles son las principales ineficiencias que ha experimentado?

Los principales aprendizajes se desarrollaron con el input del usuario final, quien veía qué era lo que necesitaba y no encontraba. Se incorporó el feedback del usuario final; pero con debido control para que no se exceda en sus peticiones. Otro aprendizaje es que un proyecto interviene stakeholders externos (MINSA, ESSALUD, INDECI) dependiendo del sitio, con lo cual incorporamos un recurso que se encargue de interactuar con los órganos regulatorios. Algo común que siempre ocurría en distintos en los proyectos eran las deficiencias de las cadenas de abastecimiento del proveedor, donde se retrasaba en las entregas de sus trabajos. El problema aquí era que tu poder de negociación llegaba solo hasta el proveedor, no teníamos poder sobre el proveedor del proveedor. Dependiendo de la magnitud ya optamos por medidas correctivas, es decir, penalidades.

12. ¿posibilidades de estandarizar procesos?

No se realiza, pero es muy recomendable. Se puede estandarizar reuniones semanales con el directorio para informar del avance, o que el presupuesto presentado debe incluir ciertos puntos básicos para la elaboración del proyecto. Debe estandarizarse los planes de proyecto, conforme se van desarrollando los proyectos, se van agregando líneas y detalles a los planes de presupuesto. Sería correcto estandarizar, para mantener un orden al momento de empezar un nuevo proyecto. Puede estandarizar desde la forma en que se va a desarrollar el proyecto, que sería más sano que empezar todo desde cero.

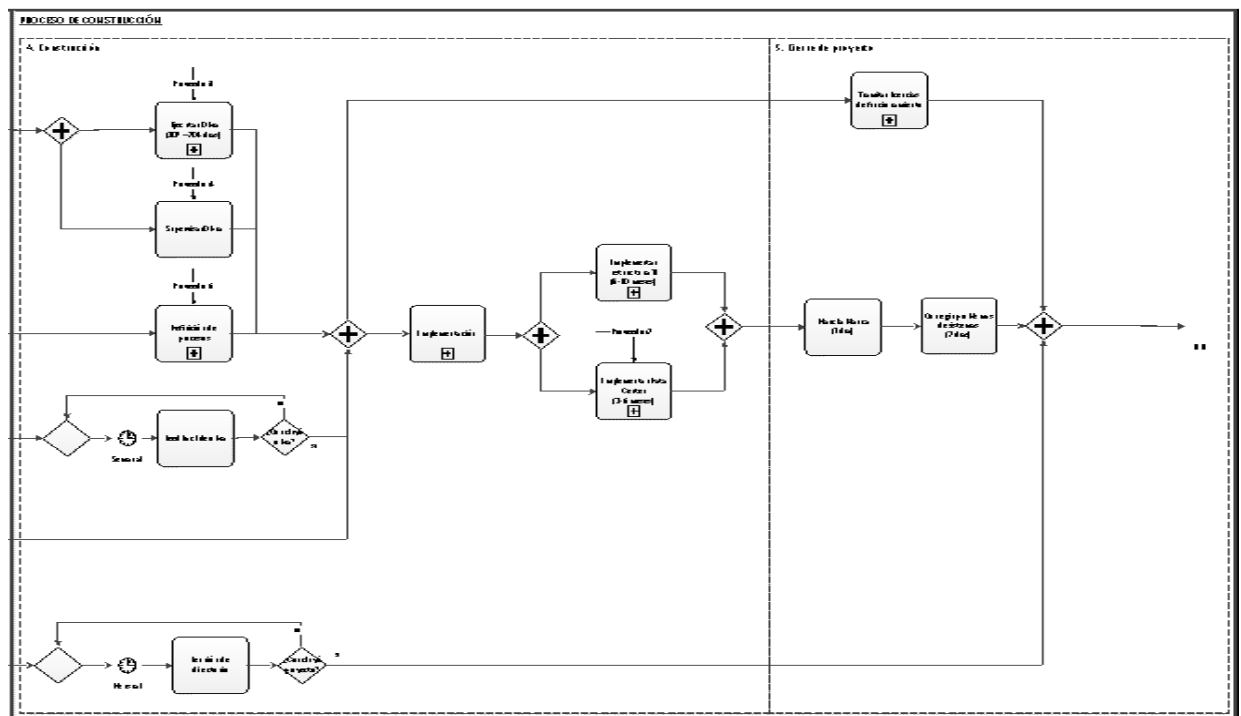
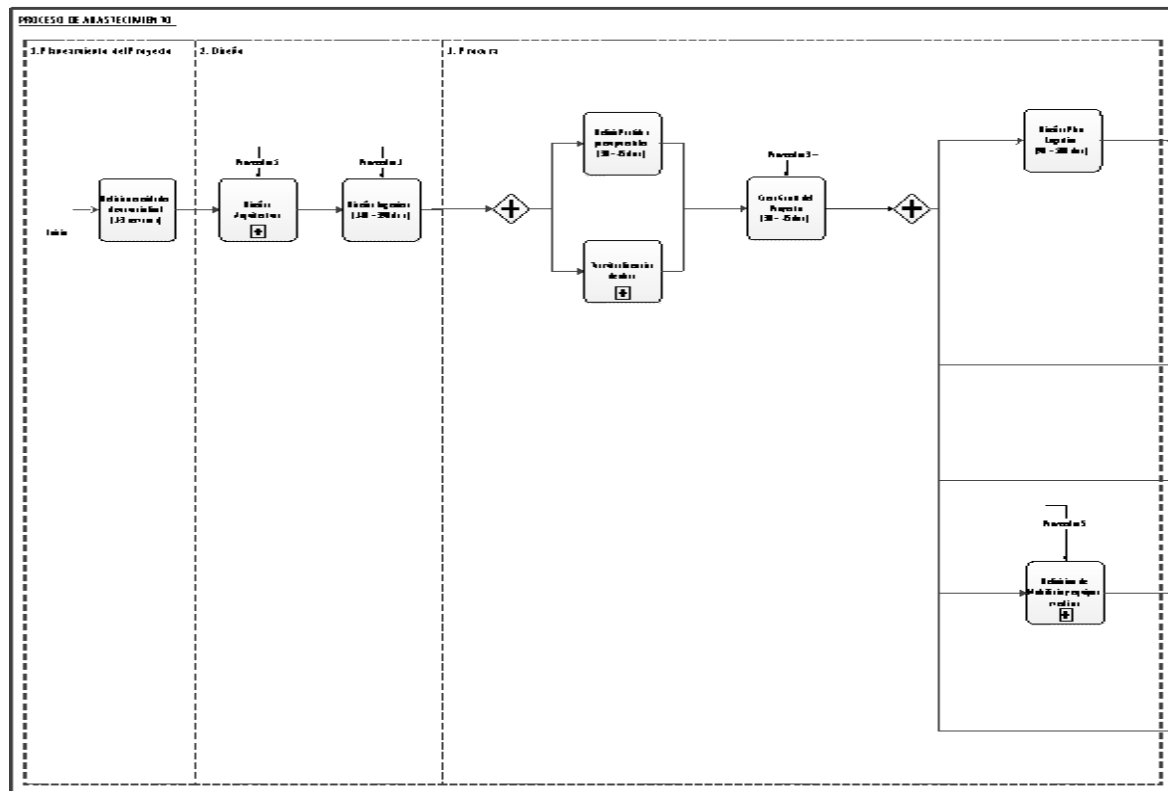
13. ¿tienen estándares de sostenibilidad y prácticas verdes?

En la construcción sí, la empresa define que el edificio sea verde, que no genere impactos negativos. A partir de esto se contrata el servicio. Para la clínica Delgado se contrató una asesoría externa para que nos indique qué parámetros debemos cumplir, así como con la certificación.

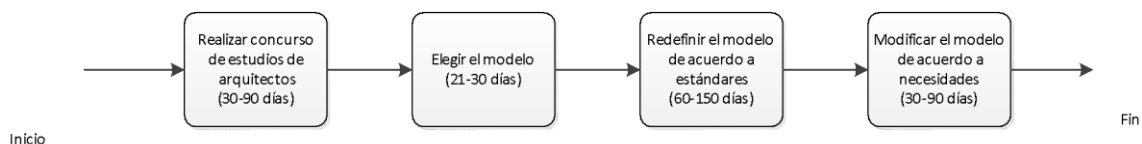
14. ¿Tiene un organigrama estándar para el área de proyectos? ¿Cada cargo tiene un perfil definido?

Depende, la empresa a veces opta por un tipo de organigrama. Puede ser un esquema funcional, tenemos al jefe de proyecto que puede ser médico que trabaja también en la operación. También puede ser matricial, gente de operación que brinda información sobre el usuario final, tipo asesoría, que trabaja en conjunto con la gente de proyectos que se encargaba de la ejecución de lo propuesto por la operación. En AUNA se trabaja actualmente con un organigrama matricial, donde la gente del proyecto tiene mayor libertad para realizar el proyecto. En cuanto a los perfiles, sí se encuentran definidos, el problema era el tipo de proyecto pues se necesita un tipo específico de personal y en el mercado era difícil encontrar por lo que se tuvo que improvisar un poco. Se trajo gente con experiencia en proyectos en general, pero con el criterio para aprender a realizar un proyecto de salud. Igual se toma en cuenta la curva de aprendizaje. El jefe de obra debía tener no solo en cuenta la obra sino la implementación, diseño, planificación, operación y ejecución. Lo que va debajo del jefe de proyecto tienes al arquitecto (diseño), ingeniero civil (obra), controller y al implementador. La estructura del organigrama varía dependiendo de la magnitud del proyecto, lo básico siempre era un ingeniero civil, un arquitecto y un controller. También a veces se puede contar con asesores externos.

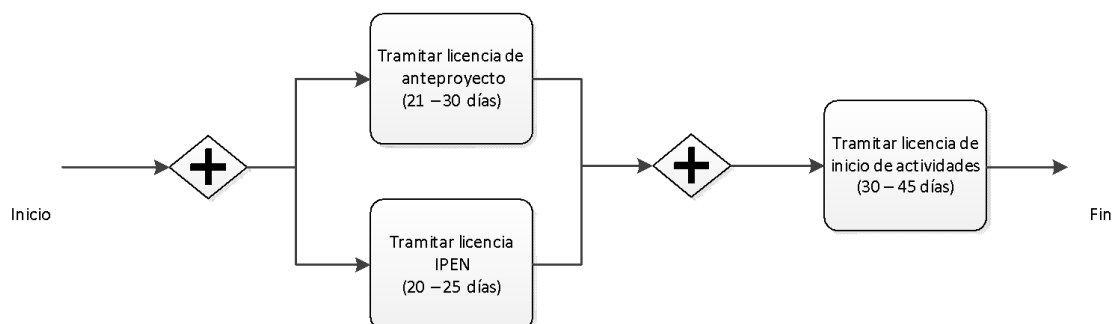
ANEXO 2



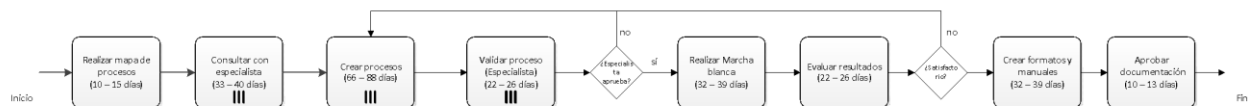
Diseñar Arquitectura



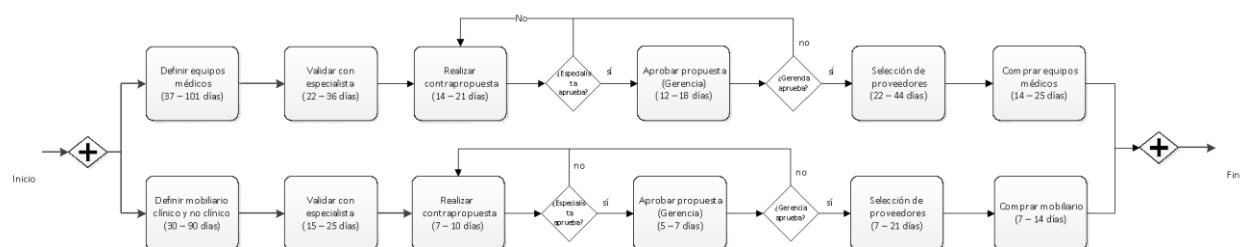
Tramitar licencias de obra

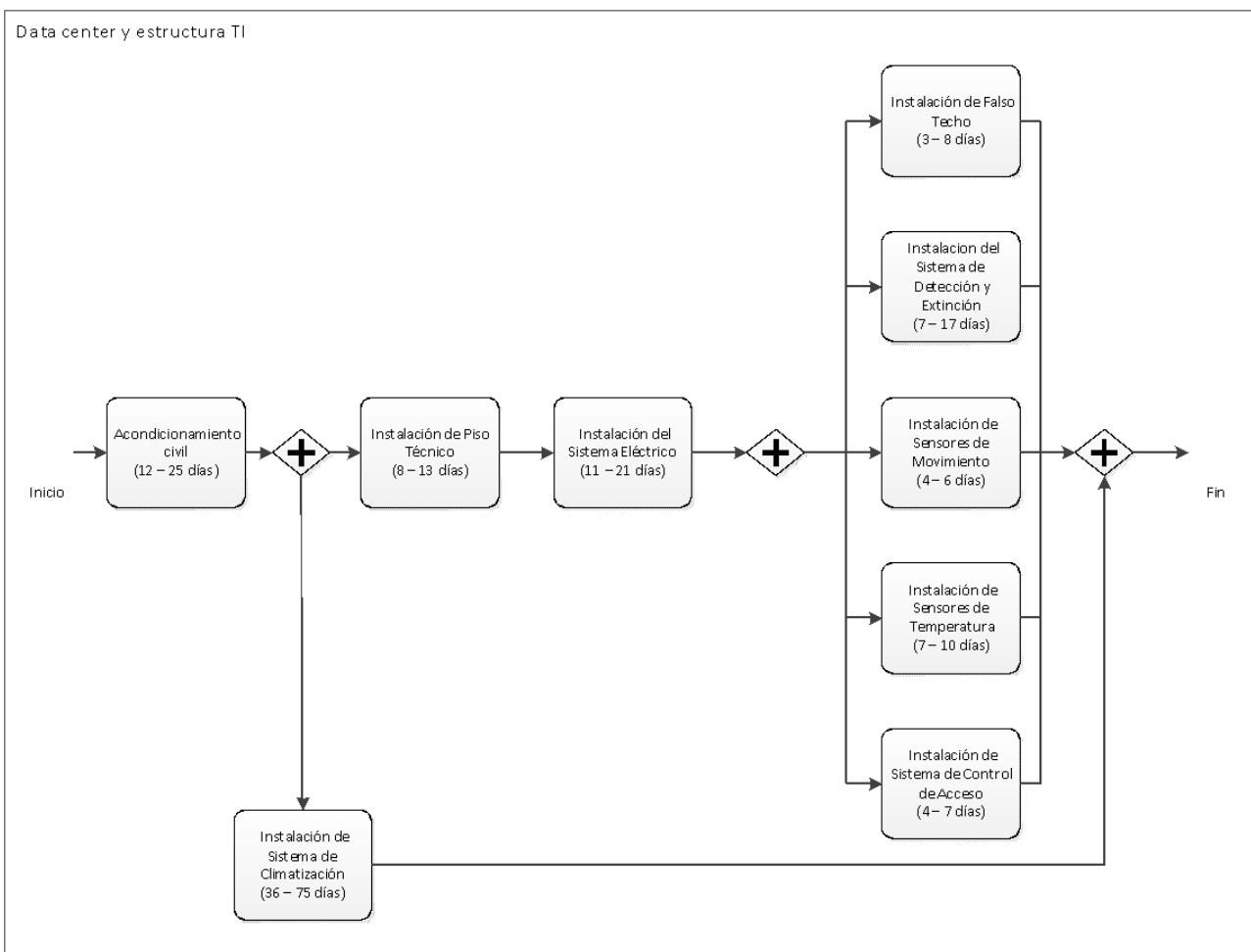
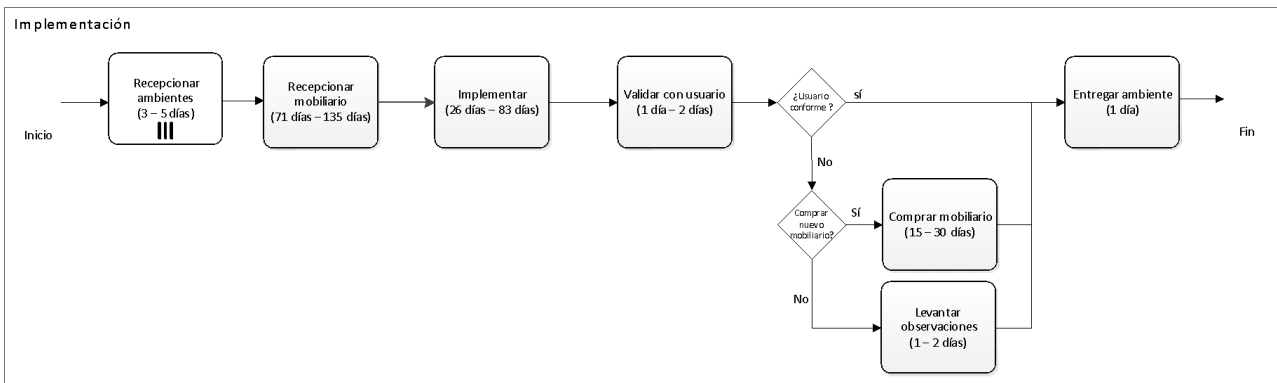


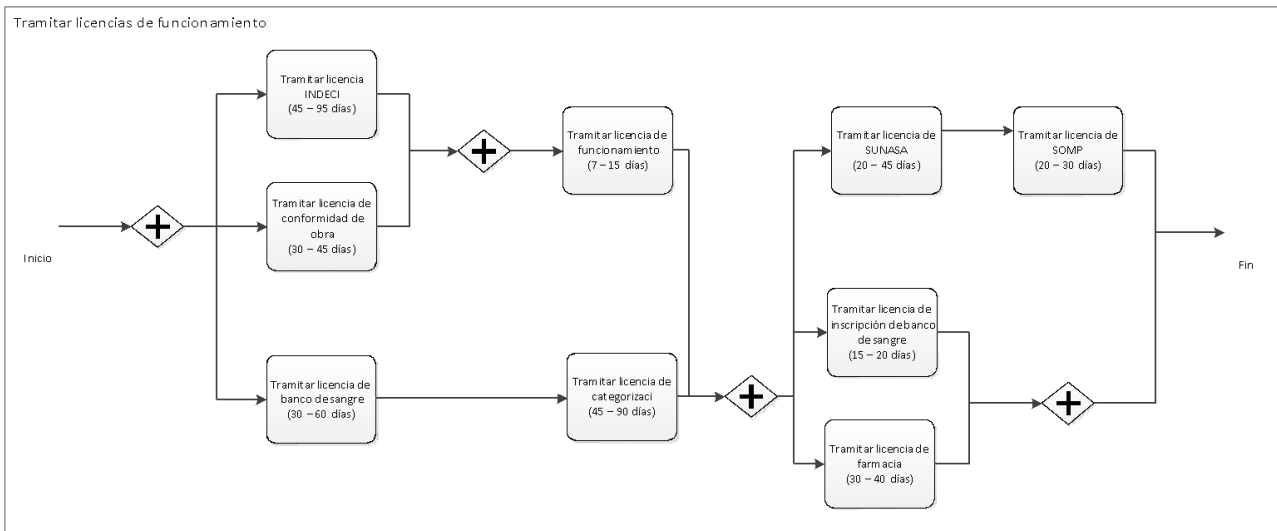
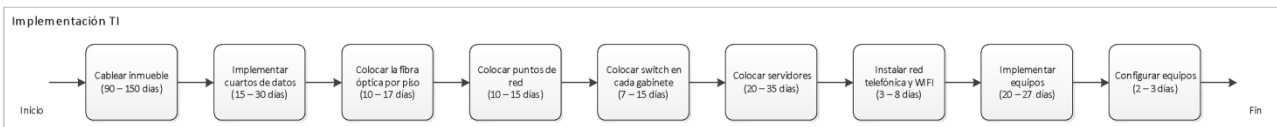
Definición de procesos



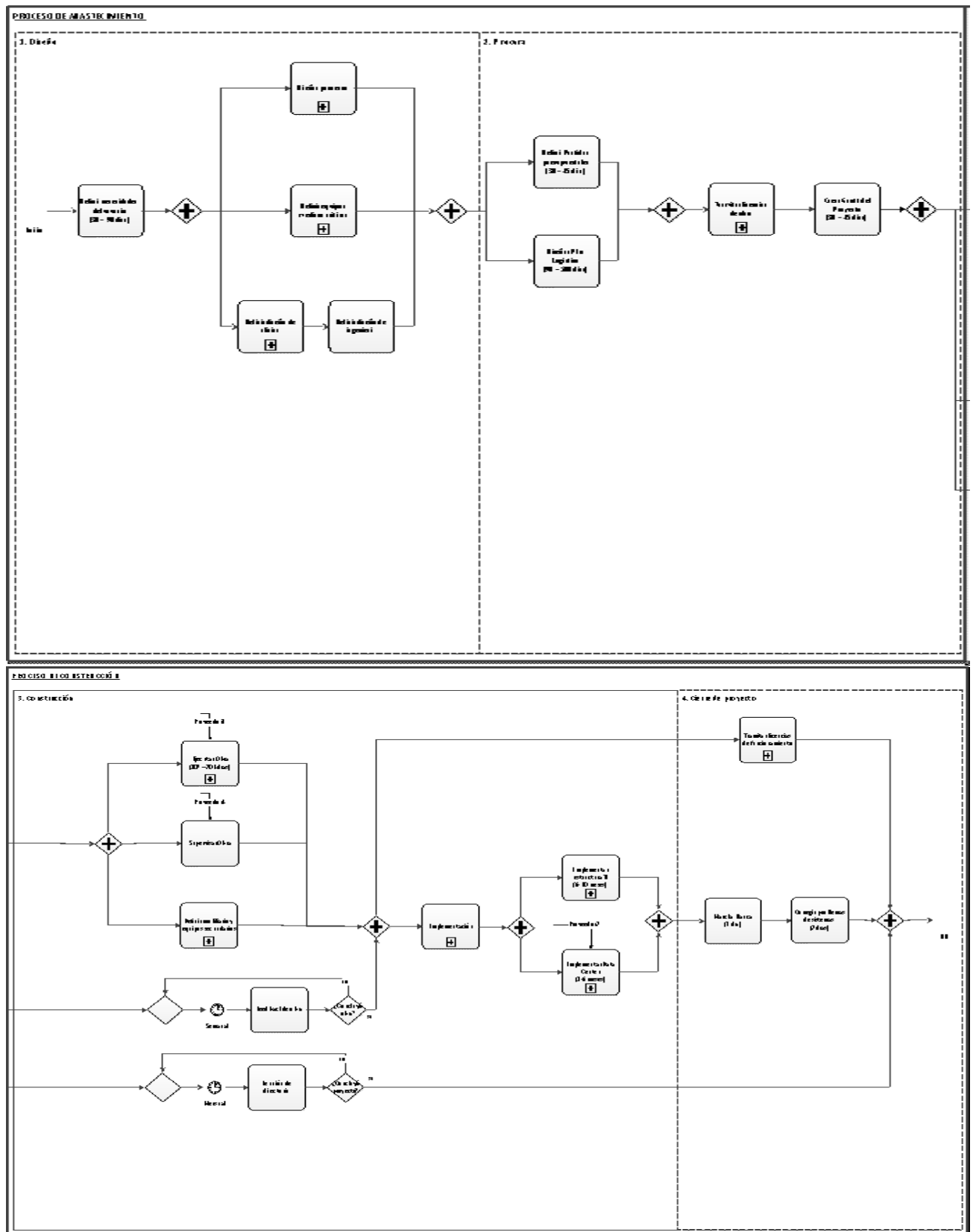
Definición de equipos médicos y mobiliario







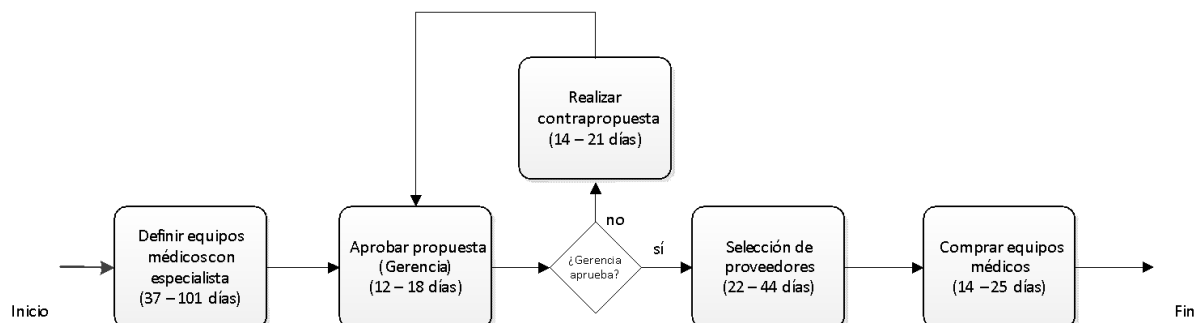
ANEXO 3



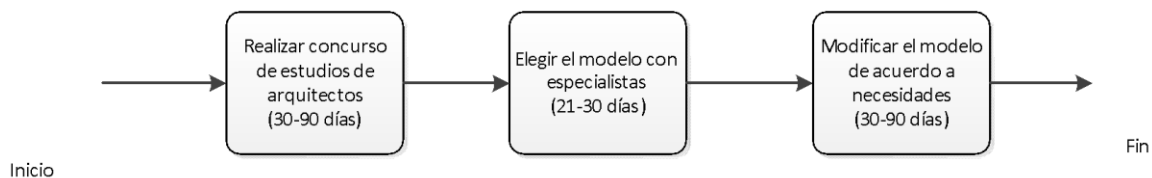
Definición de procesos



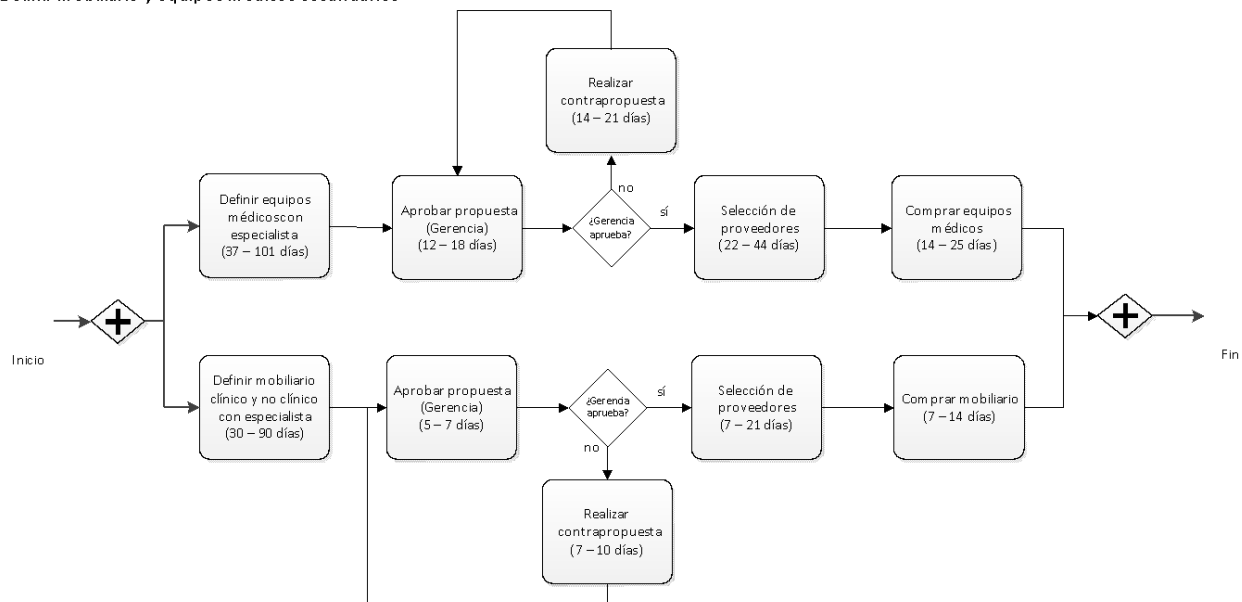
Definir equipos médicos críticos



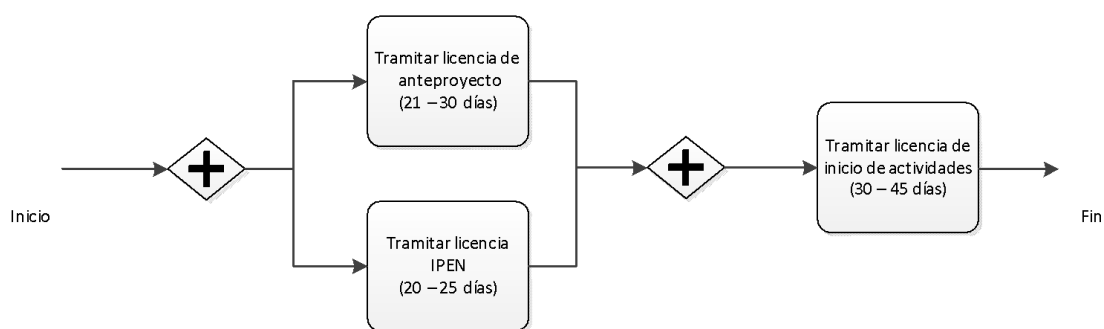
Definir Diseño de clínica



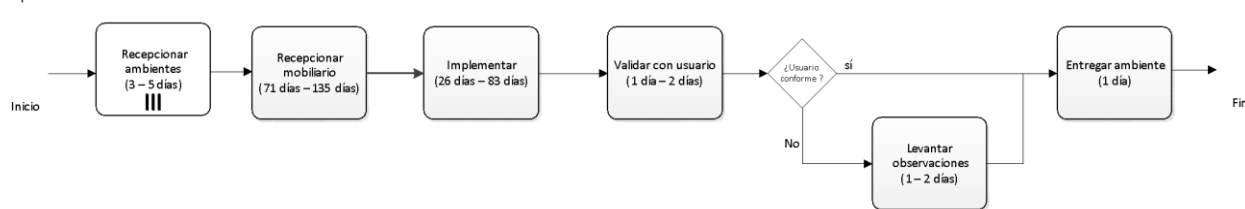
Definir mobiliario y equipos médicos secundarios



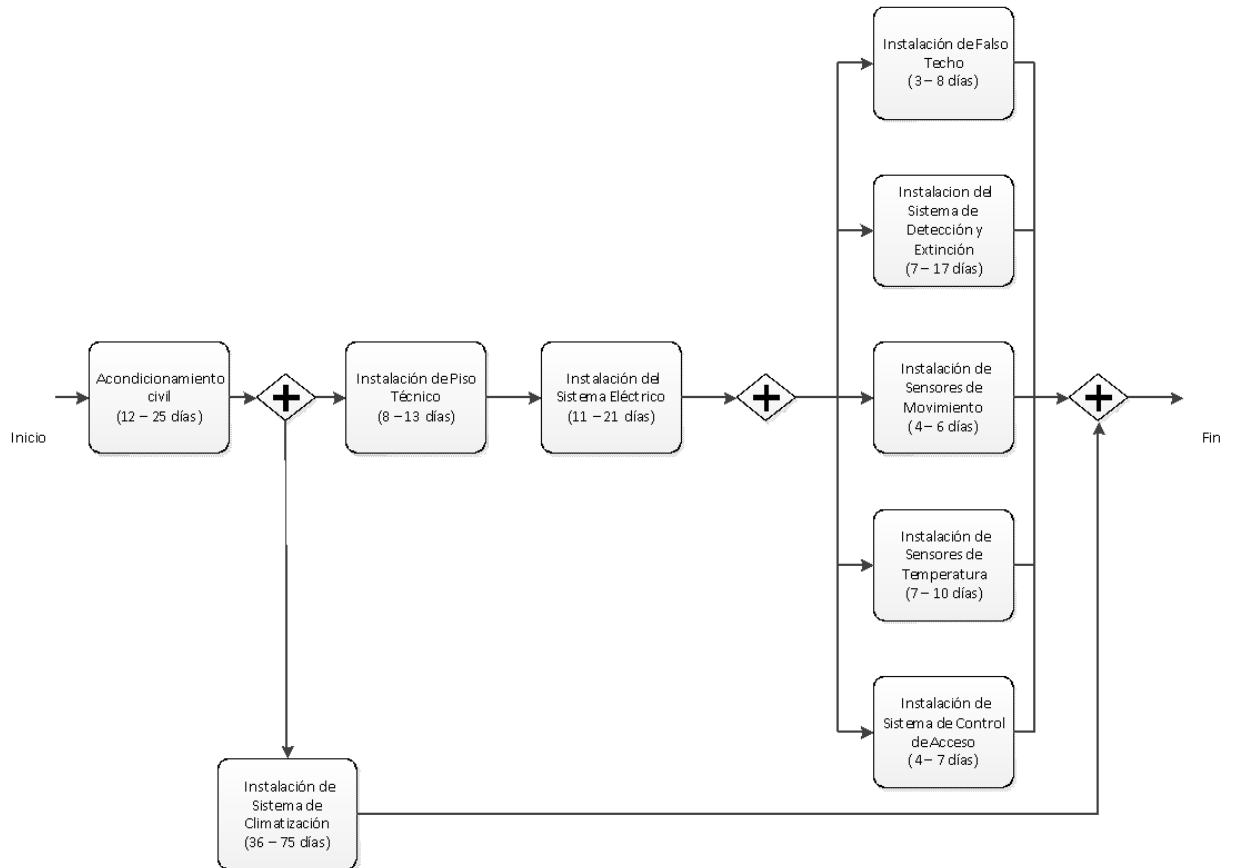
Tramitar licencias de obra



Implementación



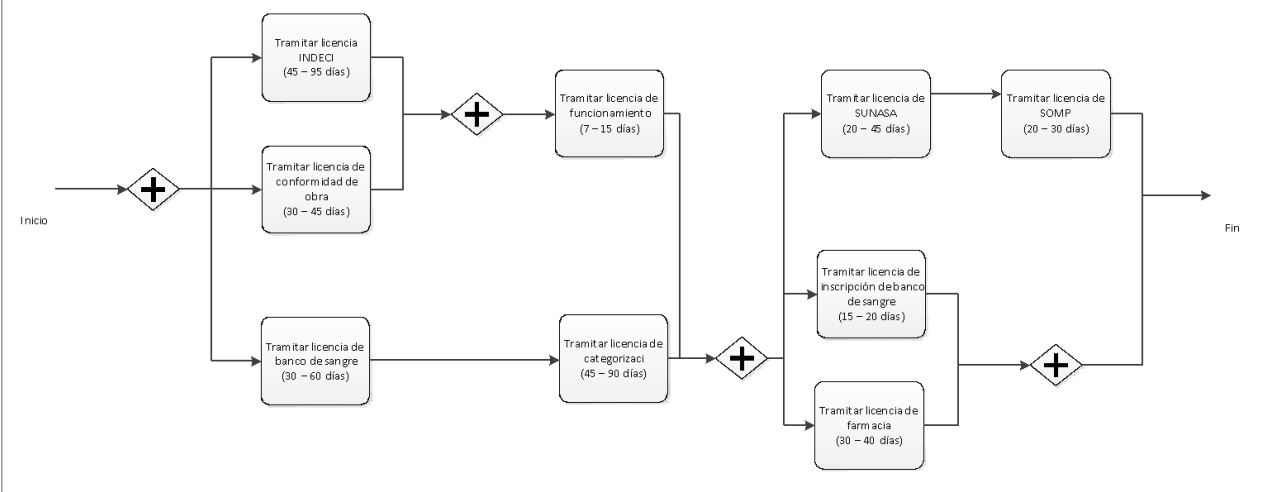
Data center y estructura TI



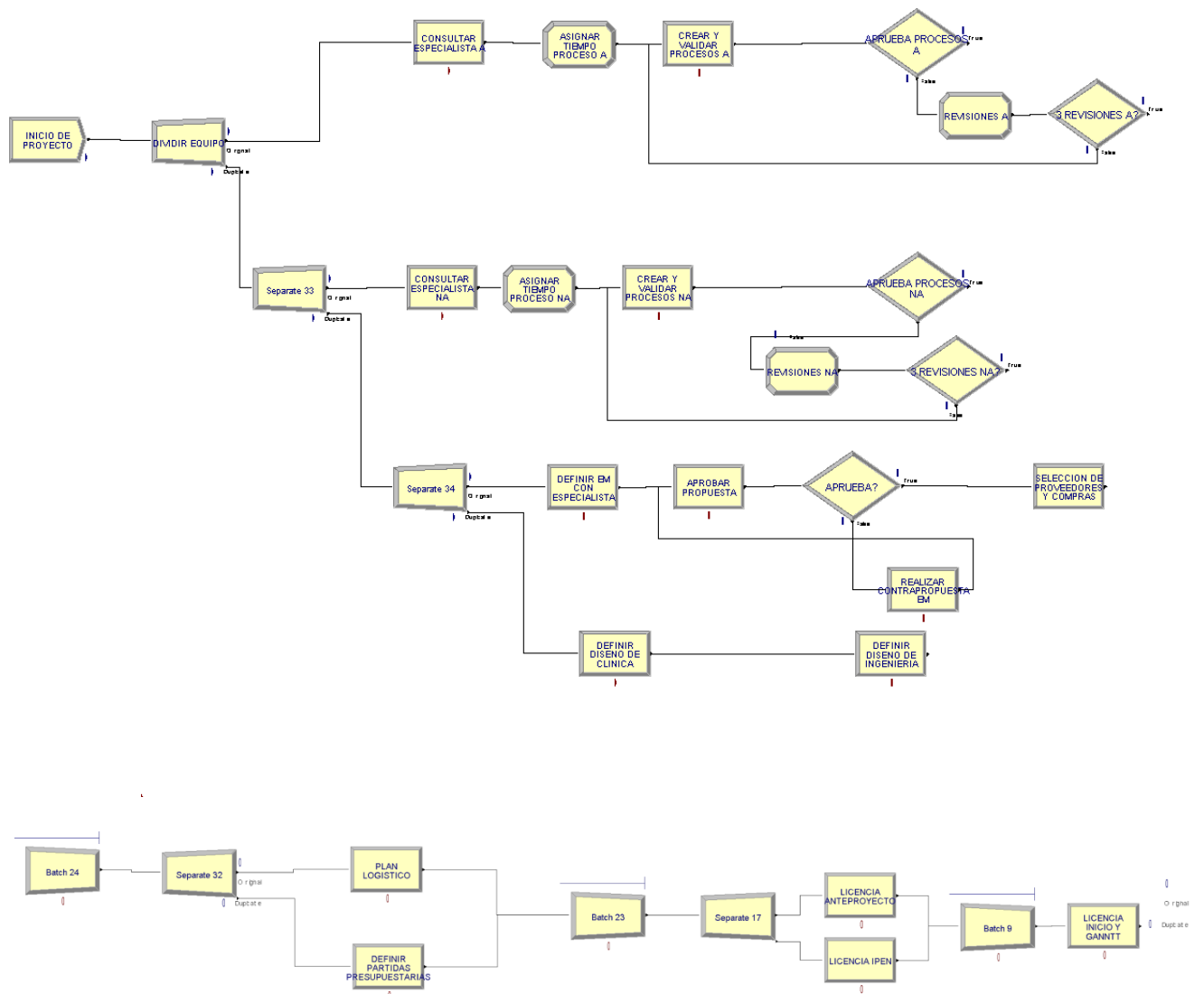
Implementación TI

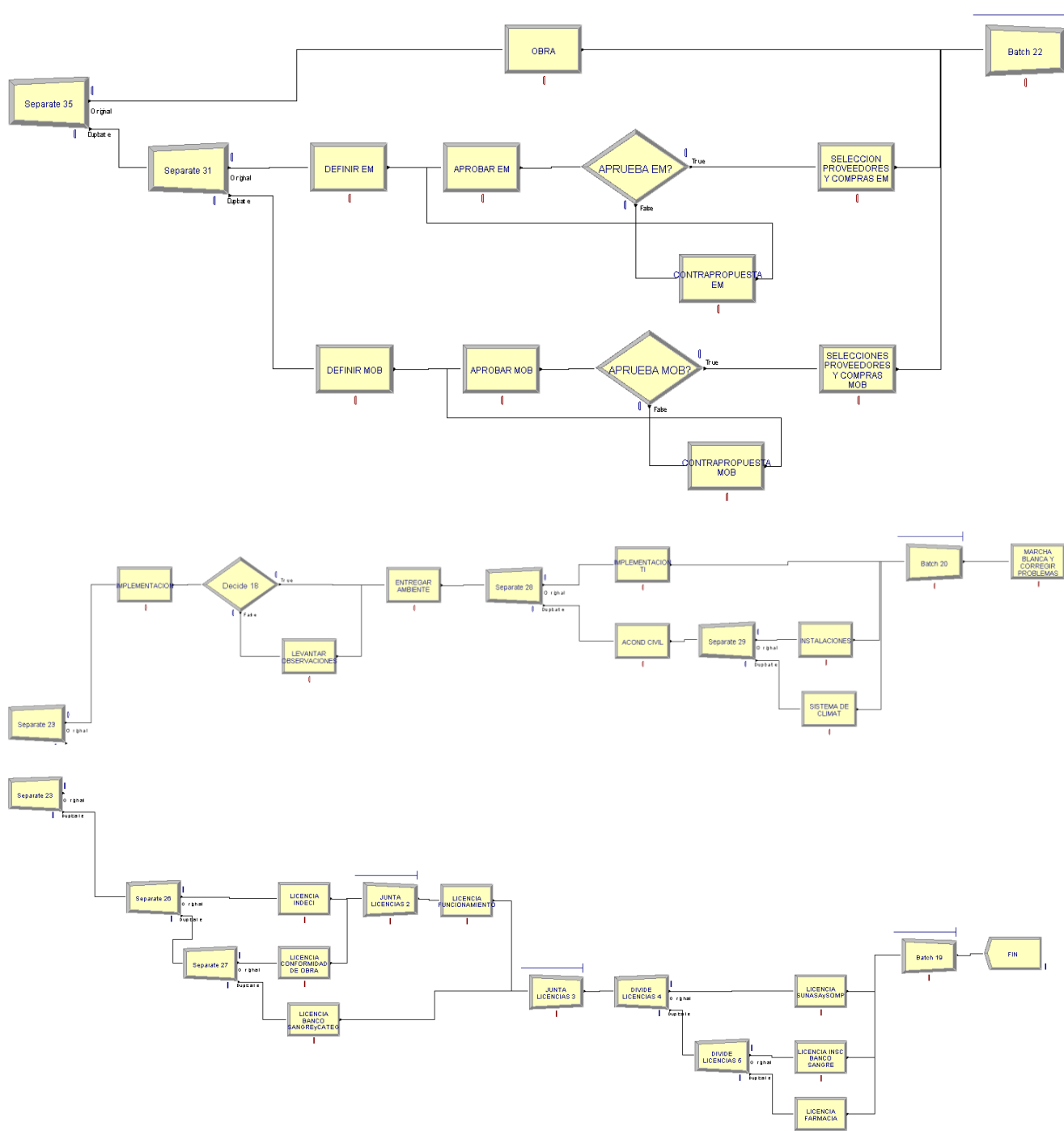


Tramitar licencias de funcionamiento



ANEXO 4





ANEXO 5

Nº Adicional	Detalle	Costos
Adicional 001	Picado muro anclado	2,882.74
Adicional 002	Anclajes de acero en muro pantalla	1,163.63
Adicional 003	Recreación de elementos verticales de la estructura	5,820.62
Adicional 004	Acelerador lineal modificación de planos contractuales	101,734.66
Adicional 005	Desencofrado	1,721.80
Adicional 006	Habilitación de fierro	2,843.70
Adicional 007	Encofrado	5,439.54
Adicional 008	Pos tensado de vigas	37,849.21
Adicional 009	Picado para nuevas dimensiones de acelerador lineal	11,051.50
Adicional 010	Acelerador Lineal - Concreto	54,232.00
Adicional 011	Modificación de diseño en el acelerador lineal	80,042.29
Adicional 012	Braquiterapia	30,759.00
Adicional 013	Picado de elementos verticales y muro anclado	13,546.03
Adicional 014	Trabajos de estructuras y albañilería en los sótanos 2,3,4 y 5	12,245.24
Adicional 015	Sistema Pos Tensado del piso 1, 2 y 4, Edif. 4 pisos	62,421.00
Adicional 016	Picado de muro anclado sótano 1	17,095.00
Adicional 017	RFI's correspondientes a incrementos de metrados y/o partidas nuevas	15,264.38
Adicional 018	Suministro e instalaciones de Muro Cortina	133,718.05
Adicional 019	Cambio de dimensiones de los ascensores de servicio Nº 01 y 02 (Montacamillas)	38,230.59
Adicional 020	Cambios tabiquería de dryw all	25,221.27
Adicional 021	Incremento de medida de la puerta de las habitaciones	16,638.80
Adicional 022	Sistema de comunicaciones - 20% Valorizado	291,283.04
Adicional 023	Cambios Planta 4 (habitaciones nuevas)	372,000.00
Adicional 024	Modificación de planos de estructuras del sótano 2 al cuarto nivel	324,000.00
Adicional 025	Demolición de muros de albañilería encima de la viga solera	32,156.62
Adicional 026	Estructura Metálica de soporte del muro cortina en azoteas	228,666.41
Adicional 027	Reforma por incompatibilidad entre los planos de Arq. y Est (junta entre edificios)	81,631.51
Adicional 028	Escaleras metálicas Nº 04 y Nº 05	64,415.94
Adicional 029	Cambio diámetros gases medicinales	53,879.13
Adicional 030	Estructura de soporte del sistema Fundermax	69,953.56
Adicional 031	Muro inclinado fachada sur	42,518.26
Adicional 032	Caseta Supervisión	16,560.00
Adicional 033	Demolición del tercer tramo de escalera, escaleras Nº 02	3,251.39
Adicional 034	Soporte de fachada del patio central	37,612.37
Adicional 035	Cambio de muros de albañilería armada por muros de dryw all (2do, 3er y 4to piso)	563,565.23
Adicional 036	Estructura metálica fachada Sur	18,880.33
Adicional 037	Demolicion de volado del eje J	1,822.35
Adicional 038	Demolición de losa y refuerzo de ducto de ventilación	3,926.32
Adicional 039	SPLIT en sala de reuniones AUNA	1,432.44
Adicional 040	Losa flotante de apoyo a Chillers	2,793.90

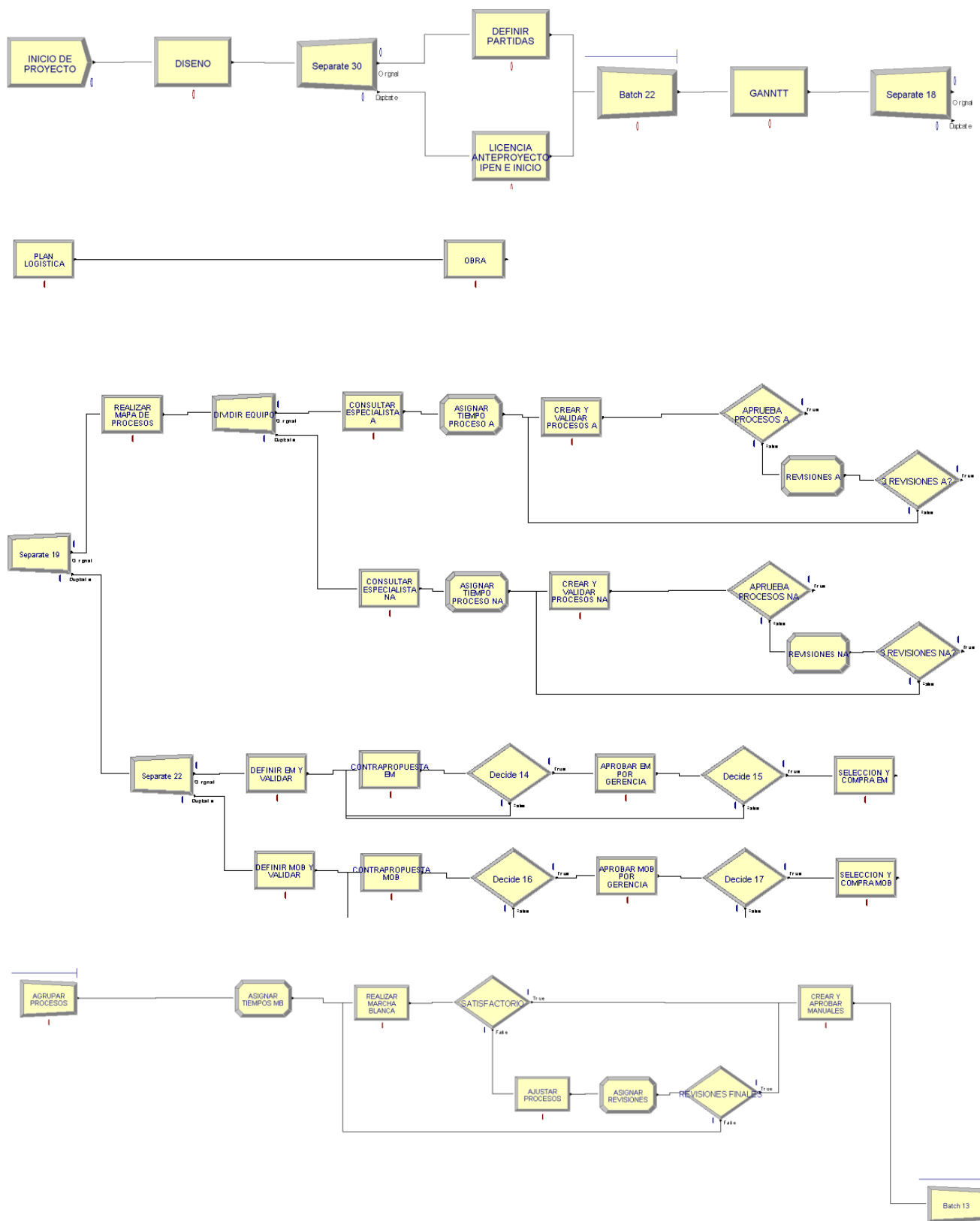
Adicional 041	Montapaquetes	5,399.00
Adicional 042	Junta estanca para mejor acusticidad de habitaciones	19,430.28
Adicional 043	Ejecución de escalera metálica N° 07	25,370.84
Adicional 044	Diferencias de mediciones en estructuras desde piso 5 a 11	185,389.96
Adicional 045	Cambio de Relé media tensión	2,878.34
Adicional 046	Suministro de gases de nebulización, tomas de gases adicional	11,018.89
Adicional 047	Cambios de instalaciones en ambientes de emergencia	11,081.73
Adicional 048	Instalación de gases CO2	46,367.36
Adicional 049	Extracción del Parking	277,374.01
Adicional 050	Modificaciones diagnóstico por imágenes P1	40,870.17
Adicional 051	Modificaciones Red de Tierras	31,113.08
Adicional 052	Detección CO Parking	43,622.16
Adicional 053	Cableado Estructurado	694,677.30
Adicional 054	Canalización duplicada para brazos Paciente-Enfermera	2,902.03
Adicional 055	Iluminación completa obra	79,333.93
Adicional 056	Modificaciones consultorios P2 y P3	5,988.24
Adicional 057	Nuevas TTCC y de data en pasillo de UCIS	1,925.53
Adicional 058	Estructura metálica para torretas de anestesia y lámparas cialíticas	40,272.27
Adicional 059	Ejecución de estructura metálica para Angamos - Borgoño	119,984.52
Adicional 060	Bancadas para bombas de agua ubicadas en la azotea del edificio de 4 pisos	3,770.27
Adicional 061	Pasarela de ductos técnicos (Pisos del 1 al 10)	842.63
Adicional 062	Ensanche de muros de Braquiterapia	4,820.83
Adicional 063	Sellos cortafuegos en sótanos 5,4,3,2, 1	187,586.34
Adicional 064	Cambio de bisagras de puertas de baño de habitaciones	5,208.18
Adicional 065	Puertas automáticas de cirugía	73,780.61
Adicional 066	Tarrajeo y pintura de muros exteriores - Atrio	32,858.98
Adicional 067	Tabiques de Superboard en muros inclinados frente a Angamos	22,516.05
Adicional 068	Cambio de cerraduras tipo pomo a manijas	17,386.11
Adicional 069	Empaste en muros, placas y columnas tarrajeadas en zonas específicas	16,433.67
Adicional 070	Sistema de fijación Fundermax en FCR pegado	107,796.96
Adicional 071	Silenciadores del sótano - Kool Air (Se presenta Opción A y Opción B) OPCION A	84,857.07
Adicional 072	Estructura metálica para cabecero	46,500.00
Adicional 073	Splits de las garitas	9,081.41
Adicional 074	Llamado de enfermería - está amarrado con el deductivo 19 (no se cobra GG ni utilidad)	283,323.34
Adicional 075	Suministro e Instalación de extractores de garitas y cuarto de residuos	8,047.66
Adicional 076	Puertas telescópicas Manusa	9,051.67
Adicional 077	Cambio de mármol travertino a porcelanato - Diseño especial	67,602.22
Adicional 078	Fundermax en frentes de ascensores	52,500.00
Adicional 079	Incremento de caja de sombra	152,831.40
Adicional 080	Cambio en cabeceros	48,365.86
Adicional 081	Bancadas de UMAS	15,757.83
Adicional 082	Tratamiento de resane e impermeabilización	3,793.81
Adicional 083	Barandas de vidrio en puentes de Atrio	35,000.00
Adicional 084	PAC aluminio en muro sobre SKYLIGHT - ATRIO	9,485.91

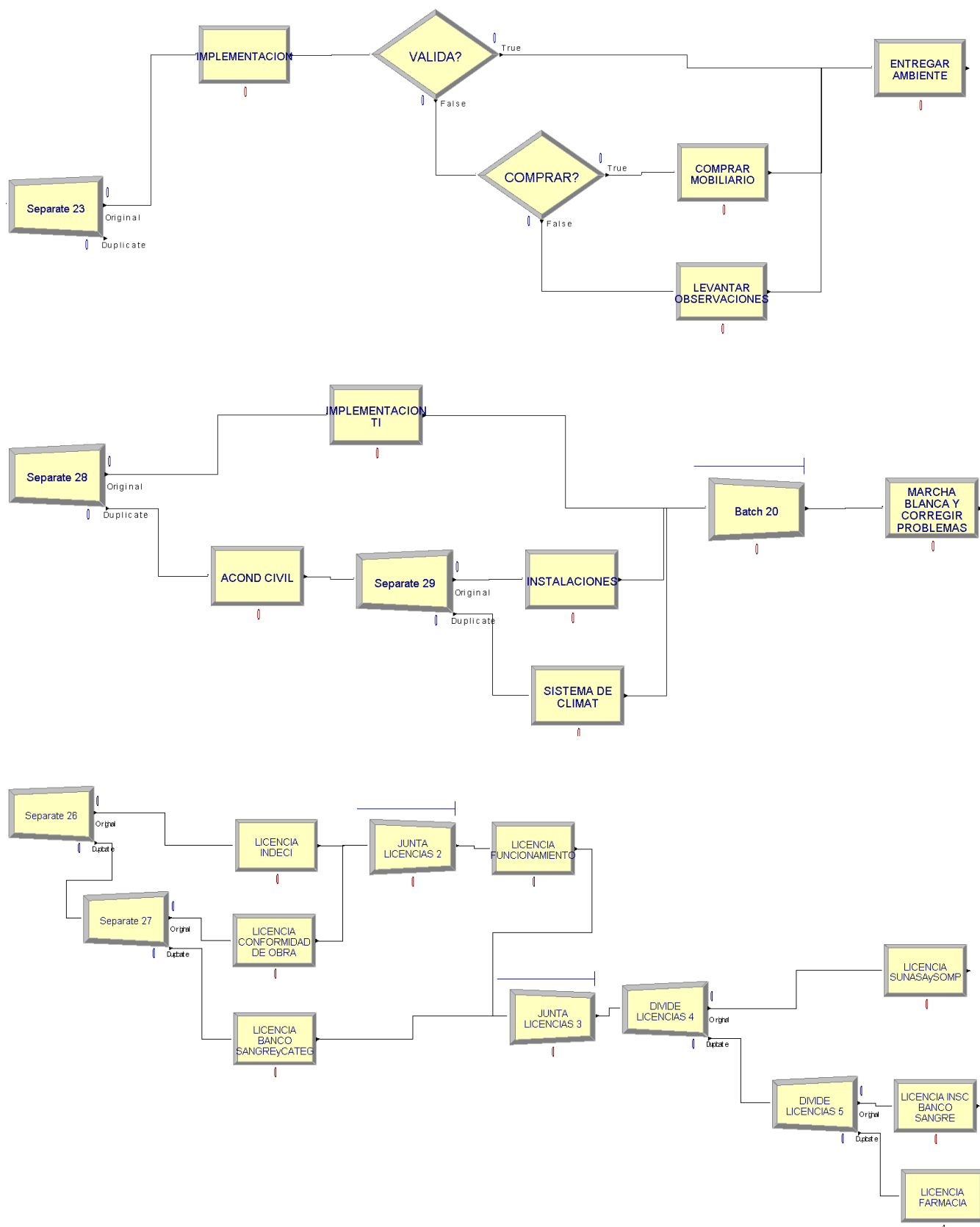
Adicional 085	Estructuras de ambiente para gases medicinales	16,436.43
Adicional 086	Escalera 6 y losas ascensores, Villa Mercedes	11,383.14
Adicional 087	Muros inclinados de concreto en jardineras	20,312.54
Adicional 088	Muros inclinados de concreto ducto Angamos	13,715.95
Adicional 089	Sobrecimientos	26,994.98
Adicional 090	Placa rampa Borgoño	15,004.39
Adicional 091	Losa ducto de ventilación techo sótano 1 y caja fuerte	8,711.82
Adicional 092	Picado de cajuelas para anclas	39,140.77
Adicional 093	PAC en muros ciegos	31,953.96
Adicional 094	Barras antipánico para mamparas de vidrio	54,107.60
Adicional 095	Reparación de contrapisos	184,012.71
Adicional 096	Estructura metálica para torretas de Cesárea	19,807.70
Adicional 097	Preparación de puertas y cerrajería palanca para puertas cortafuego	20,890.30
Adicional 098	Puerta resistente al fuego y emplomada en Imágenes - Fluoroscopia	3,725.71
Adicional 099	Trasdosados en salas de cirugía	14,932.60
Adicional 100	Cambio de vidrio templado a templado laminar	35,819.93
Adicional 101	Adicional sala cateterismo - gases medicinales	9,831.78
Adicional 102	Adicional sala citoscopia- gases medicinales	9,122.33
Adicional 103	Modificación EGA - gases medicinales	2,788.23
Adicional 104	Tomas CO2 - gases medicinales	1,159.59
Adicional 105	Cambio diámetro tubería general aire motriz - gases medicinales	2,472.06
Adicional 106	Cambio en observación pediátrica - gases medicinales	6,486.17
Adicional 107	Cambios en esterilización	1,441.98
Adicional 108	Cambios en planta 1	5,632.91
Adicional 109	Cambios en endoscopias	753.20
Adicional 110	CCTV	210,224.06
Adicional 111	Conmutación habitación	26,919.68
Adicional 112	Entubado de instalaciones de control de acceso	12,705.20
Adicional 113	Instalación de equipos y cableado control de accesos	176,593.63
Adicional 114	Bandeja de recogida en quirófanos	2,961.05
Adicional 115	Cambio de iluminación en economato sótano 1	2,218.05
Adicional 116	Canalización Sala Híbrida	2,195.99
Adicional 117	Modificaciones Quimioterapia	17,273.69
Adicional 118	Est. Metálica para el store front	145,000.00
Adicional 119	Estructura Metálica Store front	145,000.00
Adicional 120	Muro de concreto esquina Angamos - Borgoño	6,118.78
Adicional 121	Sanitarios	106,200.00
Adicional 122	Mobiliario fijo	67,619.06
Adicional 123	Perfilado de junta con mortero epóxico en juntas sísmicas de sótanos	14,954.44
Adicional 124	Aplicación de recubrimiento epóxico en Hall de ascensores, 2 capas	15,489.11
Adicional 125	Perforación taladros en torretas para instalación de lámparas y columnas	3,049.25
Adicional 126	Iluminación	66,804.15
Adicional 127	Depósito GLP	58,000.00
Adicional 128	Alumbrado exterior	179,889.35

Adicional 129	Cambio de mármol travertino a PAC y fundermax en atrio - diseño especial	153,610.37
Adicional 130	Modificación de acabado de piso y muro exterior y de piso y muro en patio central	129,553.99
Adicional 131	Superboard en patio central	38,177.16
Adicional 132	Fundermax y estructura auxiliar en esquina inclinada Angamos con Borgoño	57,000.00
Adicional 133	Fundermax y estructura auxiliar en esquina inclinada Angamos con Borgoño 2do piso	57,000.00
Adicional 134	Sistema de riego	23,793.58
Adicional 135	Fuente	18,123.46
Adicional 136	Fundermax y estructura auxiliar en esquina inclinada Angamos con Borgoño 2do piso	4,700.00
Adicional 137	Helipuerto	731,386.68
Adicional 138	Impermeabilización de rejillas en la cocina	2,847.36
Adicional 139	Iluminación fachada ventilada atrio	22,211.00
Adicional 140	Tratamiento de resane antes y después de la impermeabilización de las cisternas	7,443.75
Adicional 141	Puerta cortafuego y de madera	23,000.00
Adicional 142	Obras civiles	115,000.00
Adicional 143	Lector de tarjetas de ascensores	64,452.50
Adicional 144	Pisos y pavimentos	12,910.39
Adicional 145	Sellos cortafuego en juntas de dilatación	14,688.22
Adicional 146	Incremento de toma corrientes en habitaciones	12,500.00
Adicional 147	Accesorios puertas cortafuego	9,828.90
Adicional 148	Contrazócalos	8,809.35
Adicional 149	Reforma en economato	1,142.44
Adicional 150	Transformador para GPI	5,591.42
Adicional 151	Alumbrado mezanine	2,709.49
Adicional 152	Tabique de drywall	10,034.94
Adicional 153	Reforma en obstetricia	10,018.23
Adicional 154	FC en sala de esfuerzo	5,609.56
Adicional 155	Protectores de camillas	37,000.00
Adicional 156	Desmontaje de cabeceros de fundermax (5to piso) y desmontaje de placas de fundermax	3,783.85
Adicional 157	Varios	6,000.00
Adicional 158	Acabados en sótanos 3,4 y 5	18,461.17
Adicional 159	Instalaciones en cocina	82,000.00
Adicional 160	Instalaciones en terraza	4,703.21
Adicional 161	Pisos y pavimentos	2,678.89
Adicional 162	Varios	7,894.27
Adicional 163	Revestimiento de peldaños de la escalera N°05	37,000.00
Adicional 164	Instalación eléctrica data center	10,241.80
Adicional 165	Pintura, difusores y rejillas	1,741.98
Adicional 166	Instalaciones en esterilización	17,557.01
Adicional 167	Cambios en endoscopia	11,477.70
Adicional 168	Iluminación artística	86,286.76
Adicional 169	Demolición de capilla	9,250.00
Adicional 170	Demolición de cerco perimétrico	6,428.57
Adicional 171	Elaboración de Expediente técnico de Instalación de Gas Propano	3,464.29
Adicional 172	Expediente de demolición casa Independencia	428.57

Adicional 173	Gastos por instalación de trampas de desagüe	500,000.00
Adicional 174	Cableado fibra óptica	56,796.71
Adicional 175	Instalación de puntos de red adicionales en Cat 6A (162 ptos)	35,376.16
Adicional 176	Instalación de puntos de red adicionales en Cat 6A - Ppto 201	56,554.03
Adicional 177	Pago por éxito primera etapa	33,000.00
Adicional 178	Cerco perimétrico	18,327.35
Adicional 179	Red complementaria de alcantarillado	40,259.35
Adicional 180	CCTV	27,352.80
Adicional 181	Red subterránea de media tensión	74,256.75
Adicional 182	Data center	250,635.37
Adicional 183	Diseño de iluminación y paisajismo	7,000.00
Adicional 184	Conexión y retiro de conexión de suministros de agua potable	5,930.17
Adicional 185	Conexión y retiro de conexión de suministros de agua potable	3,125.93
Adicional 186	Iluminación artística	3,537.10

ANEXO 6





ANEXO 7

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
Problema General ¿De qué manera impacta la variabilidad de AUNA en el nivel de servicio propuesto para sus proyectos?	Objetivo Principal Mejorar el control de la variabilidad de AUNA para cumplir el nivel de servicio propuesto empleando un modelo de cadena de suministro ETO.	Hipótesis Principal Si AUNA implementa estrategias de cadenas de suministro ETO para reducir la variabilidad en sus proyectos, el nivel de servicio de estos mejorará.	Variable Dependiente Nivel der servicio.
Problemas Específicos 1. AUNA tiene una alta variabilidad con respecto a los tiempos de ejecución del proyecto. 2. AUNA tiene una alta variabilidad con respecto a los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.	Objetivos Específicos 1. Identificar y proponer estrategias para reducir la variabilidad de los tiempos de ejecución del proyecto. 2. Identificar y proponer estrategias para reducir la variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.	Hipótesis Específicas 1. Utilizar estrategias ETO ayudará a reducir la variabilidad de los tiempos de ejecución de los proyectos de AUNA. 2. Integrar la cadena de suministro del proyecto reducirá la variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.	Variables independientes 1. Variabilidad de los tiempos de ejecución del proyecto. 2. Variabilidad de los costos del proyecto relacionados a los recursos utilizados.

Tabla 11

ANEXO 8

12:57:41p.m.

Category Overview

Marzo 30, 2016

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Days

Process

Accumulated Time

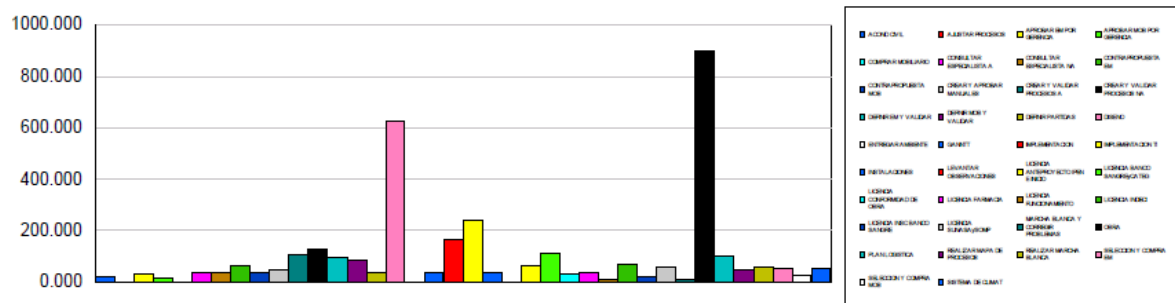
Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ACOND CIVIL	18.0146	1.01	12.2174	24.6300
AJUSTAR PROCESOS	1.7070	0.93	0.00	11.4853
APROBAR EM POR GERENCIA	28.5599	5.42	12.1990	78.7387
APROBAR MOB POR GERENCIA	12.6915	2.25	5.0395	37.0099
COMPRAR MOBILIARIO	1.5945	1.61	0.00	25.3995
CONSULTAR ESPECIALISTA A	37.1246	0.54	33.4451	39.9295
CONSULTAR ESPECIALISTA NA	36.1643	0.59	33.2206	39.9053
CONTRAPROPUESTA EM	64.7297	13.94	14.1019	234.88
CONTRAPROPUESTA MOB	34.6366	7.28	7.0964	107.90
CREAR Y APROBAR MANUALES	47.3929	0.59	42.2563	51.0775
CREAR Y VALIDAR PROCESOS A	105.93	2.28	89.0180	123.08
CREAR Y VALIDAR PROCESOS NA	123.66	7.30	90.6201	171.59
DEFINIR EM Y VALIDAR	94.7558	5.68	61.4488	133.76
DEFINIR MOB Y VALIDAR	86.8713	4.55	52.7416	110.90
DEFINIR PARTIDAS	37.7196	1.34	30.0455	44.8472
DISEÑO	627.46	15.40	515.53	744.46
ENTREGAR AMBIENTE	1.0000	0.00	1.0000	1.0000
GANNTT	37.1531	1.18	30.2679	44.6136
IMPLEMENTACION	161.79	7.79	102.66	214.25
IMPLEMENTACION TI	240.81	5.07	207.87	276.31
INSTALACIONES	38.4130	1.18	30.1534	47.7909
LEVANTAR OBSERVACIONES	0.7393	0.22	0.00	1.9186
LICENCIA ANTEPROYECTO	61.9930	1.35	52.8717	73.8274
IPEN E INICIO				
LICENCIA BANCO SANGREyCATEG	110.72	4.39	81.0409	142.18
LICENCIA CONFORMIDAD DE OBRA	30.0000	0.00	30.0000	30.0000
LICENCIA FARMACIA	35.0588	0.78	30.2681	39.9376
LICENCIA FUNCIONAMIENTO	11.3468	0.68	7.1280	14.9810
LICENCIA INDECI	64.9505	3.70	46.8517	93.9521
LICENCIA INSC BANCO SANGRE	17.7166	0.41	15.1560	19.9768
LICENCIA SUNASySOMP	57.0824	2.24	42.5846	73.4163

Replications: 50 Time Units: Days

Process

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
MARCHA BLANCA Y CORREGIR PROBLEMAS OBRA	8.0000	0.00	8.0000	8.0000
PLAN LOGISTICA	900.13	17.85	779.03	995.16
REALIZAR MAPA DE PROCESOS	98.9963	1.41	90.0757	107.10
REALIZAR MARCHA BLANCA	48.8586	0.70	43.7155	53.7873
SELECCION Y COMPRA EM	60.1879	1.03	54.6201	69.8353
SELECCION Y COMPRA MOB	50.6739	2.16	38.5176	66.2606
SISTEMA DE CLIMAT	25.3986	1.38	14.6670	33.8351
	54.1695	3.34	36.6953	74.3043



Other

12:34:23p.m.

Category Overview

Marzo 30, 2016

*Values Across All Replications***Unnamed Project**

Replications: 50 Time Units: Days

Entity**Time**

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	3474.20	34.49	3261.64	3765.69	3261.64	3765.69
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	3548.32	75.54	2975.43	3944.37	2975.43	3944.37
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	2139.67	26.00	1964.29	2308.80	1964.29	2308.80

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	20.0000	0.00	20.0000	20.0000		
Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	20.0000	0.00	20.0000	20.0000		
WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	7.1541	0.06	6.7111	7.6293	0.00	20.0000

ANEXO 9

12:34:14p.m.

Category Overview

Abril 5, 2016

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Days

Process

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ACOND CIVIL	18.7693	1.10	12.4815	24.9397
APROBAR EM	6.3264	1.28	2.0139	18.5295
APROBAR MOB	12.3691	2.45	5.1016	43.4916
APROBAR PROPUESTA	23.0982	4.49	10.3013	85.4125
CONSULTAR ESPECIALISTA A	36.4697	0.61	33.0286	39.9625
CONSULTAR ESPECIALISTA NA	36.3760	0.52	33.1191	39.8713
CONTRAPROPUESTA EM	3.9147	1.44	0.00	17.5000
CONTRAPROPUESTA MOB	8.7658	3.43	0.00	52.3908
CREAR Y APROBAR MANUALES	47.2217	0.60	43.1200	51.0308
CREAR Y VALIDAR PROCESOS A	104.19	2.09	89.8026	120.67
CREAR Y VALIDAR PROCESOS NA	125.18	6.85	88.6948	167.33
DEFINIR DISEÑO DE CLINICA	145.16	7.86	91.8265	202.15
DEFINIR DISEÑO DE INGENIERIA	305.91	13.49	243.01	387.63
DEFINIR EM	13.7693	1.15	7.0039	19.6966
DEFINIR EM CON ESPECIALISTA	55.6542	4.21	30.2146	78.4616
DEFINIR MOB	61.5912	5.04	31.5673	89.9856
DEFINIR NECESIDADES	55.9239	4.64	31.2168	82.6040
ENTREGAR AMBIENTE	1.0000	0.00	1.0000	1.0000
IMPLEMENTACION	161.16	8.71	110.01	220.69
IMPLEMENTACION TI	238.95	6.13	199.90	276.35
INSTALACIONES	37.2385	1.26	29.5911	45.7071
LEVANTAR OBSERVACIONES	0.7191	0.22	0.00	1.9967
LICENCIA ANTEPROYECTO E IPEN	24.9509	0.83	20.1411	29.9935
LICENCIA BANCO SANGRE y CATEG	114.30	4.36	80.9870	147.11
LICENCIA CONFORMIDAD DE OBRA	30.0000	0.00	30.0000	30.0000
LICENCIA FARMACIA	34.1535	0.85	30.1065	39.9780
LICENCIA FUNCIONAMIENTO	10.8407	0.69	7.0279	14.9192
LICENCIA INDECI	67.5162	4.58	45.4281	94.8678
LICENCIA INICIO Y GANNTT	73.8064	1.87	62.7835	89.1103
LICENCIA INSC BANCO SANGRE	17.7394	0.42	15.3287	19.8947

12:34:14p.m.

Category Overview

Abril 5, 2016

Values Across All Replications

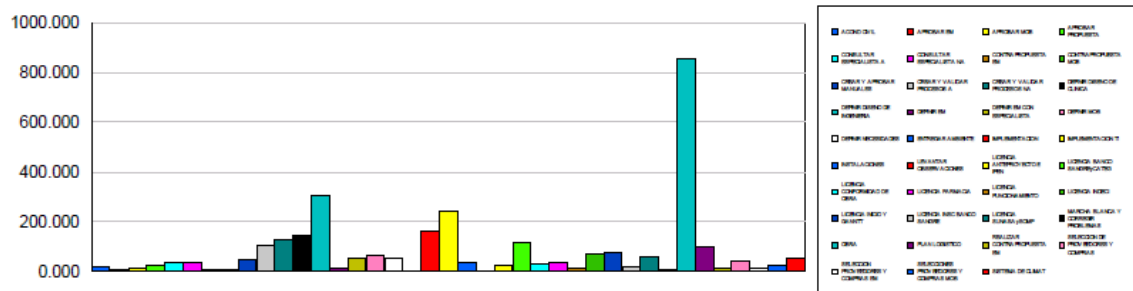
Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Days

Process

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
LICENCIA SUNASySOMP	56.8412	1.91	41.6818	69.9577
MARCHA BLANCA Y	8.0000	0.00	8.0000	8.0000
CORREGIR PROBLEMAS				
OBRA	853.94	10.05	779.00	904.00
PLAN LOGISTICO	100.59	1.56	90.0090	107.92
REALIZAR	12.8119	5.36	0.00	88.4505
CONTRAPROPUESTA EM				
SELECCION DE	40.2928	1.60	30.2804	52.6944
PROVEEDORES Y COMPRAS				
SELECCION PROVEEDORES	10.8118	0.49	7.8566	13.9516
Y COMPRAS EM				
SELECCIONES	24.3121	1.38	15.8670	34.5601
PROVEEDORES Y COMPRAS				
MOB				
SISTEMA DE CLIMAT	55.8828	3.13	40.1941	74.9880



Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Days

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	3036.54	29.33	2836.89	3363.21	2836.89	3363.21
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	3364.72	55.58	2899.55	3750.80	2899.55	3750.80
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	1970.10	21.73	1829.36	2125.72	1829.36	2125.72

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	19.0000	0.00	19.0000	19.0000		
Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	19.0000	0.00	19.0000	19.0000		
WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
PROYECTO	8.5103	0.06	8.0915	8.9712	0.00	19.0000