

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**Propuesta de una Metodología para la Contratación de Obras
aplicando Modelos de Jerarquización Multivariados.
Caso: Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras
Públicas**

Por

Daniel Jamet Bais

Trabajo de Titulación para optar al
Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería
Y al Título de Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía: Samuel Varela Carreño

Marzo, 2018

*Agradecimiento a mi familia y amigos
Por darme su apoyo*

*Agradecimiento a mi tío Andrés
Por su ayuda y experiencia*

*Agradecimiento a todos los profesores
por su experiencia y entrega*

*Y como ultimo al personal de la
Dirección de Obras Portuarias*

Índice

Índice	3
Glosario	5
Lista de Abreviaturas y Siglas	6
Lista de Figuras	7
Lista de Tablas	8
Resumen	9
Capítulo 1. Antecedente Generales	10
1.1 Introducción	10
1.2 Objetivos	12
1.2.1 General	12
1.2.2 Específicos	12
Capítulo 2. Diagnóstico de la Situación Actual	13
2.1 Dirección de Obras Portuarias	13
2.1 Contratación de Obras en la DOP	16
2.2 Problema Identificado	20
Capítulo 3. Estado del Arte	23
3.1 Procesos de licitación en proyectos de construcción	23
3.1.1 Generalidades de los Procesos de Licitación	23
3.1.2 Sistemas de evaluación para procesos de licitación	24
3.2 Atributos y criterios de licitación en proyectos de construcción	26
3.3 Tipos de contratos de construcción	28
3.4 Los modelos de jerarquización en los procesos de licitación	29
3.5 El proceso analítico jerárquico (AHP)	30
3.6 Números difusos	31
Capítulo 4. Metodología propuesta para la contratación de obras	33
4.1 Diagnóstico del proyecto	35
4.2 Recepción de las propuestas:	36

4.3	Evaluación de las propuestas de diseño	36
4.4	Participación ciudadana	37
4.5	Evaluación de la construcción de los proyectos	37
4.6	Determinación de la propuesta a realizar	47
4.7	Plataforma Virtual	47
4.7.1	Usuarios de la plataforma.....	47
4.7.2	Estructura de la plataforma.....	48
4.7.3	Herramienta para crear la Plataforma	52
4.7.4	Funcionamiento de la Plataforma	56
Capítulo 5.	Evaluación de Costos	58
5.1	Costos Situación Actual	58
5.1.1	Costo horas profesionales	58
5.1.2	Costos ejecución actividades de un proyecto	61
5.1.3	Costos administrativos de los proyectos.....	61
5.1.4	Cantidad de proyectos.....	62
5.1.5	Flujo de costos situación actual.....	64
5.2	Costos Situación Propuesta	66
5.2.1	Costo horas profesionales	66
5.2.2	Costos ejecución actividades de un proyecto	69
5.2.3	Costos administrativos de los proyectos.....	70
5.2.4	Cantidad de proyectos.....	70
5.2.5	Costos de Inversión	70
5.2.6	Flujo de costos situación propuesta.....	73
Capítulo 6.	Conclusiones.....	76
Anexos	77
Anexo 1:	Proceso Analítico Jerárquico	77
Anexo 2:	Detalle del Cálculo de los pesos de los criterios	88
Anexo 3:	Método TOPSIS.....	114
Anexo 4:	Manual de Uso	117
Bibliografía.....	136

Glosario

1. Adjudicación: Fase del procedimiento de contratación administrativa en la que se designa la persona física o jurídica con quien la Administración va a celebrar un contrato.
2. Atributos: Los diferentes conjuntos de criterios considerados necesarios para evaluar y comprar las diferentes ofertas entregadas en una licitación.
3. Contratista: Persona a la que se encarga la realización de una obra o servicio por contrata.
4. Criterios: Norma, regla o pauta para conocer la verdad o la falsedad de una cosa. En este caso son las diferentes características que tienen que cumplir las diferentes ofertas de una licitación para conocer cuál de ellas, es la más adecuada para las necesidades del proyecto.
5. Cualitativo: Es un adjetivo que se emplea para nombrar a aquello vinculado a la cualidad (el modo de ser o las propiedades de algo).
6. Cuantitativo: Es un adjetivo que está vinculado a la cantidad. Este concepto, por su parte, hace referencia a una cuantía, una magnitud, una porción o un número de cosas.
7. Focus group: Tal como se lo denomina en inglés, o Grupo Focal, como se lo llama en el idioma español, es un tipo de técnica de estudio empleada en las ciencias sociales y en trabajos comerciales que permite conocer y estudiar las opiniones y actitudes de un público determinado.
8. Jerarquía: Organización por categorías o grados de importancia entre diversas personas o cosas.
9. Licitación: Oferta que se hace en una subasta o en un concurso público, sobre todo si se trata de un contrato o servicio.
10. Multicriterio: Es un instrumento que se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, considerando un número variable de criterios, se utiliza para apoyar la toma de decisiones en la selección de la solución más conveniente.
11. Proponente: Son las empresas que entregan una propuesta ante una licitación de un proyecto.
12. Sintetizar: Obtener un compuesto o un producto mediante síntesis o análisis.

Lista de Abreviaturas y Siglas

MOP	=	Ministerio de Obras Públicas
DOP	=	Dirección de Obras Portuarias
EMAT	=	Oferta Económicamente más Ventajosa
ROE	=	Retorno de la razón del patrimonio neto
AHP o PAJ	=	Proceso Analítico Jerárquico
ANP	=	Proceso Analítico de Redes
SC	=	Subcriterio
Ec.	=	Ecuación
RCOP	=	Reglamento para Contratos de Obras Públicas
TOPSIS	=	Técnica para ordenar preferencias por similitud a la solución ideal
Cs	=	Atributo de Costo
Ca	=	Atributo de Calidad
PI	=	Atributo de Planificación de la Construcción
Rg	=	Atributo de Riesgo en la Ejecución
Ex	=	Atributo de Experiencia
CD	=	Criterio Costos Directo
GG	=	Criterio Gastos Generales
UT	=	Criterio Utilidades
ED	=	Criterio Evaluación de Desempeño
PAC	=	Criterio Plan de aseguramiento de Calidad
MC	=	Criterio Métodos de construcción
PC	=	Criterio Plazo de Construcción
CF	=	Criterio Capacidad Financiera
OP	=	Criterio Cumplimiento de las Obligaciones Previsionales
RL	=	Criterio Índice de Reclamos Laborales
EG	=	Criterio Experiencia Global de la Empresa
EP	=	Criterio Experiencia en proyectos Similares
ES	=	Criterio Experiencia del Staff Profesional

Lista de Figuras

Figura 2.1	Estructura Orgánica del Ministerio de Obras Publicas.....	13
Figura 2.2	Organigrama de la Dirección de Obras Portuarias	15
Figura 2.3	Desarrollo de un Proyecto	16
Figura 2.4	Diagrama de la metodología actual de la Dirección de Obras Portuarias.....	17
Figura 2.5	Proceso de Licitación de la Dirección de Obras Portuarias	19
Figura 2.6	Análisis de resultados cumplimiento de plazos y presupuesto y su relación con los estándares de control de gestión.....	21
Figura 3.1	Etapas del Proceso Analítico Jerárquico.....	31
Figura 4.1	Metodología propuestas	35
Figura 4.2	Metodología propuesta para selección de contratistas.....	38
Figura 4.3	Jerarquía de atributos y Criterios	44
Figura 4.4	Importancia relativa de las variables lingüísticas	46
Figura 4.5	Importancia variables lingüísticas relativa de las	48
Figura 4.6	Estructura base de datos	51
Figura 4.7	Software XAAMP para gestión de base de datos	54
Figura 4.8	Software ALTERYX para procesamiento de datos	55
Figura 4.9	Diagrama de funcionamiento de la plataforma virtual.....	57

Lista de Tablas

Tabla 2.1.	Estándares para el control de gestión DOP	20
Tabla 2.2.	Evaluación del cumplimiento de plazos y presupuestos proyectos DOP años 2010 al 2016	20
Tabla 3.1.	Cuadro comparativo de sistemas de evaluación de propuestas técnicas y económicas.	25
Tabla 3.2.	Resumen de las principales características de los atributos considerados en la literatura.	27
Tabla 4.1.	Resumen de atributos y criterios	39
Tabla 4.2.	Métrica de evaluación Plan de Aseguramiento de Calidad (PAC)	40
Tabla 4.3.	Métrica de evaluación Métodos de Construcción.....	41
Tabla 4.4.	Métrica de evaluación Cumplimiento de Obligaciones Previsionales.....	42
Tabla 4.5.	Métrica de evaluación Índice de Reclamos Laborales.....	42
Tabla 4.6.	Métrica de evaluación Experiencia Global de la Empresa.....	42
Tabla 4.7.	Métrica de evaluación Experiencia en Proyectos Similares	43
Tabla 4.8.	Métrica de evaluación Experiencia del Staff Profesional	43
Tabla 4.9.	Ponderación de los atributos y criterios.....	45
Tabla 4.10.	Variables lingüísticas para la evaluación de propuestas en base a criterios cualitativos y su correspondencia con números difusos.....	46
Tabla 4.11.	Herramientas para el desarrollo de la plataforma virtual.....	53
Tabla 5.1.	Actividades para el desarrollo de un proyecto (Situación actual).....	59
Tabla 5.2.	Costo promedio de personal DOP por proyecto	60
Tabla 5.3.	Costos promedio de realización de las distintas etapas de los proyectos DOP	61
Tabla 5.4.	Costos Administrativos anuales.....	61
Tabla 5.5.	Cantidad de proyectos en sus distintas etapas periodo 2009-2016	62
Tabla 5.6.	Resumen costos promedio por proyecto (Situación Actual).....	63
Tabla 5.7.	Flujo de Costos Situación Actual	65
Tabla 5.8.	Actividades para el desarrollo de un proyecto (Situación propuesta).....	66
Tabla 5.9.	Consideraciones para la estimación de tiempos y porcentajes de ocupación.....	68
Tabla 5.10.	Costo promedio de personal DOP por proyecto	69
Tabla 5.11.	Costos promedio de realización de las distintas etapas de los proyectos DOP	69
Tabla 5.12.	Costos inversión implementación metodología propuesta	71
Tabla 5.13.	Resumen costos promedio por proyecto (Situación Propuesta)	72
Tabla 5.14.	Flujo de Costos Situación Propuesta	74

Resumen

La Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Pública en Chile (DOP) cuenta con una metodología de trabajo que se inicia con una necesidad observada en una comunidad objetivo y que conduce a la construcción de una infraestructura que resuelve el problema encontrado. Esta forma de trabajo se compone de varios procesos y etapas los que terminan siendo repetitivos y que no aseguran la calidad de la obra en construcción.

En el presente trabajo de título se reconocerá el problema de la metodología actual en la DOP, así como también analizar los distintos tipos existentes, para finalmente diseñar una propuesta de metodología, que será de tipo EPC (Engineering, Procurement and Construction), es decir, que la empresa contratista combine la responsabilidad del diseño y la de ejecución de la obra. De esta forma, se busca disminuir la repetencia de trabajo, dando la oportunidad a las empresas de proponer distintas soluciones, pero así mismo generando la necesidad de un nuevo método de evaluación de las distintas propuestas. Para esto, se definirá un conjunto de criterios de evaluación integrando tanto información cualitativa como cuantitativa, obteniéndola de variadas fuentes, tales como la opinión de la comunidad objetivo acerca de las propuestas, entre otras.

Se procederá a determinar las ponderaciones de cada criterio del conjunto, utilizando una matriz que otorgue importancia, comparando a cada uno de éstos con sus pares. Esta matriz se completará basándose en la información recolectada de encuestas a personas que están constantemente conectadas con el problema y puedan dar un juicio de valor sobre éste. Se establecerá un sistema que permita asignar objetivamente puntaje a los parámetros de evaluación en función de la información recopilada durante el proceso de licitación.

Luego de tener identificados y ponderados los diferentes criterios para las evaluaciones de las propuestas, este método une en una matriz las diferentes opiniones de los evaluadores. Después, se transformará esta matriz a números difusos considerando rangos de valor para cada término lingüístico obtenido de los criterios cualitativos. Por otro lado, de los criterios cuantitativos se considerará un conjunto de tres valores iguales. Con ambos rangos de valores, y las ponderaciones de los criterios se obtendrá al proponente más adecuado para la realización del proyecto.

Para facilitar el proceso se elaborará una plataforma virtual, dando la instancia para que los diferentes actores dentro del proceso de licitación den sus opiniones y determinen cual propuesta será elegida.

Finalmente, se realizará una evaluación económica, comparando la situación actual de la DOP con la situación propuesta.

Capítulo 1. Antecedente Generales

1.1 Introducción

La dinámica y la complejidad, características de la materialización de grandes obras y proyectos civiles, así como la aparición de nuevas tecnologías, genera la necesidad de que la contratación de obras deba ser concordante con estas nuevas realidades. En este sentido, la utilización de nuevas formas de contratación que rompen esquemas tradicionales y dan espacio a nuevas instancias contractuales se presenta como una alternativa posible para el desarrollo de proyectos.

El denominado método “llave en mano”, “Turnkey” o EPC (Engineering, Procurement and Construction), se presenta como una alternativa factible a los métodos tradicionales de contratación de obras por suma alzada. En este tipo de contrato se establece una única relación entre el cliente y el contratista, asumiendo este último junto a sus funciones tradicionales, la concepción del proyecto y la ingeniería de detalle del mismo, lo que de acuerdo con Hernández [Hernandez14], genera la disminución de costos y la rapidez en la ejecución de la obra, la simplificación de las relaciones jurídicas y una mayor seguridad y certeza respecto a la determinación del precio, que generalmente será un precio a suma alzada.

Actualmente, los procesos tradicionales de contratación de obras (Suma Alzada), consideran un proceso de licitación centrado en la evaluación de los antecedentes técnicos preparados por el mandante con la finalidad de estimar los costos y plazo de ejecución del proyecto. En este sentido, los procesos de licitación en la construcción presentan tres características esenciales que lo distinguen de otro tipo de industrias. En primer lugar, se caracterizan por ser procesos asociados a proyectos de corta duración, lo que imposibilita el desarrollo de compromisos contractuales y racionales de largo plazo. En segundo lugar, los proyectos se desarrollan a la “Medida”, vale decir corresponden a proyectos únicos que deben ser evaluados caso a caso. Por último, la alta variabilidad asociada a los procesos de construcción implica una alta incertidumbre al momento de evaluar aspectos técnicos y económicos de la licitación.

Estos procesos representan para una empresa constructora, un proceso clave para su desarrollo estratégico [Serpell93]. La preparación de ofertas acuciosas y realistas basadas en los antecedentes de un proyecto permitirá a las empresas mejorar las posibilidades de éxito en las licitaciones y de esta manera expandir su negocio [Arslan et al.06].

En general, las empresas mantienen políticas que se basan en conseguir de cualquier modo (incluso con ofertas desajustadas) el contrato y trasladar los problemas económicos a la ejecución de la obra, con numerosos conflictos asociados a mediciones erróneas, precios contradictorios, proyectos modificados, entre otros [Padrós-Reig10], que suponen un retraso en la ejecución de las obras y en ocasiones ponen en duda la viabilidad del proyecto.

Por años los criterios de selección en los procesos de licitación han estado dominados en la industria de la construcción por la mejor oferta económica. Sin embargo, al analizar el comportamiento de las empresas en los procesos de licitación, no queda clara la relación que pudiera existir entre las ofertas económicas y el éxito de un proyecto. Por otro lado, las licitaciones que consideran modelos de evaluación con múltiples atributos han demostrado que mejoran la probabilidad de éxito en la ejecución de proyectos [Fuentes-Bargues et. al.14]. En este sentido, los mandantes deben abordar el proceso de licitación de una manera integral, no sólo considerando la mejor oferta económica, sino que considerando otros aspectos como: técnicos, de aseguramiento de la calidad y capacidad financiera entre otros.

Actualmente, la contratación de obras en la DOP, considera la contratación por suma alzada del diseño y de la ejecución de un proyecto en forma independiente. Además, los procesos de licitación en ambos casos consideran como método de evaluación de los oferentes dos etapas. La primera de ellas consiste en la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos estipulados en las bases de licitación. En la segunda etapa se evalúan comparativamente las ofertas económicas, adjudicando la licitación a aquella empresa que haya ofertado el menor precio.

El problema que aquí se genera, es que al evaluar sólo las ofertas económicas no existe la capacidad de considerar aquellos aspectos que permitirían discriminar y seleccionar a la empresa que se encuentre en mejores condiciones para la ejecución de la obra de construcción. Esta situación se suma a los problemas de coordinación que existen entre los distintos actores involucrados en el proyecto, específicamente entre el equipo de diseño y el de construcción

De acuerdo a la información recopilada desde la Dirección de Obras Portuarias en los últimos 7 años, el plazo promedio de ejecución de los proyectos ha superado en un 17,04% al previsto. De la misma forma el monto real de ejecución de los proyectos en este mismo periodo de análisis ha superado en promedio el 6,6 % de los montos presupuestados. Además, el análisis realizado indica una tendencia al alza en la brecha de los plazos y montos de ejecución. A pesar de que la complejidad y diversidad de los proyectos de construcción exponen a las empresas constructoras a altos niveles de incertidumbre y riesgo, una adecuada integración de las etapas de diseño y construcción, así como un adecuado proceso de selección permitiría mejorar la confiabilidad de la ejecución de los proyectos.

Este trabajo de título propone una nueva metodología de contratación de obras para los proyectos de construcción de la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas. Esta metodología será del tipo EPC (Engineering, Procurement and Construction), es decir, una modalidad que integre en un solo contrato, el diseño y ejecución, entregando al contratista la posibilidad de determinar el tipo de diseño, presupuesto y plazo de este. La evaluación de las propuestas consistirá en identificar aquellas opciones que técnica y económicamente sean viables para el mandante, para luego incluir en el proceso de selección, factores de riesgo, experiencia, calidad, entre otros, así como también la opinión de la comunidad objetivo a través de la participación ciudadana.

Para esta investigación, la adjudicación de un proyecto de construcción será considerada como un problema decisional multicriterio, basándose en la aplicación del proceso analítico jerárquico y de lógica difusa, recopilando información histórica y bibliográfica, realizando

paneles de expertos y/o focus group, generando de esta forma un sistema que permita seleccionar la empresa más adecuada para la realización del proyecto de construcción considerando e integrando aspectos que permitan cualificar y cuantificar las características técnicas de los proyectos presentados, así como atributos técnicos, administrativos y económicos de cada empresa oferente.

Debido a la complejidad de los cálculos matemáticos asociados a la aplicación de la metodología, se propone además en esta investigación una plataforma virtual desarrollada mediante la integración de dos softwares (Alterix y XAMPP) que permitirá, agilizar el procesamiento de la información del proceso de licitación y transparentar el proceso tanto al interior de la institución como para las empresas oferentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Proponer una metodología para la contratación de obras mediante la modalidad EPC (Engineering, Procurement and Construction), aplicando modelos de jerarquización multivariados en la evaluación de las propuestas para mejorar el proceso de contratación de la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas.

1.2.2 Específicos

a) Diagnosticar la situación actual en la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas y definir el proceso de contratación de obras mediante la modalidad EPC.

b) Definir una metodología para la evaluación de los diseños e ingeniería de detalle y su relación con la evaluación de las propuestas técnicas y económicas para la contratación de obras.

c) Definir una metodología para la evaluación de las propuestas técnicas y económicas, considerando atributos y criterios que integren información cualitativa y cuantitativa, mediante la aplicación del proceso analítico jerárquico y de la lógica difusa.

d) Desarrollar una plataforma virtual que permita implementar la metodología propuesta.

e) Evaluación económica de la implementación de la metodología propuesta en la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas de Chile.

Capítulo 2. Diagnóstico de la Situación Actual

2.1 Dirección de Obras Portuarias

Para comprender el alcance del problema identificado, es necesario reconocer el contexto en el que se encuentra inmerso. Para ello se describirá la empresa donde se realizó la investigación, esta es la Dirección de Obras Portuarias (DOP) del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

La Dirección de Obras Portuarias (DOP) es una de las Direcciones que compone el Ministerio de Obras Públicas y depende de la Dirección General de Obras Públicas. En la figura 2.1, se muestra la Estructura Orgánica del Ministerio de Obras Públicas

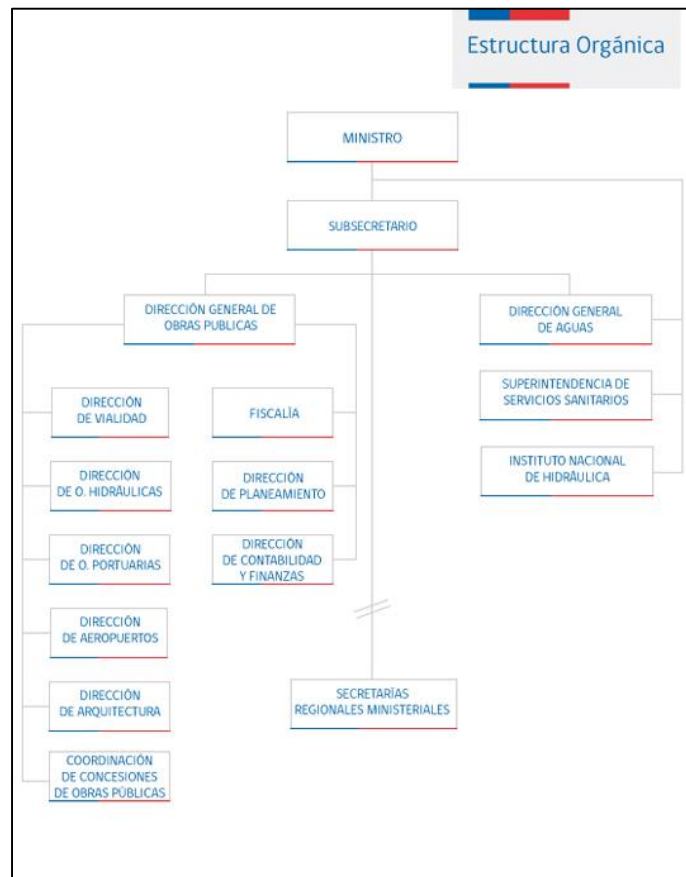


Figura 2.1 Estructura Orgánica del Ministerio de Obras Públicas

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

La DOP tiene como visión: *“Producir la integración física de los ciudadanos y ciudadanas del litoral marítimo, fluvial y lacustre al desarrollo económico y social del país, siendo reconocido por valorar el medio ambiente, los niveles de vida, la equidad y la identidad local, con funcionarios calificados/as y comprometidos/as.”* [DOP17]

La misión y las funciones de la Dirección son: *“La Dirección de Obras Portuarias (DOP) tiene como misión proveer a la ciudadanía servicios de infraestructura portuaria y costera, marítima, fluvial y lacustre necesarios para el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional. La DOP contribuye al desarrollo socioeconómico y productivo del país, al mejoramiento de los niveles de vida y equidad de todos los ciudadanos, en especial de los habitantes y trabajadores de zonas costeras, ribereñas e insulares, mediante la construcción de infraestructura costera y portuaria, marítima, fluvial y lacustre.”* Sus funciones son: *“planificar la infraestructura portuaria y ejecutar los procesos establecidos en el sistema nacional de inversión pública; desarrollar, directamente o través de consultorías externas, proyectos de obras portuarias; supervisar, fiscalizar y aprobar todos los proyectos de obras portuarias desarrollados a nivel nacional, tanto públicos, sean éstos directos o a través de consultorías externas, como privados; establecer las normas técnicas respecto del desarrollo de proyectos portuarios; supervisar, y fiscalizar todas las obras públicas portuarias y de dragado ejecutadas a nivel nacional, en sus aspectos técnicos y administrativos; supervisar y fiscalizar la construcción de obras portuarias ejecutadas por particulares, verificando el cumplimiento del proyecto aprobado”.* [DOP17]

Sus Objetivos son: *“Contribuir al desarrollo del potencial económico del país para el turismo, comercio exterior, cabotaje y pesca, con visión integradora y de largo plazo, a través de la provisión de servicios de infraestructura portuaria; contribuir al desarrollo humano y mejorar la calidad de vida, integrando zonas aisladas, protegiendo las zonas ribereñas en riesgo por la acción de las mareas y el oleaje, y generando espacios públicos costeros, a través de la provisión de servicios de infraestructura portuaria de conectividad, de borde costero marítimo, fluvial y lacustre, y de protección de ribera; lograr estándares de eficiencia en el uso de los recursos para la provisión de servicios de infraestructura portuaria y costera, marítima, fluvial y lacustre, y de protección de ribera, a través de la aplicación de planes de conservación de obras.”* [DOP17].

El organigrama de la DOP se presenta en la figura 2.2:

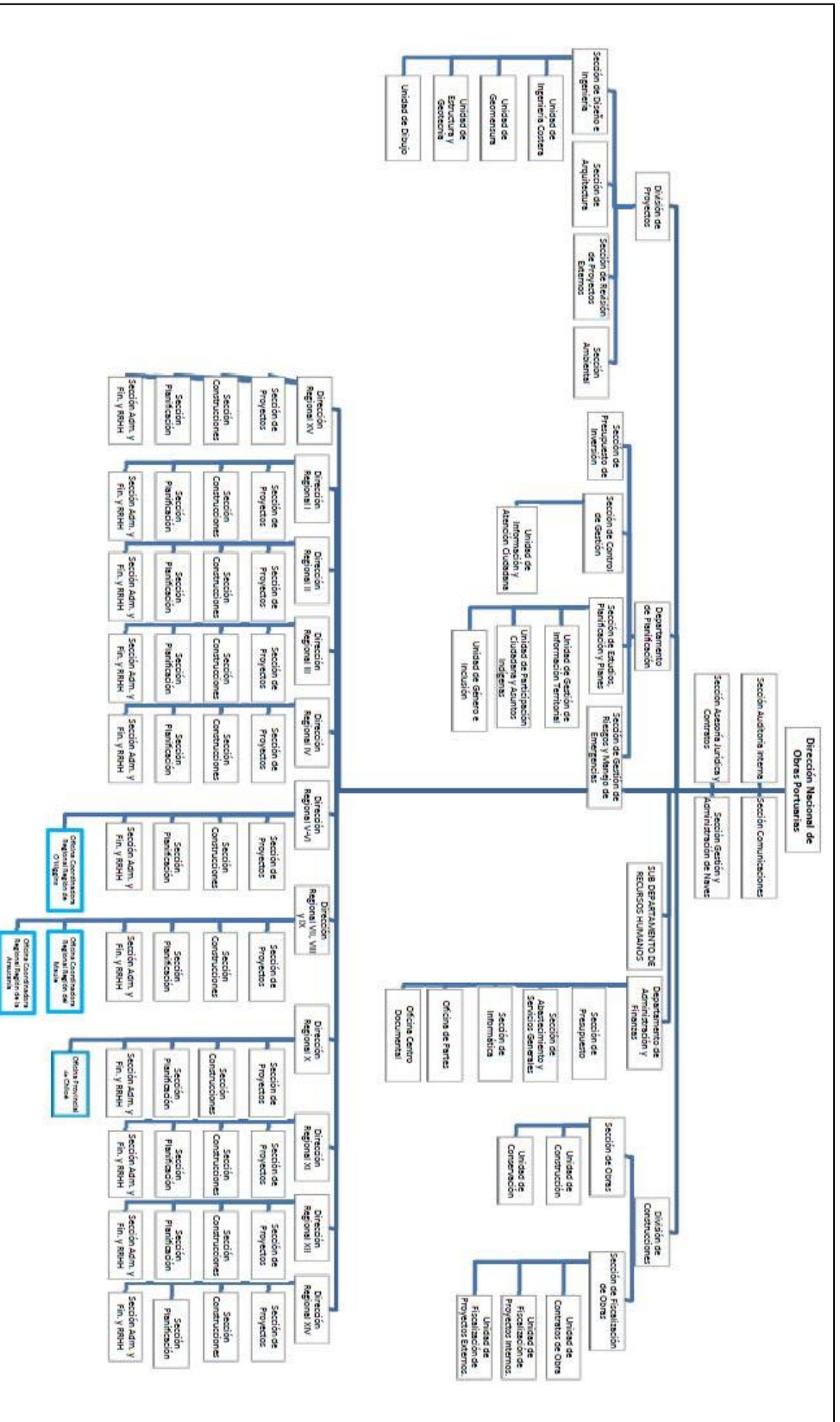


Figura 2.2

Organigrama de la Dirección de Obras Portuarias

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

Luego de presentar una descripción de la empresa en que se realizó la investigación, describiremos el proceso en que se identificó el problema a tratar en este trabajo de título. Este es el Proceso de Contratación de Obras en la DOP, que abordaremos en la siguiente sección.

2.1 Contratación de Obras en la DOP

Los procesos de Contratación de Obras Públicas en Chile son muy variados y contemplan diferentes aspectos según el ministerio o servicio que realice el procedimiento.

En el caso de la DOP del MOP, el proceso de contratación utilizado se divide en distintas etapas de acuerdo con las partes de un proyecto. La figura 2.3, presenta las etapas del desarrollo de un proyecto.

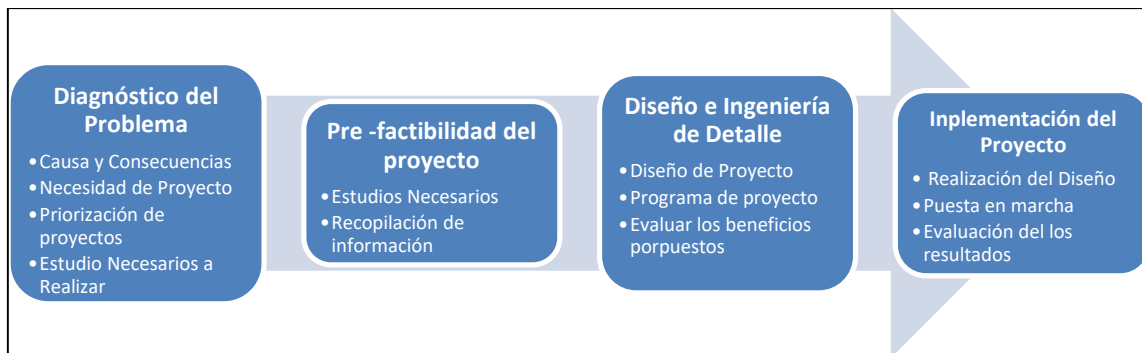


Figura 2.3 **Desarrollo de un Proyecto**

Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo de un proyecto comprende desde el diagnóstico del problema hasta la implementación del proyecto. La metodología de Contratación de Obras utilizada por la DOP considera procesos de licitación para cada una de las etapas del proyecto, con excepción del diagnóstico del problema, etapa que habitualmente es desarrollada al interior de la DOP. Sin embargo, en casos muy complejos esta etapa es sometida también a un proceso de licitación, para realizar la investigación del problema y definir su nivel de prioridad, así como también identificar la necesidad de conducir nuevos estudios o si los antecedentes existentes permiten desarrollar el diseño de ingeniería de detalle.

Las otras etapas del proyecto se licitan en forma independiente. Para esto, la confección de perfiles explicativos, bases administrativas, presupuestos y programación de la etapa a licitar, son desarrollados por el DOP (utilizado los resultados de etapas anteriores), para luego ser

sometidos a la aprobación y liberación de fondos por parte del Ministerio de Desarrollo Social. En la figura 2.4 se muestra el diagrama de la metodología actual utilizada por DOP.

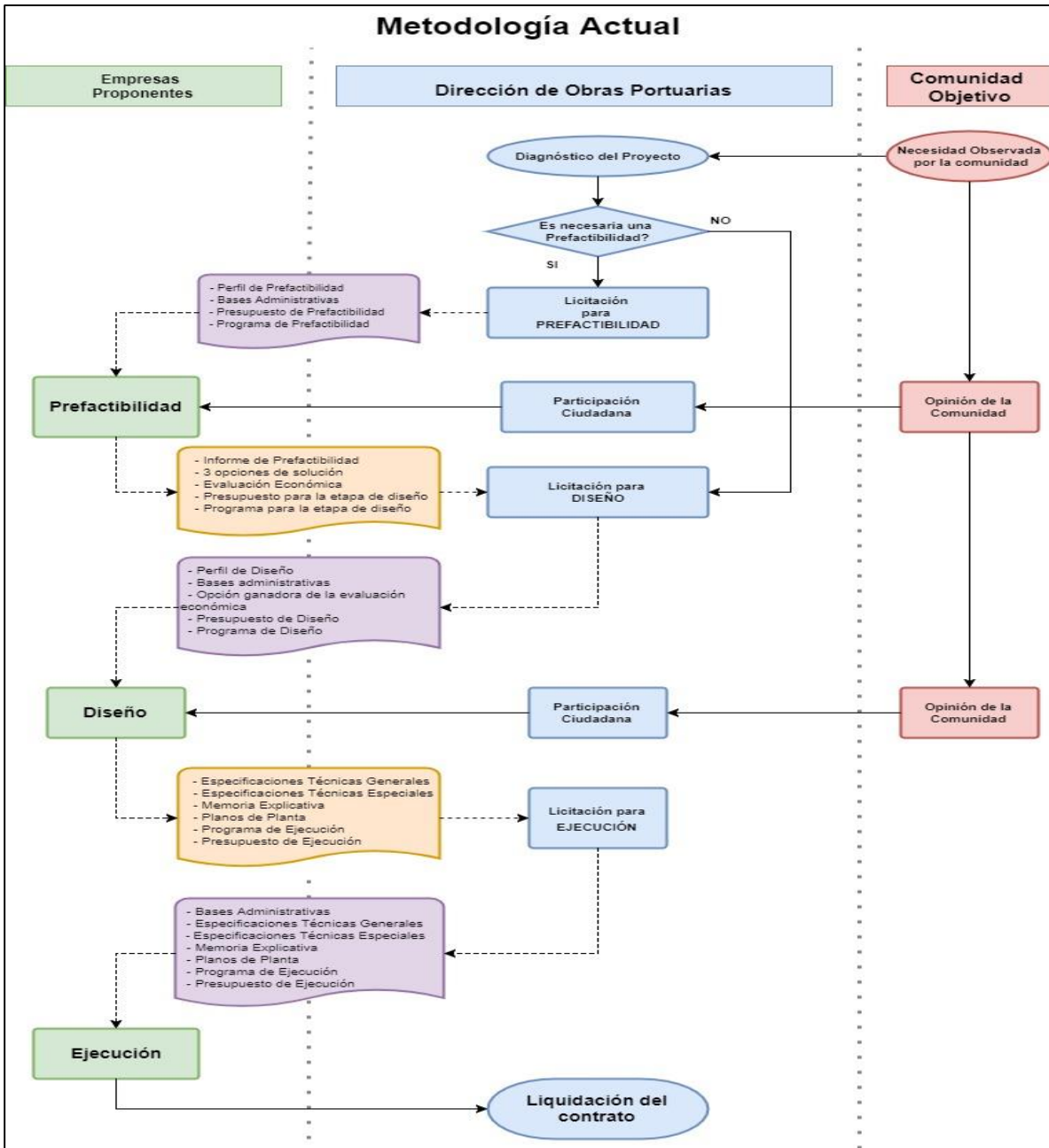


Figura 2.4 Diagrama de la metodología actual de la Dirección de Obras Portuarias

Fuente: Elaboración Propia

Todo proyecto comienza con la identificación un problema o necesidad que permita justificar el desarrollo de éste. En los proyectos de la DOP esta justificación es obtenida de alguna necesidad observada en una comunidad objetivo.

Luego se realiza un diagnóstico, donde se recopila la información básica del problema y se toman decisiones de cómo abordar la necesidad de la comunidad, tales como la priorización de una necesidad por sobre otra o si la necesidad identificada le corresponde a otra institución. Este diagnóstico normalmente es realizado por la DOP, pero en casos complejos y específicos se contratan asesorías para identificar adecuadamente el problema a solucionar.

La siguiente etapa dependerá si son necesarios estudios adicionales, antes de llegar a la etapa de diseño. Esta etapa de prefactibilidad se licita, para lo cual, se crea una base administrativa, un perfil sobre el problema, un presupuesto oficial y una programación de la prefactibilidad. La empresa proponente deberá entregar los resultados de los estudios realizados en un informe de prefactibilidad, con 3 opciones de solución o diseño, junto a una evaluación económica de estas, además de un presupuesto y la programación de la etapa de diseño.

En caso de no ser necesario estudios adicionales para continuar la etapa de diseño, éste se licita en base al perfil de diseño, bases administrativas, la opción de diseño seleccionada (haya sido desarrollada en la etapa de prefactibilidad o en la etapa de diagnóstico por la misma DOP), presupuesto y programación de diseño.

Las empresas participantes en la licitación de la etapa de diseño tendrán la obligación de entregar, las especificaciones técnicas generales, especificaciones técnicas especiales, memoria explicativa, planos de planta, programa y presupuesto de la ejecución. Estos antecedentes se utilizarán posteriormente para licitar la ejecución de la obra en cuestión.

En las etapas de prefactibilidad y diseño se realizan consultas ciudadanas para obtener la opinión de la comunidad objetivo del proyecto, las que normalmente son 3 por etapa de proyecto; la primera para presentar lo que se realizará, una segunda para mostrar las posibles opciones de solución o de materialización y por último la presentación de la opción que ha sido seleccionada en la evaluación económica.

Cabe mencionar, además, que el proceso de evaluación de las propuestas para la contratación de obras difiere si es en la etapa de prefactibilidad, diseño o ejecución del proyecto. Esta diferenciación depende de la apertura técnica que se realiza. En el caso de la prefactibilidad y diseño se califican las propuestas técnicas, la experiencia de la empresa y de su staff profesional, ponderando esta calificación con la calificación de la evaluación de los costos. Los factores habitualmente utilizados son de 0.6 a 0.85 para la evaluación técnica y de 0.15 a 0.4 para la económica, dependiendo del tipo de proyecto. En cambio, para la licitación de la ejecución de la obra, la evaluación técnica no considera ningún tipo de calificación, ya que sólo se revisa si la propuesta cumple con los estándares mínimos solicitados en las bases de licitación, para luego seleccionar aquella propuesta económica de menor valor, dentro de aquellas que hayan cumplido con la evaluación técnica. En ninguno de los casos la opinión de la comunidad objetivo es considerada en la elección de los contratistas, ni de la aprobación de los informes resultantes de la licitación. La figura 2.5, presenta el proceso antes descrito.

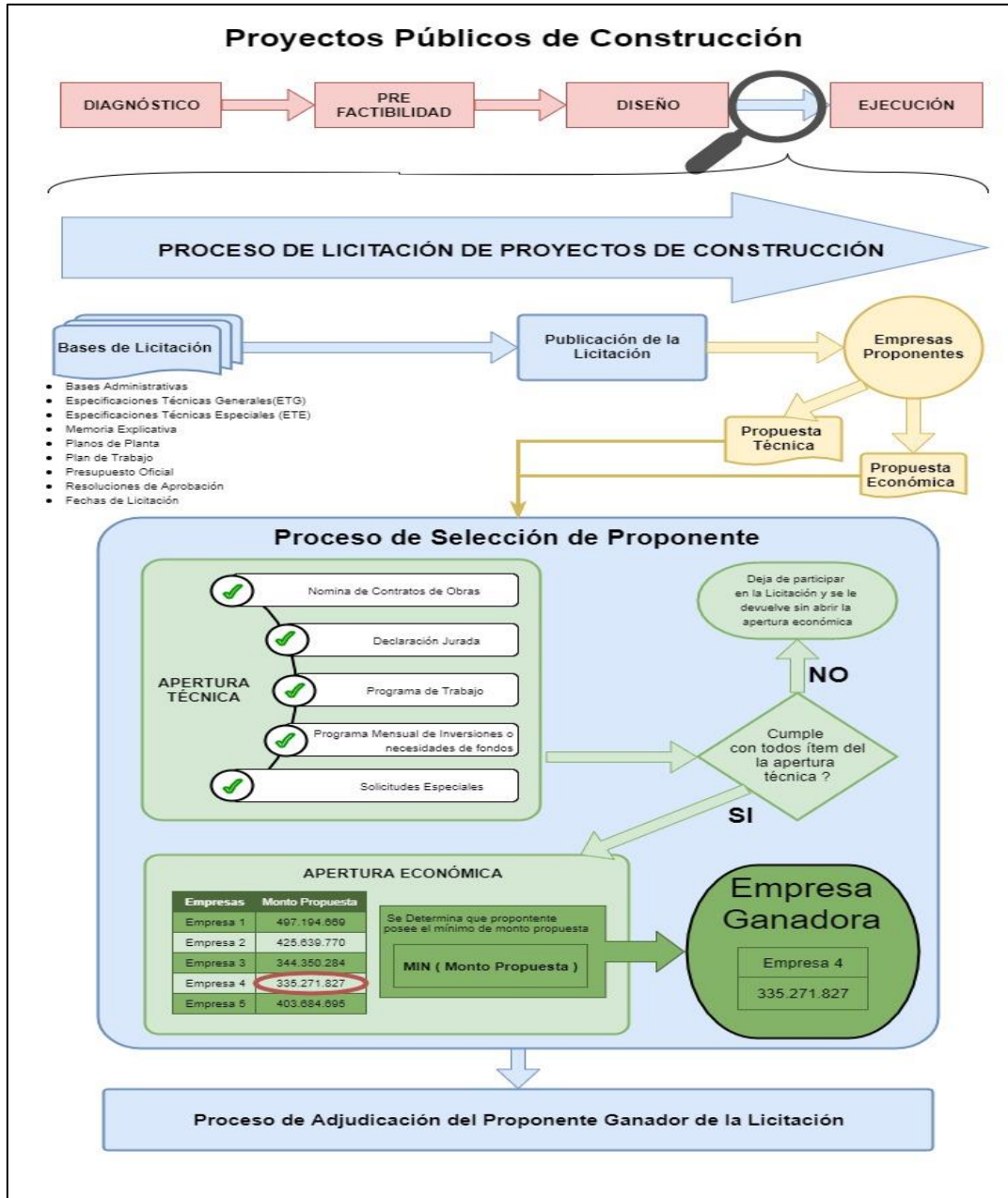


Figura 2.5 **Proceso de Licitación de la Dirección de Obras Portuarias**

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Problema Identificado

Identificada la metodología actual de licitación de obra que utiliza la DOP, se analizará qué tan efectiva es la gestión en dicho proceso de licitación. Para efectuar dicho análisis buscaremos indicadores propios del control de gestión de la DOP.

La tabla 2.1, muestra estándares que la unidad de control de gestión de la DOP establece para la evaluación del cumplimiento de las metas asociadas a los proyectos desarrollados. Estas metas

Tabla 2.1. Estándares para el control de gestión DOP

PRESUPUESTO		PLAZOS	
Desviación de montos	Condición	Desviación de tiempos	Condición
Menor o igual a 5%	Aceptable	Menor o igual a 11%	Aceptable
Entre un 5% y un 7%	Intermedia	Entre un 11% y un 14%	Intermedia
Mayor o igual a 7%	Crítica	Mayor o igual a 14%	Crítica

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, la tabla 2.2, presenta los principales resultados obtenidos del análisis del cumplimiento de plazos y presupuestos de los proyectos desarrollados a nivel nacional por la DOP, desde el año 2010 al año 2016.

Tabla 2.2. Evaluación del cumplimiento de plazos y presupuestos proyectos DOP años 2010 al 2016

Año evaluación	Nº proyectos desarrollados	Porcentaje de Desviación de plazo (%)	Porcentaje de Desviación de Presupuesto (%)
2010	59	15,87%	6,07%
2011	54	19,09%	5,77%
2012	59	7,19%	6,26%
2013	53	22,67%	4,98%
2014	52	14,53%	8,67%
2015	68	23,40%	7,66%
2016	60	16,54%	6,49%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 2.2 nos proporciona la desviación de plazo y presupuesto que tienen los contratos de obra con fecha de término en el año en curso. Estos valores se obtienen de los proyectos con fecha de termino en el año en curso, por ejemplo en el caso de 2010 los proyectos que tienen fecha de termino propuesta para el 2010 son de 59. Y los porcentajes de variación son calculados

sumando las variaciones de plazo de estos proyectos dividido por el plazo sumado de todos los proyectos, lo mismo se hace en el caso del presupuesto

La figura 2.6, presenta el análisis de los resultados del cumplimiento de plazos y presupuestos de los proyectos de la DOP desde el año 2010 al año 2016 y su relación con los estándares de control de gestión.

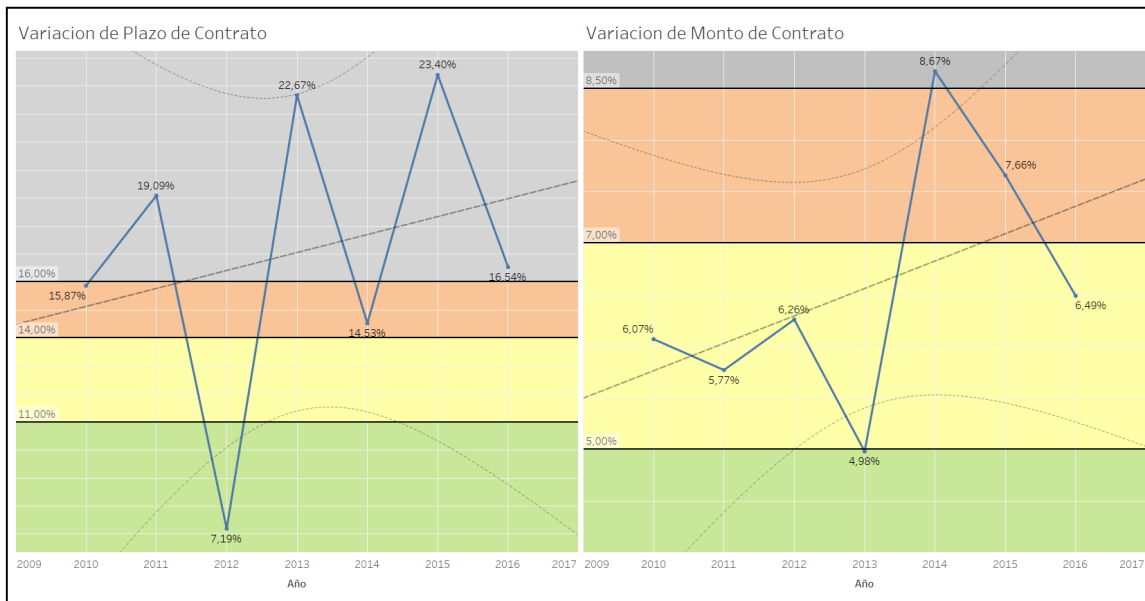


Figura 2.6 Análisis de resultados cumplimiento de plazos y presupuesto y su relación con los estándares de control de gestión

Fuente: Elaboración Propia

El análisis desarrollado indica que el cumplimiento de plazos se encuentra en una condición crítica en 6 de los 7 años evaluados, en tanto el cumplimiento del presupuesto se encuentra en la misma condición en 2 de los 7 años analizados. Por otro lado, y en ambos casos sólo en 1 de los años evaluados, los proyectos desarrollados en promedio se encuentran en una condición aceptable.

El incumplimiento de estos indicadores de acuerdo con entrevistas desarrolladas con altos directivos de la DOP, Región de Valparaíso, se debería principalmente a las siguientes causas:

- Inadecuado proceso de licitación en la etapa de ejecución, donde sólo se considera estándares mínimos para la propuesta técnica y se privilegia la selección en base a la propuesta económica de menor valor.
- Inadecuada coordinación entre los distintos actores de las etapas del proyecto, principalmente entre los diseñadores y constructores, lo que es concordante con lo indicado en la bibliografía.

Se propone entonces para dar respuesta a esto, una metodología de contratación de obras que por un lado integre adecuadamente las etapas del proyecto en un único proceso de licitación y que además las propuestas sean evaluadas en base a un modelo multicriterio.

Capítulo 3. Estado del Arte

3.1 Procesos de licitación en proyectos de construcción

3.1.1 Generalidades de los Procesos de Licitación

La licitación, en términos generales, es un procedimiento formal y competitivo de adquisiciones, mediante el cual se solicitan, reciben y evalúan ofertas para la adquisición de bienes, obras o servicios y se adjudica, luego de una evaluación, el contrato correspondiente al oferente que ofrezca la propuesta más ventajosa. Por lo tanto, es un proceso integrado por actos y hechos de la administración y actos y hechos del oferente, que concurren a formar la voluntad contractual. En estricto rigor, la licitación no es el contrato público que celebra el mandante con determinado proveedor, ya que este último surge de la licitación

Los procesos de licitación representan para una empresa constructora, un proceso clave para su desarrollo estratégico [Serpell,93]. La preparación de ofertas acuciosas y realistas basadas en los antecedentes de un proyecto permitirá a las empresas constructoras mejorar las posibilidades de éxito en las licitaciones y de esta manera expandir su negocio [Arslan et al.06].

Los procesos de licitación en el ámbito de la construcción presentan tres características esenciales que lo distinguen de los procesos de licitación de otro tipo de industrias. En primer lugar, se caracterizan por ser procesos asociados a proyectos de corta duración, lo que imposibilita el desarrollo de compromisos contractuales y racionales de largo plazo. En segundo lugar, los proyectos se desarrollan a la “Medida”, vale decir corresponden a proyectos únicos que deben ser evaluados caso a caso. Por último, la alta variabilidad asociada a los procesos de construcción implica una alta incertidumbre al momento de evaluar aspectos técnicos y económicos de la licitación.

La estimación inicial del costo de ejecución de un proyecto de construcción es un proceso complejo debido a la limitada información disponible. Una estimación razonable de costos facilita la rápida ejecución de los proyectos de construcción y contribuye a la eficacia económica y la eficacia administrativa [Chou,et.al13]. Según Friedman [Friedman56], una empresa que desea ganar una licitación debe encontrar un equilibrio entre el beneficio esperado y la oportunidad de ganar. Una sobrestimación de los costos puede resultar en la pérdida del contrato, mientras que la subestimación de costos puede resultar en pérdidas financieras para la empresa. Por lo tanto, el monto de una oferta está determinado en última instancia por la relación entre el beneficio potencial para la empresa constructora y la probabilidad de ganar la licitación.

En general, las empresas constructoras mantienen políticas que se basan en conseguir de cualquier modo (con ofertas desajustadas) el contrato y trasladar los problemas económicos a la ejecución de la obra, con numerosos conflictos asociados a mediciones erróneas, precios contradictorios, proyectos modificados, entre otros [Padrós&Reig10], que suponen un retraso en la ejecución de las obras y en ocasiones ponen en duda la viabilidad del proyecto.

Por años los criterios de selección en los procesos de licitación han estado dominados en la industria de la construcción por la mejor oferta económica. Sin embargo, al analizar el comportamiento de las empresas constructoras en los procesos de licitación, no queda clara la relación que pudiera existir entre las ofertas económicas y el éxito de un proyecto. Por otro lado, las licitaciones que consideran modelos de evaluación con múltiples atributos, han demostrado que mejoran la probabilidad de éxito en la ejecución de proyectos [Fuentes&Bargues et. al.14]. En este sentido, los mandantes deben abordar el proceso de licitación de una manera integral, no sólo considerando la mejor oferta económica, sino que considerando otros aspectos tales como: técnicos, de aseguramiento de la calidad y capacidad financiera entre otros.

3.1.2 **Sistemas de evaluación para procesos de licitación**

Alrededor del mundo se utilizan diferentes modalidades para la selección de contratistas en construcción e infraestructura, entre ellas se destacan la licitación pública, licitación privada, precalificación o negociación [Topcu04]. Una de las modalidades de selección de contratista más utilizadas es la licitación pública, que es un método de contratación transparente en el que pueden participar todos aquellos contratistas, proveedores o vendedores que han conocido las bases de licitación mediante los medios de comunicación y que acepten los términos, especificaciones y condiciones del contrato propuesto, así como los criterios mediante los cuales se evaluarán las ofertas. La licitación pública tiene como objetivo la obtención de bienes y servicios al precio más bajo al estimular la competencia y evitar el favoritismo. [Ballesteros&Perez et al.13].

Existe una gran diversidad en los procedimientos de selección. La diferencia más importante en el diseño de la contratación pública en los países es en la importancia que le dan a la calidad o al precio. Algunas licitaciones siguen estrictamente los criterios de menor precio, pero otras toman en consideración la calidad [Estache & Iimi11].

Distintos sistemas de evaluación han sido utilizados para jerarquizar las propuestas técnicas y económicas de un proceso de licitación. Estos sistemas pueden ser clasificados en tres tipos: Sistemas binarios; Sistemas costo beneficio y Sistemas de puntajes o porcentajes. La tabla 3.1 presenta un resumen de las principales características de cada uno de estos sistemas.

Tabla 3.1. Cuadro comparativo de sistemas de evaluación de propuestas técnicas y económicas

	Sistema Binario	Sistema Costo Beneficio	Sistema de Puntajes
Etapas del proceso	Se consideran dos etapas: Una primera etapa de calificación preliminar o preselección y una segunda etapa de evaluación de las ofertas económicas.	Se considera sólo una etapa: en esta se evalúa conjuntamente el precio y calidad de la oferta	Este sistema puede desarrollarse en una o dos etapas. En el primer caso no existe una fase de preselección. En el segundo caso se pueden presentar dos modalidades. En la primera de ellas los puntajes obtenidos en la primera etapa son considerados para una preselección. En la segunda modalidad los resultados de los puntajes obtenidos en la primera etapa de preselección son integrados a la etapa siguiente de evaluación de la oferta económica.
Sistema de evaluación	En la etapa de preselección se consideran múltiples atributos y criterios de análisis que establecen requisitos mínimos. En la segunda etapa se considera el precio ofertado.	Se considera una evaluación integrada y simultánea a través de indicadores de la relación que existe entre el precio y la calidad de las ofertas presentadas.	En todos los casos posibles de aplicación de este sistema se considera la evaluación mediante puntajes asociados a la evaluación de múltiples atributos y criterios.
Atributos y criterios considerados	Se consideran requisitos mínimos asociados a la capacidad técnica y financiera, la experiencia administrativa y organizacional, el historial de desempeño, salud ocupacional, responsabilidad ambiental e incluso a veces en su disposición hacia las reclamaciones [Palaneeswaran&Kumaraswamy01]. Aquellos contratistas que estén por debajo de las capacidades mínimas no se consideran para la etapa de final del proceso [T opcu04].	Se consideran el precio y una o más medidas de calidad que tendrán que ser combinados en una sola medida. La calidad debe ser evaluada en términos monetarios o precio, es decir, debe transformarse en una puntuación que se corresponde con el nivel de calidad.	De acuerdo con Watt et. al. (2009), en este sistema de licitación los criterios de evaluación pueden ser clasificados en 4 categorías: atributos de experiencia, atributos técnicos, atributos organizacionales y atributos financieros y/o económicos, incorporando criterios de dimensión cualitativa y cuantitativa.
Adjudicación	Se adjudica el contrato a la empresa que oferte el menor precio y que haya cumplido con los requisitos mínimos	Se adjudica el contrato a la empresa que oferte la mejor relación precio - calidad	Se adjudica el contrato a la empresa que haya obtenido el mejor puntaje de evaluación en las distintas modalidades.

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Atributos y criterios de licitación en proyectos de construcción

La selección y desarrollo de los atributos y criterios necesarios para la evaluación de ofertas en un proceso de licitación, requiere de un análisis acucioso de aspectos relacionados con la confiabilidad, conveniencia, practicidad y limitaciones de cada uno de ellos. Cada proyecto de construcción es único y en cada caso hay que considerar diferentes aspectos, pero por lo general hay ciertos criterios que se deben considerar en la mayoría de proyectos, para el estudio de las diferentes propuestas que se presenten.

Los criterios utilizados para seleccionar contratistas de infraestructura y construcción en la literatura se clasifican principalmente en cuatro atributos [Watt et. al.09]: atributos de experiencia, atributos técnicos, atributos organizacionales y atributos financieros y económicos. Los criterios más utilizados en selección de contratistas para proyectos de infraestructura habitualmente son: la estabilidad financiera, la disponibilidad de recursos, desempeño pasado de la empresa, disponibilidad de personal experto y técnico, la experiencia, la capacidad administrativa, la gestión de calidad, métodos constructivos y equipo disponible, entre otros.

La tabla 3.2 presenta una síntesis de las principales características de los atributos considerados en la literatura.

Tabla 3.2. Resumen de las principales características de los atributos considerados en la literatura.

Alcance del atributo	Experiencia de una empresa ha sido reconocida como un excelente predictor del éxito de un proyecto [Alzahran&Emsley/13].	Atributos técnicos	El contratista debe disponer de la capacidad técnica necesaria para llevar a cabo las actividades del proyecto específico.	Atributos organizacionales	Los atributos organizacionales incluyen criterios relacionados con la capacidad de gestión del contratista y a aquellos asociados a la calidad.	Atributos financieros y económicos	Este tipo de atributos debe enfocarse en dos aspectos fundamentales: la oferta económica y la capacidad financiera del contratista.
Principales características del atributo	En general se puede mencionar que los atributos de experiencia son fácilmente medibles en términos cuantitativos, lo que facilita el proceso de evaluación.	Los atributos técnicos incorporan criterios que pueden ser medidos en términos tanto cuantitativos como cualitativos, lo que dificulta el proceso de evaluación.	Los atributos organizacionales incorporan criterios que pueden ser medidos en términos tanto cuantitativos como cualitativos, lo que dificulta el proceso de evaluación.	La capacidad de gestión del contratista se evalúa en términos de la planificación, organización y control del proyecto. La calidad tiene que ver en gran medida con la satisfacción del cliente, en aspectos tales como la capacidad de control de calidad, inspección, pruebas y detección de errores. En general, se evalúan los programas de control y aseguramiento de la calidad [Certificación ISO 9000], puntualidad en las respuestas a los clientes y personal de control de calidad del contratista [Bendana et al.08]. Evalúa además que tan eficaz son los sistemas de los contratistas para mitigar riesgos para la salud y la seguridad de sus empleados	En general se puede mencionar que los atributos financieros y económicos son fácilmente medibles en términos cuantitativos, lo que facilita el proceso de evaluación.	En general se puede mencionar que los atributos financieros y económicos son fácilmente medibles en términos cuantitativos, lo que facilita el proceso de evaluación.	
Criterios considerados por atributo	Este tipo de atributo debiera incluir criterios relacionados no sólo con la experiencia de la empresa en proyectos similares, sino que también a la experiencia global de la empresa en faenas de construcción [Topcu04]. Además, este tipo de atributo considera la experiencia del staff profesional de la empresa destacando la importancia del recurso humano en la ejecución de un proyecto.	Generalmente se evalúa la suficiencia y calidad de los equipos, software y tecnología necesarios para el desarrollo exitoso del proyecto, además de la definición de los métodos constructivos que serán utilizados en la ejecución de las obras. En ciertas ocasiones se pueden considerar para este tipo de atributos, criterios como las propuestas de modificación al diseño del proyecto y las competencias que el contratista posee para su desarrollo.	La capacidad de gestión del contratista se evalúa en términos de la planificación, organización y control del proyecto. La calidad tiene que ver en gran medida con la satisfacción del cliente, en aspectos tales como la capacidad de control de calidad, inspección, pruebas y detección de errores. En general, se evalúan los programas de control y aseguramiento de la calidad [Certificación ISO 9000], puntualidad en las respuestas a los clientes y personal de control de calidad del contratista [Bendana et al.08]. Evalúa además que tan eficaz son los sistemas de los contratistas para mitigar riesgos para la salud y la seguridad de sus empleados	La oferta económica considera dimensiones claves del proyecto, dentro de las cuáles el costo debe ser uno de ellos [Watt et al.09]. El valor de la oferta económica, corresponde al precio ofrecido por el contratista [Marzouk, et. al.13]. En algunos casos es conveniente identificar y diferenciar en esta oferta económica el costo directo del proyecto, los gastos generales del contratista y las utilidades. Esto con la finalidad de establecer bases de comparación entre los oferentes, que permitan discriminar ofertas desajustadas (sobre o sub dimensionadas). En cuanto a la capacidad financiera, el cliente o mandante debe llegar a una opinión informada sobre la situación financiera global del contratista. Esta situación financiera, se puede representar a través de indicadores [Anagnostopoulos&Vavatsikos06].			

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Tipos de contratos de construcción

La dinámica y complejidad características de la materialización de grandes obras y proyectos civiles, así como la aparición de nuevas tecnologías y procesos constructivos, genera la necesidad de que la contratación de obras deba ser concordante con estas nuevas realidades. En este sentido, la utilización de nuevas formas de contratación que rompen esquemas tradicionales y dan espacio a nuevas instancias contractuales se presenta como una alternativa posible para el desarrollo de proyectos.

En la construcción de obras civiles, el método tradicional de contratación basado en una relación tripartita, cliente-ingeniero/arquitecto-constructor, en la cual la ingeniería de detalle del proyecto es suministrada por el cliente, ha sido desplazado por el denominado método “llave en mano”, “Turnkey” o EPC (Engineering, Procurement and Construction). En este tipo de contrato se establece una única relación entre cliente-contratista. Este último, junto a sus funciones tradicionales, asume la concepción del proyecto y se fija un precio a suma alzada.

Las principales ventajas que se derivan de este método son [Hernández14]:

- La disminución de costos y la rapidez en la ejecución de la obra, pues al ser el contratista quien elabora a su vez el proyecto tiene mejor acceso a los problemas que puedan surgir durante la construcción del mismo
- La simplificación de las relaciones jurídicas y, consecuentemente, una mayor facilidad para determinar la responsabilidad en caso de incumplimiento y finalmente, una mayor seguridad y certeza respecto a la determinación del precio, que generalmente será un precio a suma alzada.

Jan Pichá [Pichá et. al.15] analizó la aplicación de este tipo de contratos en la construcción de plantas de energía, identificando que las claves para el éxito se encuentran asociadas al conocimiento del contratista sobre el alcance de la responsabilidad y el riesgo que asume y un conocimiento detallado y comprensión de un contrato.

Las principales desventajas son [Hernández14]:

- Impide al cliente llevar a cabo cualquier modificación del proyecto
- El contratista traspa al cliente los considerables riesgos que asume en el precio, por tanto, no resulta más barato para el cliente. Esto ha sido abordado equilibrando el riesgo asumido por la empresa contratista y el cliente.

Es habitual que, debido al riesgo inherente a este tipo de contrato, las empresas contratistas tomarán los resguardos que consideren necesarios para cubrirse de eventuales riesgos asociados a la falta de información completa o asimetría de la misma, sobre la obra que se debe efectuar y las condiciones de trabajo. De acuerdo con Ducci [Ducci et. al.13], las empresas son en general adversas al riesgo y el criterio normal de valoración de estos riesgos considera analizar la peor situación posible, es decir, aquella de máximo costo para el contratista. Este valor máximo será entonces incorporado al valor de la oferta por el contrato. Estas diferencias de apreciación de

los riesgos asociados también generan un problema para el mandante a la hora de evaluar ofertas, ya que puede ser muy difícil hacerlas comparables para poder optar por una u otra.

En consecuencia, para evitar o disminuir este efecto del riesgo (analizar la peor situación posible) en las ofertas presentadas por las empresas contratistas, se debe realizar la definición lo más precisa posible de los requerimientos del proyecto asociados al desarrollo del perfil del proyecto. Además, los procesos de licitación asociados a esta modalidad de contratación deben garantizar una adecuada evaluación de aspectos relacionados con distintos atributos y criterios de manera jerarquizada para potenciar la competencia y de esta forma contrarrestar el efecto del riesgo en el costo del proyecto.

3.4 Los modelos de jerarquización en los procesos de licitación

En los actuales procesos de licitación, el peso de los atributos y criterios considerados en la evaluación se establece generalmente a través de una puntuación o porcentaje totalmente aleatorio según la importancia que se considera que tiene cada criterio o la que se quiere otorgar a estos. Habitualmente no existe un método que justifique la asignación de puntos o porcentajes a cada atributo o criterio, ni que garantice la objetividad ni la consistencia del peso asignado. Tampoco se puede garantizar la transparencia ni la ausencia de algún nivel de manipulación en el proceso. Además, cuando se procede a comparar las distintas alternativas u ofertas presentadas hay criterios que se evalúan mediante fórmulas matemáticas (precio ofertado, plazo de ejecución, entre otros) y otros de forma subjetiva (calidad, diseño, proceso constructivo, entre otros).

Sin embargo, han sido desarrolladas diversas investigaciones enfocadas en determinar de una forma racional el peso o ponderación de los atributos y criterios en los procesos de licitación. Deng [Deng99] utilizó la técnica del Proceso Analítico Jerárquico en conjunto con números difusos para la evaluación de ofertas competitivas considerando cuatro criterios, para el mantenimiento de edificios públicos del gobierno local de Monash en Victoria Australia. Hsieh [Hsieh et. al. 04] determinó el peso de los criterios considerados para la selección de alternativas de planificación y diseño, de un edificio público de oficinas en Taipei. El peso de los criterios se determinó empleando el Proceso Analítico Jerárquico, teniendo en cuenta la opinión del grupo de propietarios, de un grupo de expertos y de un grupo usuarios. Además, la subjetividad de las opiniones y la variación de resultados se analizó aplicando números difusos a los términos de preferencia. Lin [Lin et. al.07], determinó una serie de criterios para estudiar diferentes ofertas competitivas, para la ejecución de un edificio público en Taiwán. Para determinar el peso de los criterios considerados se aplica el Proceso Analítico Jerárquico y se propone un nuevo método para determinar la consistencia de los resultados. [Ferrando et. al.07], empleó los métodos de decisión multicriterio, Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y Proceso Analítico de Redes (ANP), para determinar el peso relativo de cada uno de los 21 criterios considerados para evaluar dos ofertas en la licitación pública de un edificio de la Universidad Politécnica de Valencia y comparar los resultados obtenidos con cada método.

En términos de métodos, el más utilizado es el AHP [Espino et. al.14], debido a su sencillez de aplicación y flexibilidad. Además, el AHP es una técnica fácilmente combinable con otros métodos, con frecuencia como un mecanismo para sopesar la importancia de los criterios que definen el problema de toma de decisiones. Mientras tanto, la razón por la cual los números difusos son utilizados con un enfoque híbrido, es por su capacidad de tener en cuenta la incertidumbre y la imprecisión en los datos.

El Proceso Analítico Jerárquico permite analizar todos los criterios con la misma escala, tanto los criterios cualitativos como los cuantitativos. Permite determinar el peso de los criterios considerados de forma menos aleatoria, mediante la comparación por pares, emitiendo juicios de valor sobre la importancia de unos criterios respecto a otros en relación al objeto o criterio con que se comparan. Estos juicios se representan de forma numérica (del 1 al 9). Otro aspecto importante del proceso Analítico Jerárquico es que permite comprobar la consistencia de los juicios emitidos para garantizar que los resultados obtenidos serán válidos. Además, presenta los problemas de forma visual y permite realizar simulaciones y modificaciones de forma rápida.

3.5 El proceso analítico jerárquico (AHP)

Con el fin de abordar problemas en los que hay que tener en cuenta diversos criterios y un número finito de alternativas (Problemas Multicriterio Discretos), Tomas L. Saaty propuso una nueva metodología, el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process AHP) [Saaty80]. Este método de toma de decisiones multicriterio se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica. Mediante comparaciones por pares (criterio a criterio; subcriterio a subcriterio; alternativa a alternativa) determina la importancia e influencia de los factores que componen el problema, emitiendo juicios de valor que permiten comparar con la misma escala criterios cuantitativos y cualitativos. Además, permite verificar la consistencia de los juicios de valor, aportando mayor seguridad en la toma de la decisión.

El método Analítico Jerárquico combina los dos enfoques fundamentales de resolución de problemas, el enfoque deductivo y el enfoque de sistemas. El enfoque deductivo se centra en el estudio de las partes, y en el Análisis Jerárquico esto se corresponde a la descomposición en partes del problema y la estructuración en una jerarquía, viendo cómo interactúan las distintas partes entre sí. El enfoque de sistemas consiste en considerar la situación como un todo, en el Proceso Analítico Jerárquico se realiza mediante la sintetización de los resultados de cada parte, para ver el impacto que tiene en el problema global.

El Análisis Jerárquico busca mejorar la calidad del Proceso de Toma de Decisiones, dotando de rigor científico cada fase del proceso. Incorpora aspectos del pensamiento humano cualitativos (definir el problema y establecer la jerarquía) y cuantitativos (expresar juicios y preferencias de manera concisa).

Emplea escalas numéricas para reflejar pensamientos, juicios e intuiciones, así como para medir con el mismo criterio cualidades tangibles e intangibles. Las escalas numéricas ayudan a

reflejar valoraciones o juicios que debido a su complejidad no se pueden expresar correctamente con palabras.

Los resultados numéricos permiten reflejar matices muy sutiles entre las distintas soluciones posibles, aportando racionalidad y lógica al proceso de decisión. La elección tomada queda completamente justificada al basarnos en los resultados numéricos, favoreciendo la objetividad y la transparencia del proceso.

La objetividad de la decisión tomada se ve reforzada debido a que en el Método Analítico Jerárquico se tienen en cuenta las opiniones de todas las personas que intervienen en la decisión, tanto al definir el problema y establecer la jerarquía, como en la emisión de juicios y valoraciones.

Las etapas para resolver un problema de decisión (en el cual debemos escoger una de las alternativas que se nos plantean), mediante el empleo del Proceso Analítico Jerárquico, se presentan en la figura 3.1. Los detalles del proceso se presentan en el anexo 1.

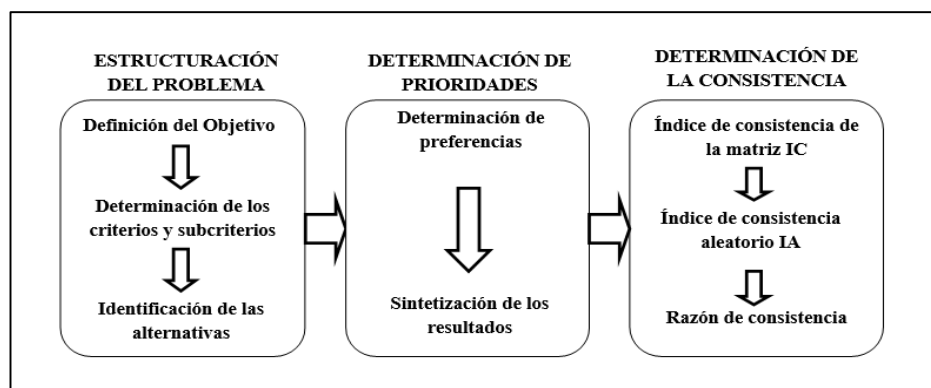


Figura 3.1 **Etapas del Proceso Analítico Jerárquico**

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Números difusos

La mayor parte de las veces, el decisor no es capaz de definir la importancia de los criterios y la bondad de las alternativas con respecto a cada criterio en términos numéricos. En la mayoría de las situaciones, estas valoraciones son lingüísticas, dando lugar a medidas o cantidades que no son exactas sino aproximadas. Desde que Zadeh [Zadeh65] introdujera el concepto de conjunto difuso y el de variable lingüística la popularidad y el uso de la lógica difusa ha ido en aumento. Por variable lingüística se entiende una variable cuyos valores son palabras o sentencias en un lenguaje natural o artificial. Por ejemplo la edad es una variable lingüística si sus valores son lingüísticos en vez de numéricos, por ejemplo, joven, no joven, muy joven,

bastante joven, viejo, no muy viejo, no muy joven, etc. en lugar de números como 20,21,22, 23..., etc. En general, las variables lingüísticas forman un conjunto ordenado

$$v = \{L_i / i = 1, 2, \dots, n\} \text{ siendo } L_i \prec L_j \Leftrightarrow i \leq j.$$

Una variable lingüística se caracteriza por un quintuplo

$$\{X; T(X); U; G; M\}$$

Donde:

X es el nombre de la variable

T (X) es el término del conjunto de X , esto es, la colección de sus valores lingüísticos.

U es un universo de discusión de la variable

G es la regla sintáctica para la generación de los elementos de T (X) y

M es la regla semántica que asocia a cada elemento de T (X) su significado.

En general para el decisor es más fácil cuando evalúa sus juicios mediante términos lingüísticos que cuando lo hace con números. Siendo, en estos casos, el concepto de número difuso más adecuado que el de número real para su representación.

La teoría de conjuntos difusos, introducida por Zadeh para tratar problemas vagos inciertos e imprecisos se ha utilizado como una herramienta de modelado para sistemas complejos que pueden ser controlados por los humanos pero que son difíciles de definir con precisión.

Capítulo 4. Metodología propuesta para la contratación de obras

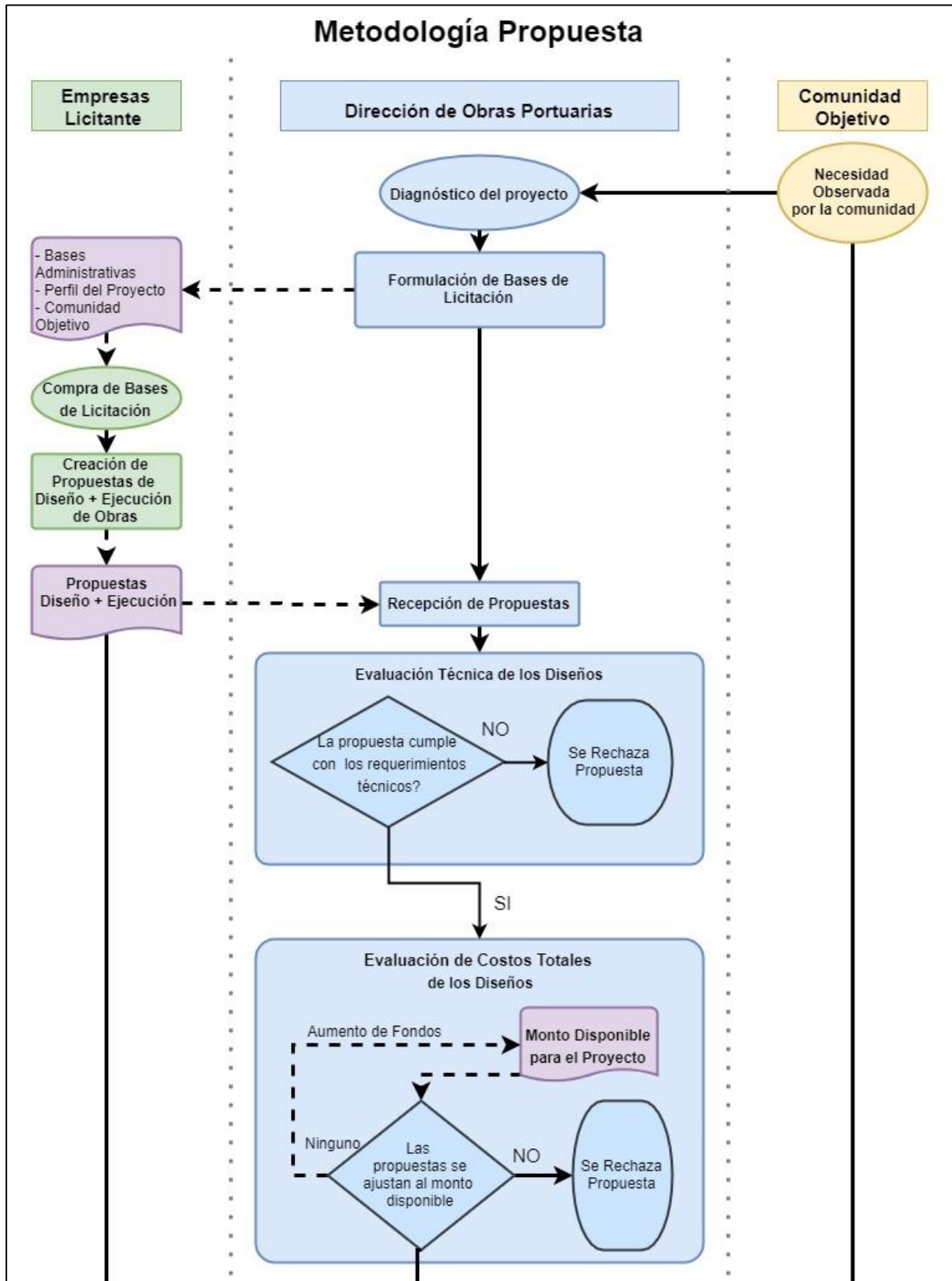
La propuesta de este trabajo de título, es modificar la actual metodología de contratación de obras utilizada por la Dirección de Obras Portuarias y confeccionar una nueva, que se base en la modalidad EPC (Engineering, Procurement and Construction), es decir, una metodología que entregue al contratista, la responsabilidad de realizar tanto el diseño, la ingeniería de detalle, la adquisición de materiales y la construcción de la Obras para mejorar la eficiencia del proceso de contratación y los resultados del proyecto.

En términos generales la metodología de contratación de obras, integrará dos etapas del proyecto, el diseño y la construcción en un único proceso de licitación pública. Ambas etapas serán evaluadas secuencialmente para cada una de las empresas oferentes. En la primera etapa de evaluación, las propuestas de diseño e ingeniería de detalle serán evaluadas en términos de su factibilidad técnica y económica, seleccionando aquellas que cumplan con los requisitos para poder ser materializadas desde el punto de vista técnico y que además puedan ser financiadas con los montos disponibles. Aquellas propuestas preseleccionadas serán sometidas a un proceso de participación ciudadana, con la finalidad de identificar los impactos positivos y negativos del proyecto. La evaluación realizada permitirá calificar y jerarquizar las propuestas de diseño e ingeniería de detalle.

En la siguiente etapa, las propuestas de ejecución de los proyectos preseleccionados serán evaluadas mediante un modelo multicriterio en cuya construcción se empleará el proceso analítico jerárquico y los números difusos. Los resultados de la evaluación, obtenidos en el proceso de participación ciudadana, serán considerados como uno de los criterios integrantes del modelo de evaluación. De esta evaluación se definirá la empresa que presenta los mejores atributos para desarrollar el proyecto, siendo seleccionada para su ejecución.

Debido a las complejidades matemáticas asociadas a los cálculos de la metodología propuesta, ésta es complementada con una plataforma virtual que integra las distintas etapas del proceso de contratación de obras, facilitando la evaluación y permitiendo además que los distintos actores que participan en las licitaciones tengan acceso en tiempo real a la información disponible. Lo anterior permitirá disminuir los tiempos y los riesgos de errores en el proceso, así como transparentar el proceso de evaluación.

La figura 4.1 presenta un esquema de la metodología propuesta para el proceso de contratación de obras.



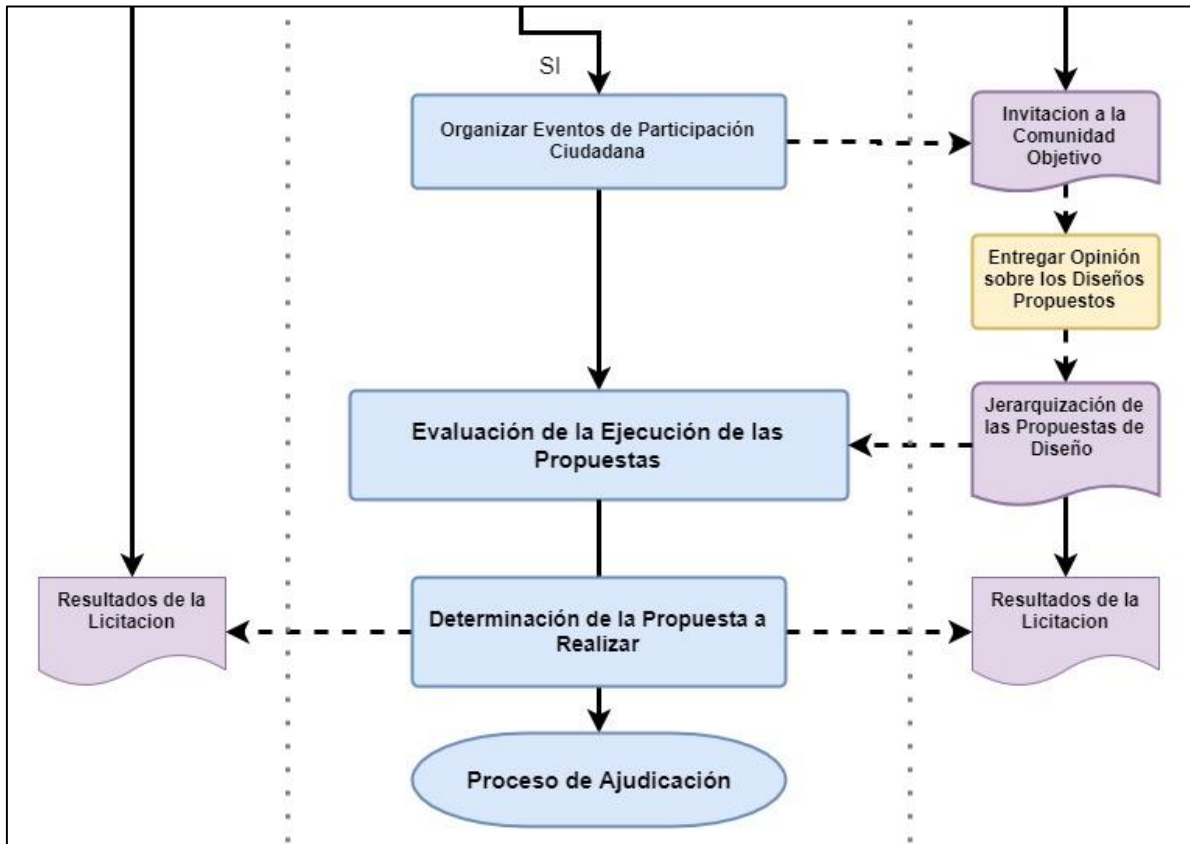


Figura 4.1 Metodología propuestas

Fuente: Elaboración Propia

La metodología propone las siguientes etapas:

4.1 Diagnóstico del proyecto

El proceso comienza con la identificación de la necesidad de una comunidad y el posterior diagnóstico del proyecto realizado por la Dirección de Obras Portuarias (DOP). Es esta entidad la encargada de generar las bases de licitación que deben incluir el perfil del proyecto con un estudio detallado de las condiciones del área a intervenir y las bases administrativas del proyecto. El perfil del proyecto será un insumo para que las empresas desarrollen el diseño e ingeniería de detalle. Por otro lado, las bases administrativas orientarán a las empresas en las condiciones y plazos del proceso de licitación además de establecer los requisitos técnicos que el proyecto deberá cumplir.

4.2 Recepción de las propuestas:

Las propuestas confeccionadas por las empresas proponentes deberán incluir los siguientes antecedentes agrupados en dos módulos: Diseño y Construcción. El módulo de diseño comprende:

- El Diseño de la obra propuesta, junto con los estudios realizados para confirmar la factibilidad del proyecto.
- Las Especificaciones Técnicas Generales y Especiales.
- Planos de ingeniería de detalle.
- Visualizaciones 3D de las obras propuesta.

El módulo de construcción comprende:

- Costos totales del proyecto incluyendo la etapa de diseño realizada para la licitación.
- Programa de ejecución propuestos.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- Informe del Método Constructivo.
- Estimación de la capacidad financiera y respaldos que avalan esta situación.
- Informes de Cumplimiento de las Obligaciones Provisionales.
- Informes de Reclamos Laborales.
- Curriculum del Staff Profesional.

4.3 Evaluación de las propuestas de diseño

Los antecedentes relacionados con el diseño e ingeniería de detalle del proyecto deberán ser evaluados en dos etapas consecutivas para determinar aquellas propuestas que cumplen con los requisitos técnicos mínimos (en una primera etapa) y cuyos costos se ajusten a los montos de financiamiento disponible y que no serán informados en las bases de licitación (en una segunda etapa).

La evaluación técnica entregará como resultado la preselección de aquellos proyectos que sean sustentables desde el punto de vista técnico, para lo cual se requiere la participación de evaluadores especialistas pertenecientes a la Dirección de Obras Portuarias. Aquellos proyectos que no cumplan los estándares exigidos o su ejecución no puedan realizarse por razones técnicas serán rechazados.

La siguiente etapa de evaluación económica implica identificar aquellos proyectos que puedan ser financiados con los montos asignados por el Ministerio de Obras Públicas. En caso contrario los proyectos serán rechazados.

Sin embargo, existe la posibilidad de que todas de las propuestas presentadas sobrepasen los fondos disponibles. En este caso, podría gestionarse el aumento de los fondos con el Ministerio de Obras Públicas.

4.4 Participación ciudadana

La participación de la comunidad considera la recopilación de la percepción de los ciudadanos en relación con los impactos positivos, así como de los impactos negativos generados por las distintas alternativas de diseño e ingeniería de detalle propuestas por los oferentes. Para ello la Dirección de Obras Portuarias deberá organizar eventos de participación ciudadana, donde cada una de las empresas preseleccionadas (desde el punto de vista técnico y económico) presente a la comunidad los alcances de sus proyectos y los impactos de cada uno de éstos.

Para la estimación de la percepción de la comunidad se aplicará un instrumento de comparación pareada desarrollado mediante el proceso analítico jerárquico, con la finalidad de jerarquizar los proyectos de diseño e ingeniería de detalle presentados.

La información recopilada en esta etapa será parte integrante de la evaluación de la construcción de los proyectos constituyéndose en uno de los atributos considerados.

4.5 Evaluación de la construcción de los proyectos

La evaluación de la construcción de los proyectos se desarrollará a través del uso métodos de decisión multicriterio. De acuerdo con Mayor [Mayor et. al.16], éstos son un enfoque de apoyo en la evaluación y decisión operativa adecuado para hacer frente a problemas complejos que ofrecen una alta incertidumbre, objetivos contradictorios, diferentes formas de datos e información, intereses múltiples y perspectivas, evolución de sistemas complejos, como es el caso del problema de selección de contratistas para proyectos de infraestructura.

La Figura 4.2 presenta el esquema del proceso propuesto para el desarrollo del modelo de selección de contratistas.

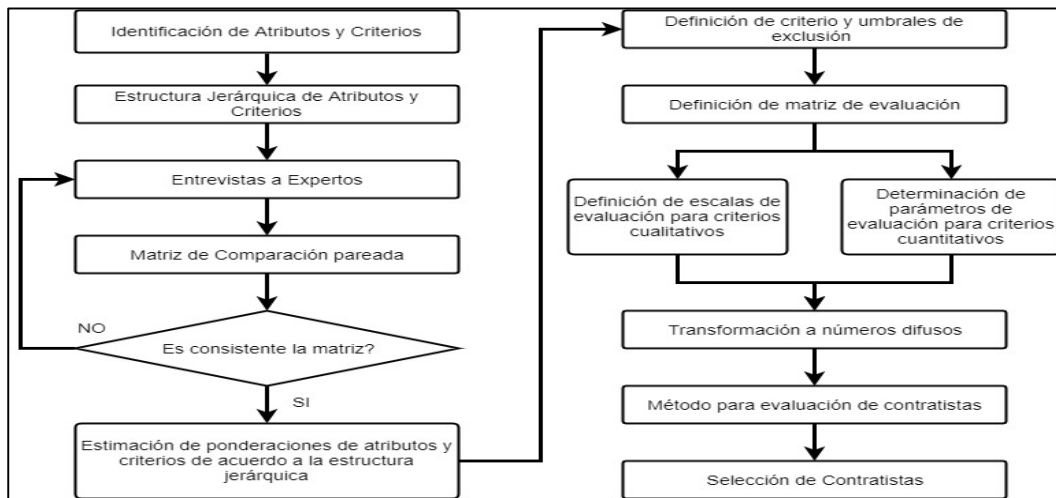


Figura 4.2 Metodología propuesta para selección de contratistas

Fuente: Elaboración Propia

El proceso comprende las siguientes etapas:

- Identificación de atributos y criterios
- Definición de la estructura jerárquica de atributos y criterios
- Entrevista a expertos
- Determinación de matriz de comparación pareada
- Evaluación de la consistencia de la matriz
- Estimación de ponderaciones de atributos y criterios de acuerdo a la estructura jerárquica
- Definición de criterios y umbrales de exclusión
- Definición de escalas de evaluación para criterios cualitativos
- Determinación de parámetros de evaluación para criterios cuantitativos
- Transformación de la información a números difusos
- Método para evaluación de contratistas
- Selección de contratistas.

Los distintos criterios agrupados en los atributos de evaluación que serán considerados para la evaluación de la construcción de los proyectos de la DOP se presentan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Resumen de atributos y criterios

Atributo	Criterio	Descripción	Unidad de medición	Dimensión
Participación ciudadana	Impactos positivos	Representa la percepción promedio de la comunidad en relación a los impactos positivos del proyecto.	Calificación de 0 a 1 (PAJ)	Cualitativo
	Impactos negativos	Representa la percepción promedio de la comunidad en relación a los impactos negativos del proyecto.	Calificación de 0 a 1 (PAJ)	Cualitativo
Costos	Costo directo	Estimación de los costos directos asociados a la construcción de un proyecto de infraestructura	Pesos (\$)	Cuantitativo
	Gastos generales	Estimación de los costos relacionados con los gastos generales de la construcción de un proyecto de infraestructura	Pesos (\$)	Cuantitativo
	Utilidades	Representa la expectativa de las utilidades de una empresa constructora para la ejecución del proyecto	Pesos (\$)	Cuantitativo
Calidad	Evaluación de desempeño	Representa la evaluación que realiza la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas a las empresas contratistas que han ejecutado proyectos de infraestructura previamente	Calificación de 1 a 7	Cuantitativo
	Plan de aseguramiento de la calidad	Representa el grado de cumplimiento de los estándares asociados a un plan de aseguramiento de calidad	Escala Lingüística (Tabla 3.2)	Cualitativo
Planificación de la construcción	Métodos de construcción	Representa el grado de adecuación de los métodos constructivos planteados por el contratista al tipo de faena a desarrollar	Escala Lingüística (Tabla 3.3)	Cualitativo
	Plazo de ejecución	Representa la estimación del plazo de ejecución del proyecto de infraestructura	Días corridos	Cuantitativo
Riesgo de la ejecución	Capacidad financiera	Representa la capacidad financiera de la empresa contratista (1)	Pesos (\$)	Cuantitativo
	Cumplimiento de obligaciones previsionales	Representa el grado de cumplimiento de las obligaciones previsionales del contratista de acuerdo con el formato y respaldos establecidos	Escala Lingüística (Tabla 3.4)	Cualitativo
	Informe de reclamos laborales	Representa el nivel de reclamos laborales durante el último año del contratista	Escala Lingüística (Tabla 3.5)	Cualitativo
Experiencia	Experiencia global de la empresa	Representa el número de años de operación de la empresa	Escala Lingüística (Tabla 3.6)	Cualitativo
	Experiencia en proyectos similares	Representa la cantidad de proyectos ejecutados por el contratista en proyectos de similares características	Escala Lingüística (Tabla 3.7)	Cualitativo
	Experiencia del staff profesional	Representa la experiencia profesional del staff de profesionales considerando al administrador de obra y profesional de terreno en proyectos de construcción de similares características.	Escala Lingüística (Tabla 3.8)	Cualitativo

Fuente: Elaboración Propia

(1) La capacidad financiera corresponderá, de acuerdo a lo establecido en la normativa del Ministerio de Obras Públicas, al patrimonio disminuido en:

- Los valores del activo que no representan inversiones reales,
- Las reservas susceptibles de retiro.
- Las reservas susceptibles de retiro netas al 31 de Diciembre inmediatamente anterior, podrán ser consideradas, total o parcialmente, para incrementar la capacidad económica.

La opción anterior será válida sólo si se manifiesta en declaración jurada ante notario y autorizada por el Acta de la Junta de Accionistas o Directorio, cuando corresponda.

En dicha declaración deberá indicarse explícitamente el compromiso que no se procederá al retiro de los referidos valores en el ejercicio financiero siguiente.

El no cumplimiento, parcial o total, de dicho compromiso, ameritará la rebaja del valor no cumplido y la no aceptación futura de esta opción.

La fórmula para determinar la capacidad financiera es la siguiente:

$$CE = P - ANI - RSR + DJ$$

Siendo:

CE= Capacidad Económica.

P= Patrimonio; corresponde al total de activos menos los pasivos (circulante, largo plazo e interés minoritario).

ANI= Valores de activo que no representan inversiones reales.

RSR= Reservas susceptibles de retiro.

DJ= Total o parte de las Reservas Susceptibles de Retiro que no se retirarán en el próximo ejercicio, acreditadas a través de una declaración jurada simple (opcional).

Juntamente con toda esta información los contratistas deberán adjuntar un Certificado de la Tesorería General de la República que acredite que no tiene deuda fiscal morosa a la fecha de presentación de los estados financieros. En caso de tener deuda fiscal morosa, deberá presentar copia o fotocopia legalizada del convenio de pago ante la Tesorería General de la República.

Las escalas lingüísticas de evaluación se presentan en las Tablas 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8.

Tabla 4.2. Métrica de evaluación Plan de Aseguramiento de Calidad (PAC)

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	El PAC: <ul style="list-style-type: none"> • Define los objetivos de calidad de la obra. • Define el programa de trabajo y establece las responsabilidades de los agentes intervinientes para la totalidad de las partidas del proyecto. • Establece el programa de puntos de control e inspección de acuerdo con la normativa vigente, para la totalidad de las partidas del proyecto. • Establece los impactos medioambientales y las medidas de mitigación adecuadas.
Bueno	El PAC: <ul style="list-style-type: none"> • Define los objetivos de calidad de la obra. • Define el programa de trabajo y establece las responsabilidades de los agentes intervinientes para las partidas tipo 1 y 2 del proyecto. • Establece el programa de puntos de control e inspección de acuerdo con la normativa vigente, para las partidas tipo 1 y 2 del proyecto. • Establece los impactos medioambientales y las medidas de mitigación adecuadas.
Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> • Define los objetivos de calidad de la obra.

	<ul style="list-style-type: none"> • Define el programa de trabajo y establece las responsabilidades de los agentes intervinientes, sólo para las partidas tipo 1 del proyecto. • Establece el programa de puntos de control e inspección de acuerdo con la normativa vigente, sólo para las partidas tipo 1 del proyecto. • Establece los impactos medioambientales y las medidas de mitigación adecuadas.
Pobre	<ul style="list-style-type: none"> • Define los objetivos de calidad de la obra. • Define el programa de trabajo y establece las responsabilidades de los agentes intervinientes, sólo para las partidas tipo 1 del proyecto. • Establece el programa de puntos de control e inspección de acuerdo con la normativa vigente, sólo para las partidas tipo 1 del proyecto. • Establece sólo los impactos medioambientales del proyecto.
Muy Pobre	<ul style="list-style-type: none"> • No define los objetivos de calidad de la obra. • Define el programa de trabajo y establece las responsabilidades de los agentes intervinientes, sólo para las partidas tipo 1 del proyecto. • Establece el programa de puntos de control e inspección sólo para las partidas tipo 1 del proyecto, presentando errores u omisiones al aplicar la normativa vigente. • No se establecen los impactos medioambientales del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.3. Métrica de evaluación Métodos de Construcción

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	Los métodos de construcción propuestos incluyen el tipo y cantidad de maquinarias suficiente para el volumen y tipo de actividad a desarrollar. La secuencia de trabajo propuesta es coherente y considera la optimización de los procesos constructivos. La experiencia de los operadores de maquinarias es adecuada y suficiente para el tipo de faena a realizar
Bueno	Los métodos de construcción propuestos incluyen el tipo y cantidad de maquinarias suficiente para el volumen y tipo de actividad a desarrollar. La secuencia de trabajo propuesta es coherente pero no considera la optimización de los procesos constructivos. La experiencia de los operadores de maquinarias es adecuada y suficiente para el tipo de faena a realizar
Aceptable	Los métodos de construcción propuestos incluyen el tipo, pero no la cantidad de maquinarias suficiente para el volumen y tipo de actividad a desarrollar. La secuencia de trabajo propuesta es coherente pero no considera la optimización de los procesos constructivos. La experiencia de los operadores de maquinarias es adecuada y suficiente para el tipo de faena a realizar
Pobre	Los métodos de construcción propuestos incluyen el tipo, pero no la cantidad de maquinarias suficiente para el volumen y tipo de actividad a desarrollar. La secuencia de trabajo propuesta es coherente pero no considera la optimización de los procesos constructivos. La experiencia de los operadores de maquinarias es adecuada pero no suficiente para el tipo de faena a realizar
Muy Pobre	Los métodos de construcción propuestos incluyen el tipo, pero no la cantidad de maquinarias suficiente para el volumen y tipo de actividad a desarrollar. La secuencia de trabajo propuesta no es coherente y no considera la optimización de los procesos constructivos. La experiencia de los operadores de maquinarias no es adecuada ni suficiente para el tipo de faena a realizar

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.4. Métrica de evaluación Cumplimiento de Obligaciones Previsionales

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	La empresa no registra ningún tipo de deudas laboral o previsionales con ningún trabajador activo ni con ningún trabajador que ha terminado su contrato con la empresa
Bueno	La empresa no registra ningún tipo de deudas laboral o previsionales con ningún trabajador activo, pero existen reclamaciones con trabajadores que han terminado su contrato con la empresa
Aceptable	La empresa no registra deudas laborales o previsionales morosas o, si las tiene, existe un convenio de pago vigente.
Pobre	La empresa no registra deudas laborales o previsionales morosas o, si las tiene, se encuentra en proceso de desarrollar un convenio de pago.
Muy Pobre	La empresa registra deudas laborales o previsionales morosas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.5. Métrica de evaluación Índice de Reclamos Laborales

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	La empresa no registra ningún tipo de reclamaciones laborales en el último año en la Dirección del Trabajo
Bueno	La empresa no registra reclamaciones laborales de importancia en el último año en la Dirección del Trabajo
Aceptable	La empresa registra reclamaciones laborales en el último año en la Dirección del Trabajo, pero existe acuerdo reparatorio entre empleador y empleado en la totalidad de ellas
Pobre	La empresa registra reclamaciones laborales en el último año en la Dirección del Trabajo, pero existe acuerdo reparatorio entre empleador y empleado sólo en algunas de ellas
Muy Pobre	La empresa registra reclamaciones laborales en el último año en la Dirección del Trabajo sin haber sido solucionadas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.6. Métrica de evaluación Experiencia Global de la Empresa

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	La empresa acredita su funcionamiento y operación por más de 10 años en actividades relacionadas con la construcción de obras civiles
Bueno	La empresa acredita su funcionamiento y operación por un periodo de 7 a 10 años en actividades relacionadas con la construcción de obras civiles
Aceptable	La empresa acredita su funcionamiento y operación por un periodo de 5 a 7 años en actividades relacionadas con la construcción de obras civiles
Pobre	La empresa acredita su funcionamiento y operación por un periodo de 3 a 5 años en actividades relacionadas con la construcción de obras civiles
Muy Pobre	La empresa acredita su funcionamiento y operación por menos de 3 años en actividades relacionadas con la construcción de obras civiles

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.7. Métrica de evaluación Experiencia en Proyectos Similares

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	La empresa acredita su funcionamiento y operación en más de 10 proyectos con partidas similares en un 80% del total de las partidas consideradas en la licitación.
Bueno	La empresa acredita su funcionamiento y operación en a lo menos 7 proyectos con partidas similares en un 80% del total de las partidas consideradas en la licitación.
Aceptable	La empresa acredita su funcionamiento y operación en a lo menos 5 proyectos con partidas similares en un 80% del total de las partidas consideradas en la licitación.
Pobre	La empresa acredita su funcionamiento y operación en a lo menos 3 proyectos con partidas similares en un 80% del total de las partidas consideradas en la licitación.
Muy Pobre	La empresa acredita su funcionamiento y operación en menos de 3 proyectos con partidas similares en un 80% del total de las partidas consideradas en la licitación.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.8. Métrica de evaluación Experiencia del Staff Profesional

Escala Lingüística	Descriptor
Muy bueno	El administrador de obras y el jefe de terreno acreditan una experiencia profesional en proyectos similares de más de 10 años
Bueno	El administrador de obras y el jefe de terreno acreditan una experiencia profesional en proyectos similares de a lo menos 7 años
Aceptable	El administrador de obras y el jefe de terreno acreditan una experiencia profesional en proyectos similares de a lo menos 5 años
Pobre	El administrador de obras y el jefe de terreno acreditan una experiencia profesional en proyectos similares de a lo menos 3 años
Muy Pobre	El administrador de obras y el jefe de terreno acreditan una experiencia profesional en proyectos similares de menos de 3 años

Fuente: Elaboración Propia

La definición de la estructura jerárquica permitirá comprender y visualizar todos los elementos asociados al proceso de evaluación y selección de contratistas, agruparlos según su importancia e influencia en conjuntos a distintos niveles, comprender las relaciones que existe entre ellos y como cada elemento influye en la selección de contratistas.

Para este tipo de investigación el uso de jerarquías funcionales lineales permitirá descomponer un elemento en sus partes constituyentes, de acuerdo con sus relaciones esenciales, pudiendo descender o ascender de forma lineal de un nivel a otro. Este tipo de jerarquías, son las empleadas en el Proceso de Análisis Jerárquico.

Para poder organizar un problema de decisión en una jerarquía, hay que conocer a fondo el problema que se está tratando, las posibles opciones que tenemos, los elementos que nos afecta en la decisión y el fin al que queremos llegar. Es adecuado que en la realización de la jerarquía participen diversas personas, conocedoras del problema a tratar, ya que pueden aportar consideraciones y puntos de vista diferentes, según como considere cada persona el problema. Los niveles mínimos que presentará una jerarquía para esta investigación serán 3: el objetivo o meta del problema, los atributos y los criterios.

La figura 4.3 presenta la estructura jerárquica de los atributos y criterios.

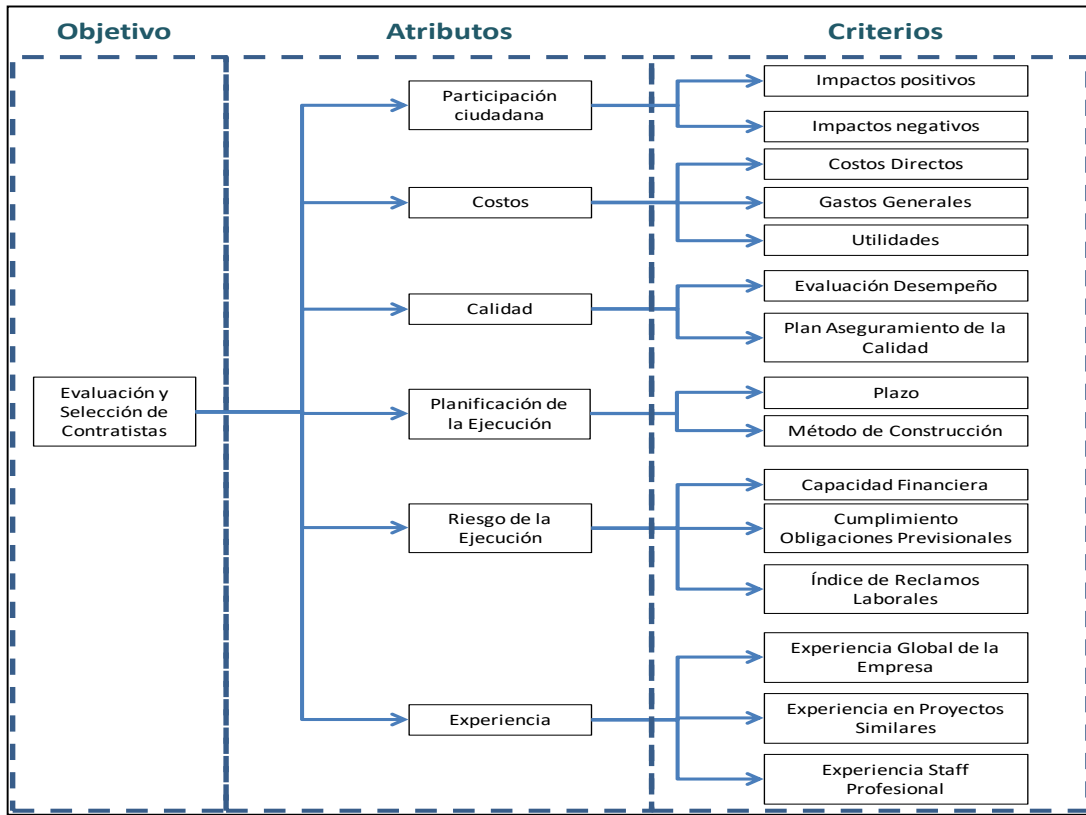


Figura 4.3 **Jerarquía de atributos y Criterios**

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la ponderación de los atributos y criterios, obtenidos de la aplicación del proceso analítico jerárquico (PAJ) a los 6 expertos entrevistados se presentan en la tabla 4.9. Los detalles de las preferencias de los cálculos de los vectores de ponderación para los atributos y criterios y consistencia de las matrices se presentan en el anexo 2.

Tabla 4.9. Ponderación de los atributos y criterios

ATRIBUTO	PONDERACIÓN ATRIBUTO (%)	FACTOR	PONDERACIÓN FACTOR (%)	PONDERACIÓN TOTAL (%)
PARTICIPACION CIUDADANA	8,58%	Impacto Positivo (IP)	20,14%	1,73%
		Impacto Negativo (IN)	79,86%	6,85%
COSTOS	31,67%	Costos Directos (CD)	74,33%	23,54%
		Gastos Generales (GG)	17,77%	5,63%
		Utilidades (UT)	7,90%	2,50%
CALIDAD	31,97%	Evaluación de desempeño (ED)	18,04%	5,77%
		Plan de aseguramiento de calidad (PAC)	81,96%	26,20%
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	6,30%	Métodos de construcción (MC)	13,20%	0,83%
		Plazo de construcción (PC)	86,80%	5,47%
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	17,69%	Capacidad financiera (CF)	79,75%	14,11%
		Cumplimiento de las obligaciones previsionales (OP)	9,98%	1,77%
		Indice de reclamos laborales (RL)	10,26%	1,82%
EXPERIENCIA	3,79%	Experiencia global de la empresa (EG)	11,67%	0,44%
		Experiencia en proyectos similares (EP)	38,57%	1,46%
		Experiencia del staff profesional (ES)	49,76%	1,89%

Fuente: Elaboración Propia

La definición de criterios y umbrales de exclusión permite definir en las etapas tempranas del proceso de licitación, aquellos aspectos y valores mínimos o máximos que los oferentes deberán respetar en los criterios de licitación y garantizar de esta manera, el cumplimiento de un estándar mínimo para el proceso. Esto impide además que las empresas oferentes incurran en supuestos de temeridad o desproporcionalidad, al momento de presentar sus propuestas.

Para la metodología propuesta se considerará como criterio de exclusión a todos aquellos contratistas cuyos costos directos ofertados sobrepasen el 15% de los costos directos oficiales o que se encuentren por debajo del 15% de los costos directos oficiales.

Una tarea fundamental es evaluar la competencia del contratista con respecto a los criterios de licitación. Para ello es necesario definir la matriz de decisiones, especialmente cuando los criterios de decisiones pueden tener características cualitativas y cuantitativas. En el caso de criterios cualitativos es preferible que los tomadores de decisión para evaluar sus juicios utilicen términos lingüísticos en lugar de números reales. Por lo tanto, se proponen dos tipos de evaluaciones:

- Cuando el criterio de evaluación es cuantitativo, la evaluación será en números reales. Para aquellos criterios considerados como cuantitativos, la calificación corresponde simplemente al valor mismo del indicador cuantitativo. Cuando se trata de un criterio cuantitativo se realiza el siguiente proceso: dependiendo del tipo de indicador (costo, beneficio) se otorga una calificación relativa a todas alternativas, respecto al máximo si es de beneficio o al mínimo si es de costo. Dicha calificación relativa se puede tratar como un número triangular difuso con $a = b = c$.

- Cuando el criterio de evaluación es cualitativo, la evaluación se realizará en términos lingüísticos. Las evaluaciones se describen subjetivamente en términos lingüísticos como “muy bueno”, “bueno”, “aceptable”, “pobre”, “muy pobre”. Las escalas de evaluación representan la modalidad en que los contratistas serán evaluados en cada uno de los criterios durante el proceso de licitación. Además, estas escalas permitirán definir los antecedentes requeridos para la presentación de las propuestas de los contratistas. Para aquellos criterios considerados como cualitativos, se utilizaron cinco términos lingüísticos para medir el nivel de rendimiento de cada contratista con respecto a cada criterio de acuerdo con lo señalado desde la tabla 4.2 a la tabla 4.8. Estos términos lingüísticos con sus respectivos números difusos se definen en la tabla 4.10 y se representan en la Figura 4.4. Para este estudio, se opta por números difusos simétricos respecto de la etiqueta central (Aceptable), por estar más acordes con aquellos valores que pudiera expresar el decisor sobre la valoración de las etiquetas.

Tabla 4.10. Variables lingüísticas para la evaluación de propuestas en base a criterios cualitativos y su correspondencia con números difusos

Variable lingüística	Número difuso
Muy bueno	(0,75; 1,0; 1,0)
Bueno	(0,5; 0,75; 1,0)
Aceptable	(0,25; 0,5; 0,75)
Pobre	(0,0; 0,25; 0,5)
Muy pobre	(0,0; 0,0; 0,25)

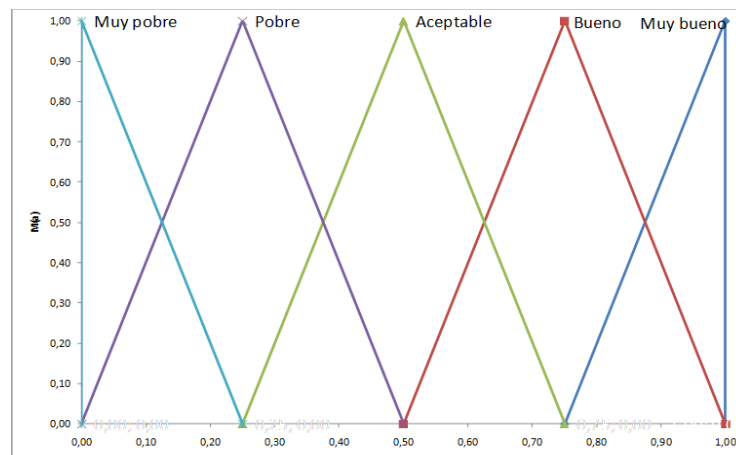


Figura 4.4 Importancia relativa de las variables lingüísticas

Los términos utilizados en la escala de evaluación se construyen para ayudar a quien toma las decisiones para evaluar la competencia de una alternativa en un criterio en particular. Para hacer frente al problema de que estos términos no son matemáticamente operables, a cada término se le asocia un número difuso triangular.

4.6 Determinación de la propuesta a realizar

Para la evaluación de los contratistas se utilizará el método TOPSIS, (Técnica para ordenar preferencias por similitud a la solución ideal) que fue desarrollado por Hwang y Yoon (1981). De acuerdo con el estado del arte el método TOPSIS es uno de los más usados para resolver problemas de selección de contratistas de la construcción. Además, otra razón por la cual se seleccionó este método es porque TOPSIS es flexible para combinarlo con lógica difusa, también muy útil para corregir problemas de arbitrariedad, incertidumbre o en algunos casos la indeterminación. Los detalles del método se presentan en el anexo 3.

Una vez recopilada la información suministrada por los oferentes, debe ser analizada en función a la metodología TOPSIS y de esta forma al integrar los resultados de este análisis con las ponderaciones establecidas por el proceso analítico jerárquico se procede a la selección del contratista que posee las mejores condiciones para ejecutar el proyecto licitado.

Se elegirá aquel contratista cuyo coeficiente de cercanía es el mayor de entre los oferentes.

4.7 Plataforma Virtual

Para la aplicación de la metodología propuesta en este trabajo de título, se desarrolló un demo de un sistema automatizado de cálculo que logrará determinar con el menor error posible, el proponente más adecuado para la realización de los proyectos que se desean licitar.

Para estructurar este sistema, se planteó como principal objetivo obtener la mayor precisión, sin comprometer la seguridad de los datos, protegiendo la fidelidad de los resultados obtenidos. Para esto se decidió construir una plataforma virtual, que daría acceso a los diferentes actores que participaran en el proceso de licitación, logrando de esta forma que los datos obtenidos e ingresados por cada uno de ellos, no sean cargados por algún intermediario.

4.7.1 Usuarios de la plataforma

Para lograr el objetivo antes mencionado, la plataforma tiene que estar adaptada para los distintos tipos de usuarios que ingresarán. Estos son: el administrador de la plataforma, los expertos que darán su opinión de los criterios, los proponentes que desean concursar en los proyectos a licitar y los evaluadores encargados de calificar las propuestas de los proponentes;

a) **Administradores:** Seleccionado dentro de la misma organización para la manipulación de la plataforma. Esta función no requiere estudios previos de bases de datos u

otros, solamente realizar un curso de capacitación de la herramienta para tener claridad de su uso.

b) **Expertos:** Personas expertas en el tema de licitación y proyectos de construcción, que entreguen su opinión directamente y que no tengan relación con empresas constructoras que genere algún sesgo para su propio beneficio.

c) **Proponentes:** Corresponde a las empresas constructoras a participar en el proceso de Licitación

d) **Revisores:** Personas que determinaran si una propuesta es viable. Serán seleccionados normalmente dentro de la organización y deberán contar con el conocimiento y expertiz para poder determinar la viabilidad técnica de las propuestas.

e) **Evaluadores:** Personas seleccionadas normalmente dentro de la organización, y que cuenten con el conocimiento y expertiz para poder calificar los distintos criterios de una propuesta. Estas personas no deben estar vinculados de ninguna forma con las posibles empresas proponentes, a fin de evitar un eventual sesgo.

f) **Comunidad Objetivo:** Según sea el proyecto, son las personas afectadas directa o indirectamente por la ejecución de éste. Estas participaciones serán ingresadas al sistema por los administradores, logrando que hasta aquellas personas que no tengan conocimiento computacional, puedan ser parte del proceso de selección.

4.7.2 Estructura de la plataforma

Para estructurar la plataforma, primero se identificaron las funciones del sistema (figura 4.1), las que corresponden a: Ingresar datos (Input), almacenar datos (Store), procesar los datos y mostrar información necesaria o resultados (Output).

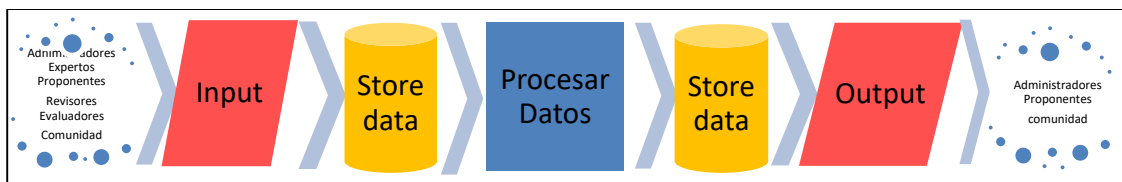


Figura 4.5 Importancia variables lingüísticas relativa de las

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2.1 Ingreso de Datos (Input):

Para la implementación de la metodología propuesta se necesita una variedad de datos de distintas fuentes, ya sea, de las empresas que desean concursar en la licitación de un proyecto como de los expertos que dan su opinión sobre los distintos criterios de evaluación. Sin embargo, para el caso de la plataforma se necesitan ingresar más datos, tales como los datos del proyecto y de las empresas en licitación. Para lo cual identificaremos los datos que se necesitan de cada usuario.

a) **Input de los administradores**

- Una fecha que identifique la creación de un nuevo modelo de evaluación.
- La información de los distintos expertos que participaran en la construcción de este modelo de evaluación.
- Identificar cuál experto participará en qué modelo de evaluación.
- La información de los proyectos a licitar con las distintas fechas.
- Ingresar información de los evaluadores.
- Identificar qué revisores y evaluadores calificarán las propuestas de determinado proyecto.
- Ingresar la jerarquización de las propuestas por parte de la comunidad objetivo.

b) **Input de los expertos**

- Opiniones de los atributos y criterios de evaluación

c) **Input de los Proponentes**

- Ingreso de los datos de la empresa.
- Identificar en qué proyecto participaran.
- Información correspondiente a la propuesta de un proyecto.

d) **Input de los revisores**

- Determinar si la propuesta es técnicamente viable.

e) **Input de los evaluadores**

- Las evaluaciones realizadas a los criterios cualitativos de cada propuesta.

4.7.2.2 Almacenar Datos (Store Data)

Toda la información descrita en la sección anterior se necesita almacenar, pero también tiene que incluirse aquella información que se obtiene después de procesar los datos. Es por esto, que fue desarrollada una base de datos con las siguientes tablas:

- Usuario: En esta tabla se guardará la información de todos los usuarios, es decir, administradores, expertos, proponentes y evaluadores.
- Modelo: Esta tabla tendrá la información de la fecha identificadora del modelo.
- Usu_mod: Establecida para guardar la selección de cuál experto será participe en la construcción de qué modelo.
- Respuesta: En esta tabla se guardará la opinión de cada experto.
- Respmodelo: Tabla preparada para ser cargada con los coeficientes de cada atributo y criterio luego de que la información sea procesada.
- Proyecto: Se guardará la información de los proyectos a licitar.
- Claves: En esta tabla se guardará la información de los proponentes que hayan comprado alguna base administrativa de alguno de los proyectos a licitar.
- Propuestas: La información cualitativa de la propuesta es guardada, junto con unos pequeños resúmenes de los criterios cualitativos.
- Opgente: En esta tabla se guarda la jerarquización de las diferentes propuestas de algún proyecto.
- Usu_eva: En esta tabla se guarda la información de cuales evaluadores calificarán las propuestas de qué proyecto.
- Evaluación: Se guardará las calificaciones de las distintas propuestas.
- Licitación: En esta tabla se guardará la resolución de la licitación luego de ser procesados los datos.

La base de datos tendrá una estructura y relaciones del modelo de acuerdo con lo indicado en la figura 4.6.

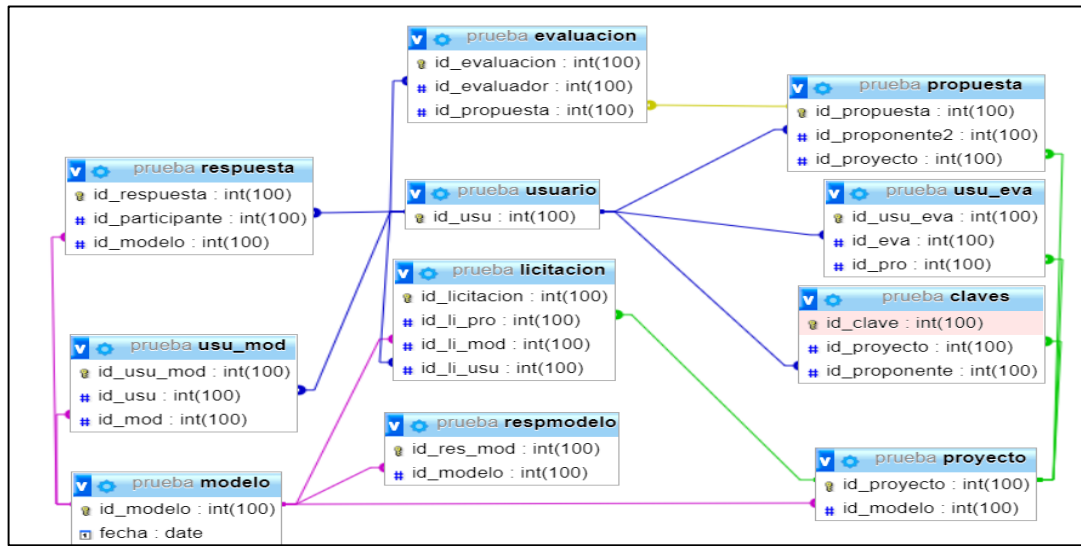


Figura 4.6 Estructura base de datos

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2.3 Procesar Datos

En este ítem tenemos que diferenciar los dos procesos realizados; el primero correspondiente a la construcción del modelo, es decir, la identificación de los coeficientes de cada atributo y criterio. Para esto, se utilizará las opiniones de los expertos guardadas en la base de datos y se procesará mediante el Proceso Analítico (anexo 1). Luego, los coeficientes son guardados en la base de datos para ser ocupados en el siguiente proceso.

El siguiente proceso es el que determina cuál proponente entregó la mejor oferta para el proyecto a licitar. Este proceso carga los valores cuantitativos con las evaluaciones realizadas a los valores cualitativos de las propuestas utilizando el método TOPSIS (Técnica para ordenar preferencias por similitud a la solución ideal) especificado en el anexo 3 del presente trabajo de título. Los resultados obtenidos de este proceso son enviados a la base de datos para ser publicados en la plataforma.

4.7.2.4 Mostrar Información necesaria o resultados (Output)

La información de salida o como también se le llama Output, es la información necesaria entregada por la plataforma para que los usuarios puedan ingresar sus datos, junto con los resultados de los procesamientos. Para efectos de esta tesis, definiremos por usuarios a los distintos outputs de la plataforma.

a) Output de los administradores:

- Información guardada de los modelos para revisión
- Información guardada de los expertos para revisión
- Información de las asignaciones de modelo para revisión
- Aviso del ingreso a la base de todas las opiniones de los expertos de un modelo
- Aviso de los resultados del cálculo del modelo
- Información guardada de los proyectos para revisión
- Información guardada de los evaluadores para revisión
- Información de las asignaciones de evaluación
- Aviso del ingreso de las evaluaciones
- Resultados del proceso de cálculo de los coeficientes de cercanía de las distintas propuestas de los proyectos

b) Output de los expertos:

- Aviso de los modelos a participar

c) Output de los Proponentes:

- Información de los proyectos en los que puede licitar
- Bases administrativas del proyecto
- Resultados del proceso de cálculo de los coeficientes de cercanía de las distintas propuestas de los proyectos

d) Output de los revisores

- Aviso de los proyectos en que participara como revisor
- Información del proyecto
- Propuestas para los proyectos asignados

e) Output de los evaluadores

- Aviso de los proyectos en que participara como evaluador
- Información del proyecto
- Propuestas para los proyectos asignados

4.7.3 Herramienta para crear la Plataforma

Luego de definir usuarios, funciones y estructura sólo falta definir las herramientas a utilizar para cada función. Al Ingresar datos y mostrar la información necesaria o resultado se eligió crear formularios y tablas en páginas web confeccionadas con lenguaje de programación. El almacenamiento de datos será por parte de la base de datos incluida en Xampp. Para el

procesamiento de los datos se tendrá que utilizar una herramienta de ETL (Extract, Transform and Load) de las que existen en el mercado, en este caso se utilizara Alteryx al estar al alcance del tesista. La tabla 4.1 presenta una síntesis de las herramientas utilizadas.

Tabla 4.11. Herramientas para el desarrollo de la plataforma virtual

Función	Herramienta a utilizar
Ingreso de datos y mostrar resultados (Input y Output)	Páginas Web programadas con (Css, Html, Php)
Almacenamiento de datos (Store data)	XAMPP
Procesar Datos	Alteryx

Fuente: Elaboración Propia

- **Lenguajes de Programación**

- **CSS:** Son las siglas de Cascading Style Sheets (Hojas de Estilo en Cascada) que es un lenguaje que describe la presentación de los documentos estructurados en hojas de estilo para diferentes métodos de interpretación, es decir, describe cómo se va a mostrar un documento en pantalla, por impresora, por voz. Es una especificación desarrollada por el W3C (World Wide Web Consortium) para permitir la separación de los contenidos de los documentos escritos en HTML, XML, XHTML, SVG, o XUL de la presentación del documento con las hojas de estilo, incluyendo elementos tales como los colores, fondos, márgenes, bordes y tipos de letra, modificando la apariencia de una página web de una forma más sencilla, permitiendo a los desarrolladores controlar el estilo y formato de sus documentos.
- **HTML:** sigla en inglés de HyperText Markup Language (lenguaje de marcas de hipertexto), hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un estándar que sirve de referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros. Es un estándar a cargo del W3C (World Wide Web Consortium), organización dedicada a la estandarización de casi todas las tecnologías ligadas a la web, sobre todo en lo referente a su escritura e interpretación. Se considera el lenguaje web más importante siendo su invención crucial en la aparición, desarrollo y expansión de la World Wide Web (WWW). Es el estándar que se ha impuesto en la visualización de páginas web y es el que todos los navegadores actuales han adoptado.
- **PHP:** acrónimo de Hypertext Preprocessor (pre-procesador de hipertexto), es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor

originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página web resultante.

- **XAMPP:** Es un paquete de instalación independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl. El nombre proviene del acrónimo de X (para cualquiera de los diferentes sistemas operativos), Apache, MariaDB, PHP, Perl. Al principio solo se pretendía un uso como una herramienta de desarrollo, para permitir a los diseñadores de sitios webs y programadores, testear su trabajo en sus propios ordenadores sin ningún acceso a Internet. Sin embargo, actualmente, en la práctica, XAMPP es utilizado actualmente como servidor de sitios Web (Figura 4.), ya que, con algunas modificaciones, es por lo general, lo suficientemente seguro para serlo. Con el paquete se incluye una herramienta especial para proteger fácilmente las partes más importantes en una página.

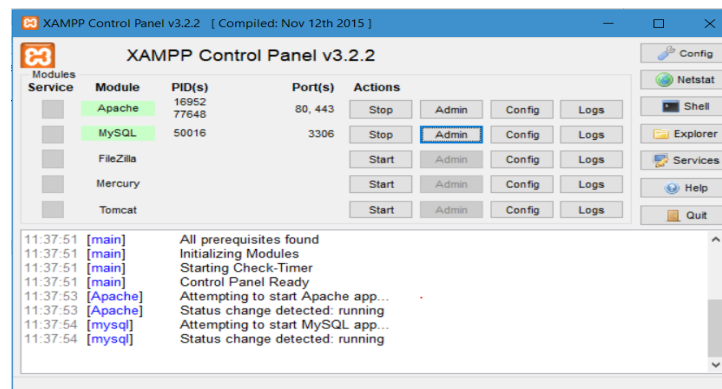


Figura 4.7 Software XAAMP para gestión de base de datos

Fuente: Elaboración Propia

- **Alteryx:** Ofrece una plataforma científica de autoservicio, orientada al análisis de datos que permita al usuario combinar datos de fuentes internas y externas y luego analizar usando herramientas de predicción, utilizando la misma interfaz de usuario en un único flujo de trabajo. La integración con código abierto R permite a los expertos analizar los datos científicos para ampliar la funcionalidad mediante la creación y ejecución de scripts R personalizados. Alteryx también ofrece una galería de análisis basado en la nube para la colaboración, el intercambio y el control de versiones de los flujos de trabajo.

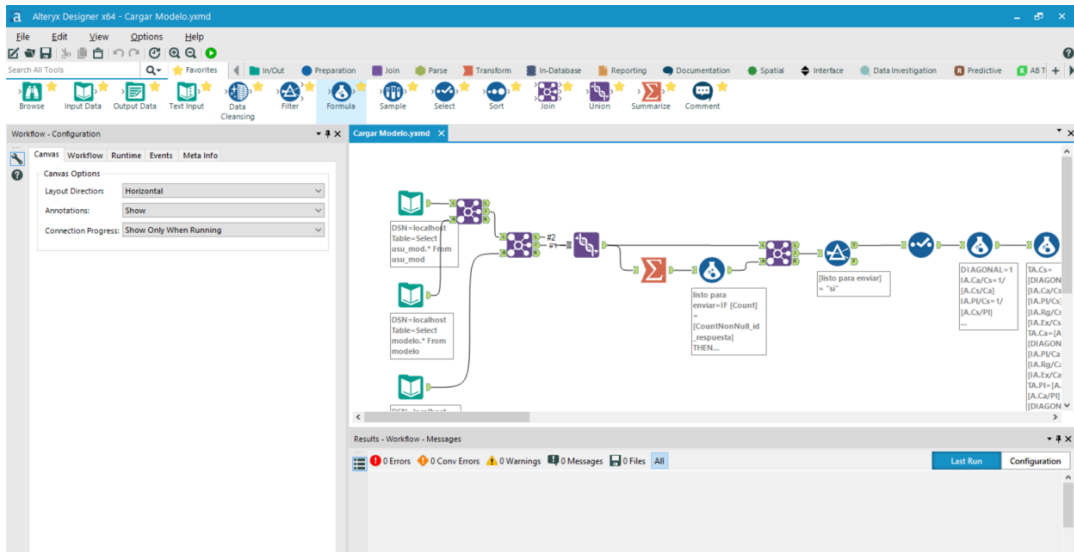
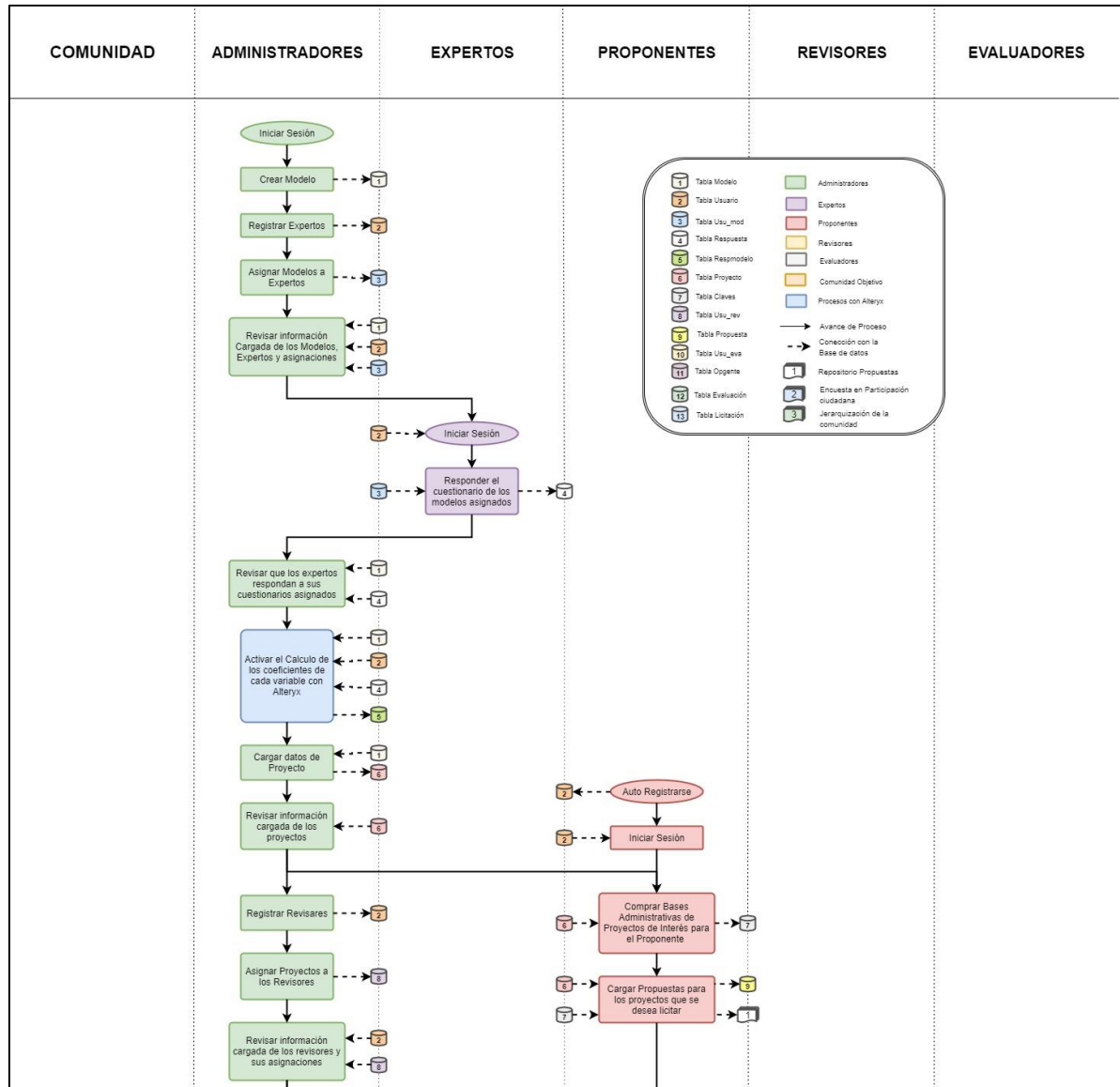


Figura 4.8 Software ALTERYX para procesamiento de datos

Fuente: Elaboración Propia

4.7.4 Funcionamiento de la Plataforma

El esquema general de funcionamiento de la plataforma virtual se presenta en la figura 4.9



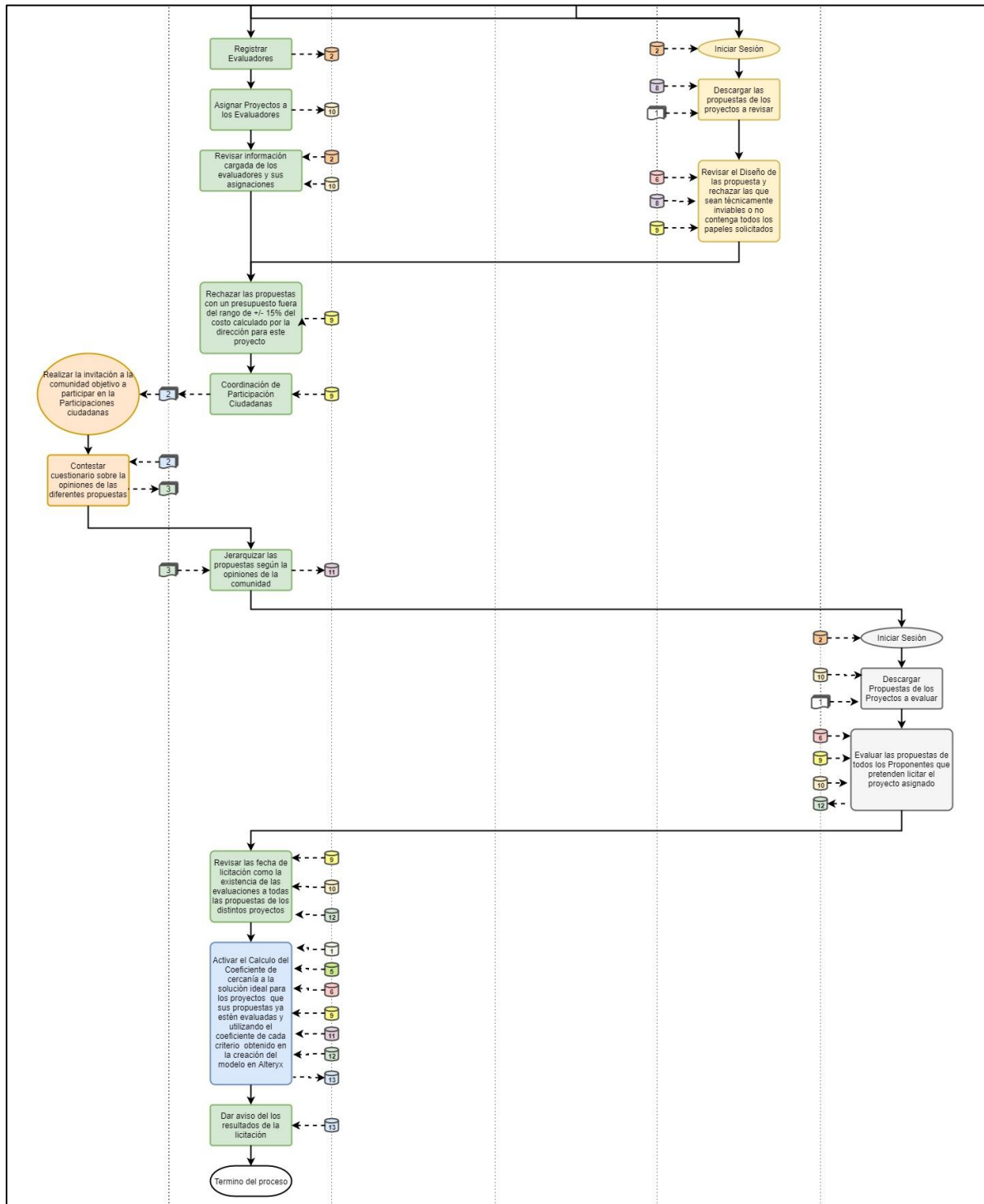


Figura 4.9 Diagrama de funcionamiento de la plataforma virtual

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 5. Evaluación de Costos

Para la evaluación de costos, se utilizó información proveniente de la Dirección de Obras Portuarias (DOP) entre los años 2009 y 2016. Para esta evaluación fueron identificados los costos anuales promedio por proyecto, tanto de la metodología utilizada actualmente como los esperados para la utilización de la metodología propuesta. Ambas estructuras de costos fueron comparadas para ese periodo mediante el valor actual de costos (VAC)

5.1 Costos Situación Actual

Los costos de la situación actual fueron estimados a través de la siguiente secuencia para el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016:

- a) Estimación de los costos promedio de las horas profesionales (DOP)
- b) vinculadas al desarrollo de las distintas actividades de un proyecto.
- c) Estimación de los costos promedio de ejecución de las distintas etapas del desarrollo de un proyecto.
- d) Recopilación de información relacionada con los gastos administrativos de la DOP.
- e) Recopilación de la cantidad de proyectos desarrollados en sus distintas etapas en el periodo de análisis.
- f) Determinación del flujo de costos en el periodo de análisis.

5.1.1 Costo horas profesionales

Para determinar los costos de horas profesionales actualmente incurridos por la DOP en el desarrollo de un proyecto, se identificaron las etapas de éste. Éstas se desagregan en aquellas actividades para las que se pueden identificar los costos asociados a los participantes o responsables de la actividad. Las etapas corresponden a: el diagnóstico, la prefactibilidad, el diseño y la ejecución y se desagregan de acuerdo a lo indicado en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Actividades para el desarrollo de un proyecto (Situación actual)

Etapas	Actividades	Participante / Responsable
Diagnóstico (Licitado)	Creación del perfil del diagnóstico	Profesional DOP
	Aprobación del perfil del diagnóstico	Profesional DOP
	Licitación de la etapa de diagnóstico	Profesional DOP
	Diagnóstico	Empresa consultora
	Revisión del diagnóstico	Inspector fiscal
	Modificaciones de contrato	Inspector fiscal
Diagnóstico (DOP)	Diagnóstico	Profesional DOP
Prefactibilidad	Creación del perfil de la prefactibilidad	Profesional DOP
	Aprobación del perfil de la prefactibilidad	Profesional DOP
	Licitación de la etapa de prefactibilidad	Profesional DOP
	Prefactibilidad	Empresa consultora
	Revisión de la prefactibilidad	Inspector fiscal
	Modificaciones del contrato	Inspector fiscal
Diseño	Creación del perfil del diseño	Profesional DOP
	Aprobación del perfil del diseño	Profesional DOP
	Licitación de la etapa de diseño	Profesional DOP
	Diseño	Empresa consultora
	Revisión del diseño	Inspector fiscal
	Modificaciones del contrato	Inspector fiscal
Ejecución	Creación del perfil de la ejecución	Profesional DOP
	Aprobación del perfil de la ejecución	Profesional DOP
	Licitación de la etapa de ejecución	Profesional DOP
	Ejecución	Empresa constructora
	Revisión de la ejecución	Inspector fiscal
	Modificaciones del contrato	Inspector fiscal

Fuente: Elaboración Propia

Para la estimación de los costos de las horas profesionales asociadas al desarrollo de las actividades vinculadas a las etapas del proyecto, se consideró la información suministrada por la DOP, de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Tiempo Promedio por Proyecto (meses):** Es el tiempo promedio que debería tardar el participante o responsable en realizar la actividad específica, considerando que simultáneamente tiene que realizar más actividades y/o funciones. Estos valores se obtuvieron de entrevistas con funcionarios que realizan estas actividades
- **Porcentaje de Ocupación en el mes por Proyecto:** Es el tiempo que la persona encargada de la tarea, le dedica en el mes. Estos valores se obtuvieron de entrevistas con funcionarios que realizan estas actividades
- **Remuneraciones Promedio:** Es el promedio de remuneraciones mensuales de las personas encargadas de una tarea específica. Su fuente es las remuneraciones publicadas por la DOP por razones de transparencia. El promedio de remuneraciones mensuales considerado para los profesionales de la DOP

corresponde a \$2.373.772 y para los inspectores fiscales corresponde a \$2.694.670.

De acuerdo a los criterios establecidos, la tabla 5.2 presenta los costos asociados al personal de la DOP vinculados al desarrollo de las distintas actividades del desarrollo de los proyectos. Los costos indicados corresponden al promedio por proyecto desarrollado.

Tabla 5.2. Costo promedio de personal DOP por proyecto

Etapa / Actividad	Tiempo Promedio por Proyecto (meses) [A]	Costos del personal profesional DOP		
		% de Ocupación en el mes por Proyecto [B]	Remuneraciones Mensuales promedio [C]	Costo de personal por Proyecto [D = A*B*C]
Diagnóstico (Licitado)				
Creación del Perfil de Diagnostico	1	45,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197
Aprobación del perfil del Diagnóstico	1	30,00%	\$ 2.373.772	\$ 712.132
Licitación de la etapa de Diagnóstico	2	9,00%	\$ 2.373.772	\$ 427.279
Diagnostico	11,375	\$		-
Revisión del Diagnóstico	11,375	1,25%	\$ 2.694.670	\$ 383.148
Modificaciones de Contrato	1,35	0,21%	\$ 2.694.670	\$ 7.639
Diagnóstico (DOP)				
Diagnóstico	2	25,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886
Prefactibilidad				
Creación del perfil de la prefactibilidad	1	45,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197
Aprobación del perfil de la prefactibilidad	1,5	30,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197
Licitación de la etapa de prefactibilidad	2,5	9,00%	\$ 2.373.772	\$ 534.099
Prefactibilidad	11,27	\$		-
Revisión de la prefactibilidad	11,27	38,00%	\$ 2.694.670	\$ 11.540.194
Modificaciones de Contrato	1,03	8,80%	\$ 2.694.670	\$ 244.245
Diseño				
Creación del perfil del diseño	1,5	45,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.602.296
Aprobación del perfil del diseño	2	30,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.424.263
Licitación de la etapa de diseño	2,3	6,00%	\$ 2.373.772	\$ 327.581
Diseño	8,14	\$		-
Revisión del diseño	8,14	38,80%	\$ 2.694.670	\$ 8.510.630
Modificaciones de Contrato	2,48	8,80%	\$ 2.694.670	\$ 588.085
Ejecución				
Creación del perfil de la ejecución	1,5	20,00%	\$ 2.373.772	\$ 712.132
Aprobación del perfil de la ejecución	2	20,00%	\$ 2.373.772	\$ 949.509
Licitación de la etapa de ejecución	3,2	4,80%	\$ 2.373.772	\$ 364.611
Ejecución	11,91	\$		-
Revisión de la ejecución	11,91	40,00%	\$ 2.694.670	\$ 12.837.408
Modificaciones de Contrato	1,2	40,00%	\$ 2.694.670	\$ 1.293.442

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Costos ejecución actividades de un proyecto

La tabla 5.3, presenta los costos anuales promedio por proyecto de la realización de los diagnósticos, la prefactibilidad, diseño y ejecución desarrollados por la DOP para el periodo comprendido entre los años 2009 al año 2016. Se incluyen además los costos promedio de modificación de contratos. Los costos de licitación corresponden a aquellos necesarios para la publicación de las bases y su difusión y alcanzan un valor promedio por proyecto de \$202.370.

Tabla 5.3. Costos promedio de realización de las distintas etapas de los proyectos DOP

Costos anuales promedio por proyecto para la realización de actividades vinculadas a proyectos									Costos Promedio realización de la actividad (2009-2016)
AÑO / ACTIVIDAD	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Diagnóstico	\$ 39.010.500	\$ 35.102.500	\$ 37.070.000	\$ 70.106.500	\$ 32.219.500	\$ 39.612.000	\$ 78.693.500	\$ 75.901.500	\$ 50.964.500
Prefactibilidad	\$ 69.053.000	\$ 74.242.000	\$ 52.003.000	\$ 52.665.000	\$ 42.569.000	\$ 16.588.000	\$ 62.122.000	\$ 52.750.000	\$ 52.749.000
Diseño	\$ 88.612.000	\$ 66.218.000	\$ 38.771.000	\$ 24.114.000	\$ 26.474.000	\$ 39.942.000	\$ 42.804.000	\$ 46.969.000	\$ 46.738.000
Ejecución	\$ 778.084.000	\$ 646.677.000	\$ 556.615.000	\$ 605.525.000	\$ 653.187.000	\$ 981.248.000	\$ 875.894.000	\$ 831.034.000	\$ 741.033.000
Costos anuales promedio por proyecto de modificación de contratos									
Diagnóstico	\$ -	\$ 289.500	\$ 718.000	\$ 1.630.000	\$ 1.329.000	\$ 5.214.500	-\$ 1.052.000	-\$ 241.000	\$ 986.000
Prefactibilidad	\$ 3.336.000	\$ 9.353.000	\$ -	\$ 1.807.000	\$ 1.901.000	\$ 257.000	\$ -	\$ 1.426.000	\$ 2.260.000
Diseño	\$ 8.303.000	\$ 10.754.000	\$ 9.474.000	\$ 3.149.000	\$ 6.909.000	\$ 3.814.000	\$ 3.412.000	\$ 9.817.000	\$ 6.954.000
Ejecución	\$ 37.057.000	\$ 31.938.000	\$ 34.444.000	\$ 50.164.000	\$ 48.358.000	\$ 106.393.000	\$ 92.088.000	\$ 90.886.000	\$ 61.416.000

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 Costos administrativos de los proyectos

Además de los costos asociados a los proyectos, se recopiló la información relacionada con los gastos administrativos necesarios para la adecuada realización de las actividades propias de la DOP. La tabla 5.4, presenta los gastos administrativos correspondientes al periodo 2009 – 2016.

Tabla 5.4. Costos Administrativos anuales

Gastos Administrativos	2009	178.480.000
	2010	123.945.000
	2011	62.036.000
	2012	457.250.000
	2013	1.231.434.000
	2014	397.587.000
	2015	1.068.104.000
	2016	669.084.000

Fuente: Dirección de Obras Portuarias

5.1.4 Cantidad de proyectos

Para la estimación de costos por unidad de proyecto, la tabla 5.5, presenta el número de proyectos desarrollado en cada una de sus etapas por la DOP en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016.

Tabla 5.5. Cantidad de proyectos en sus distintas etapas periodo 2009-2016

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Diagnóstico								
Licitado	3	6	4	7	5	6	11	6
Por la DOP	33	35	36	36	33	35	34	33
Prefactibilidad	14	14	15	23	23	17	12	18
Diseño	28	41	37	39	33	32	25	34
Ejecución	29	38	59	49	38	34	42	47

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 5.6, presenta el resumen de los costos promedio por proyecto asociados a la ejecución de sus distintas etapas y actividades en la DOP.

Tabla 5.6. Resumen costos promedio por proyecto (Situación Actual)

Etapa / Actividad	Tiempo Promedio por Proyecto (meses) [A]	Costos del personal profesional DOP			Costo promedio de realización de la actividad [E]	Costo total actividad [F = D+E]	Costo total Etapa [G = Σ(F)]	Tiempo por Etapa (meses) [H = Σ(A)]
		% de Ocupación en el mes por Proyecto [B]	Remuneraciones Mensuales promedio [C]	Costo de personal por Proyecto [D = A*B*C]				
Diagnóstico (Licitado)								
Creación del Perfil de Diagnóstico	1	45,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197	\$ -	\$ 1.068.197		
Aprobación del perfil del Diagnóstico	1	30,00%	\$ 2.373.772	\$ 712.132	\$ -	\$ 712.132		
Licitación de la etapa de Diagnóstico	2	9,00%	\$ 2.373.772	\$ 427.279	\$ 202.370	\$ 629.649	\$ 54.751.266	16,73
Diagnóstico	11,375	\$		-	\$ 50.964.500	\$ 50.964.500		
Revisión del Diagnóstico	11,375	1,25%	\$ 2.694.670	\$ 383.148	\$ -	\$ 383.148		
Modificaciones de Contrato	1,35	0,21%	\$ 2.694.670	\$ 7.639	\$ 986.000	\$ 993.639		
Diagnóstico (DOP)								
Diagnóstico	2	25,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886	\$ -	\$ 1.186.886	\$ 1.186.886	2,00
Prefactibilidad								
Creación del perfil de la prefactibilidad	1	45,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197	\$ -	\$ 1.068.197		
Aprobación del perfil de la prefactibilidad	1,5	30,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197	\$ -	\$ 1.068.197		
Licitación de la etapa de prefactibilidad	2,5	9,00%	\$ 2.373.772	\$ 534.099	\$ 202.370	\$ 736.469	\$ 69.666.302	17,30
Prefactibilidad	11,27	\$		-	\$ 52.749.000	\$ 52.749.000		
Revisión de la prefactibilidad	11,27	38,00%	\$ 2.694.670	\$ 11.540.194	\$ -	\$ 11.540.194		
Modificaciones de Contrato	1,03	8,80%	\$ 2.694.670	\$ 244.245	\$ 2.260.000	\$ 2.504.245		
Diseño								
Creación del perfil del diseño	1,5	45,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.602.296	\$ -	\$ 1.602.296		
Aprobación del perfil del diseño	2	30,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.424.263	\$ -	\$ 1.424.263		
Licitación de la etapa de diseño	2,3	6,00%	\$ 2.373.772	\$ 327.581	\$ 202.370	\$ 529.951	\$ 66.347.225	16,42
Diseño	8,14	\$		-	\$ 46.738.000	\$ 46.738.000		
Revisión del diseño	8,14	38,80%	\$ 2.694.670	\$ 8.510.630	\$ -	\$ 8.510.630		
Modificaciones de Contrato	2,48	8,80%	\$ 2.694.670	\$ 588.085	\$ 6.954.000	\$ 7.542.085		
Ejecución								
Creación del perfil de la ejecución	1,5	20,00%	\$ 2.373.772	\$ 712.132	\$ -	\$ 712.132		
Aprobación del perfil de la ejecución	2	20,00%	\$ 2.373.772	\$ 949.509	\$ -	\$ 949.509		
Licitación de la etapa de ejecución	3,2	4,80%	\$ 2.373.772	\$ 364.611	\$ 202.370	\$ 566.981	\$ 818.808.471	19,81
Ejecución	11,91	\$		-	\$ 741.033.000	\$ 741.033.000		
Revisión de la ejecución	11,91	40,00%	\$ 2.694.670	\$ 12.837.408	\$ -	\$ 12.837.408		
Modificaciones de Contrato	1,2	40,00%	\$ 2.694.670	\$ 1.293.442	\$ 61.416.000	\$ 62.709.442		

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5 Flujo de costos situación actual

Para la estimación de los flujos de costos del periodo de análisis (2009 – 2016), se consideró:

- Desglose de las etapas consideradas para el desarrollo de un proyecto
- El costo promedio por proyecto de cada etapa considerando, los gastos incurridos en horas profesionales de la DOP para su desarrollo, los costos vinculados a la realización de cada etapa, modificaciones de contrato, gastos en licitación y gastos administrativos.
- La duración promedio para el desarrollo de cada una de las etapas. Esta información permitió determinar el costo equivalente anual para cada etapa del proyecto.
- El número de proyectos desarrollados para cada una de las etapas

La tabla 5.7, presenta el flujo de costos estimado para los años 2009 al 2016 de acuerdo a la metodología actual de contratación de obras.

El valor actual de costos (VAC) se calculó con una tasa de descuento del 10% y entregó un valor de costo de \$126.595.515.713.

Tabla 5.7. Flujo de Costos Situación Actual

Etapa	Costo promedio por proyecto	Duración promedio de la Etapa (meses)	Costo anual equivalente por etapa [C=(A*12/B)]	Costos anuales promedio para la cantidad de proyectos por etapa [D=C*cantidad de proyectos por año]											
				2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
Diagnóstico	[A]	[B]	[C=(A*12/B)]												
Licitado	\$ 54.751.266	16,73	\$ 39.283.419	\$ 117.850.258	\$ 235.700.516	\$ 157.133.677	\$ 274.983.996	\$ 196.417.097	\$ 235.003.428	\$ 249.246.060	\$ 432.117.613	\$ 235.700.516			
DOP	\$ 1.186.886	2	\$ 7.121.316	\$ 235.003.428	\$ 249.246.060	\$ 256.367.376	\$ 256.367.376	\$ 235.003.428	\$ 249.246.060	\$ 242.124.744	\$ 235.003.428				
Prefactibilidad	\$ 69.666.302	17,30	\$ 48.323.447	\$ 676.528.252	\$ 676.528.252	\$ 724.851.698	\$ 1.111.439.271	\$ 1.111.439.271	\$ 1.111.439.271	\$ 821.498.592	\$ 579.881.359	\$ 869.822.088			
Diseño	\$ 66.347.225	16,42	\$ 48.487.619	\$ 1.357.653.321	\$ 1.987.992.362	\$ 1.794.041.888	\$ 1.891.017.125	\$ 1.600.091.413	\$ 1.551.603.795	\$ 1.212.190.465	\$ 1.648.579.032				
Ejecución	\$ 818.808.471	19,81	\$ 495.997.055	\$ 14.383.914.589	\$ 18.847.888.081	\$ 29.263.826.232	\$ 24.303.855.684	\$ 18.847.888.081	\$ 16.863.899.862	\$ 20.831.876.301	\$ 1.648.579.032				
Costos Administrativos anuales				\$ 178.480.000	\$ 123.945.000	\$ 62.036.000	\$ 457.250.000	\$ 1.231.434.000	\$ 397.587.000	\$ 1.068.104.000	\$ 669.084.000				
Costos Situación Actual				\$ 16.949.429.847	\$ 22.121.300.272	\$ 32.238.256.872	\$ 28.294.913.392	\$ 23.222.273.291	\$ 20.119.535.825	\$ 24.366.294.481	\$ 26.970.050.589				

Vac Situación Actual \$ 128.114.198.915

Fuente: Elaboración Propia

5.2 Costos Situación Propuesta

Los costos de la situación propuesta fueron estimados a través de la siguiente secuencia para el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016, para poder ser comparados con la situación actual:

- a) Estimación de los costos promedio de las horas profesionales (DOP) vinculadas al desarrollo de las distintas actividades de un proyecto.
- b) Estimación de los costos promedio de ejecución de las distintas etapas del desarrollo de un proyecto.
- c) Recopilación de información relacionada con los gastos administrativos de la DOP.
- d) Recopilación de la cantidad de proyectos desarrollados en sus distintas etapas en el periodo de análisis.
- e) Costos de inversión
- f) Determinación del flujo de costos en el periodo de análisis.

5.2.1 Costo horas profesionales

Para determinar los costos de horas profesionales incurridos por la DOP en el desarrollo de un proyecto, se identificaron las etapas de éste, de acuerdo a la metodología de contratación de obras propuesta. Éstas se desagregan en aquellas actividades para las que se pueden identificar los costos asociados a los participantes o responsables de la actividad. Las etapas corresponden a: el diagnóstico, diseño y ejecución. Estas se desagregan de acuerdo a lo indicado en la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Actividades para el desarrollo de un proyecto (Situación propuesta)

Etapas	Actividades	Participante / Responsable
Diagnóstico (DOP)	Creación del perfil del diagnóstico	Profesional DOP
	Aprobación del perfil del diagnóstico	Profesional DOP
	Diagnóstico	Profesional DOP
	Licitación estudios específicos	Profesional DOP
	Estudios específicos	Empresa consultora
	Revisión de los estudios específicos	Inspector fiscal
Diseño y Ejecución	Creación del perfil del diseño y ejecución	Profesional DOP
	Aprobación del perfil del diseño y ejecución	Profesional DOP
	Licitación de la etapa de diseño y ejecución	Profesional DOP
	Evaluación técnica de los diseños	Profesional DOP
	Evaluación de los costos totales	Profesional DOP
	Participación ciudadana	Profesional DOP / Empresas licitantes
	Evaluación de las propuestas de ejecución	Profesional DOP
	Proceso de adjudicación	Profesional DOP
Diseño y ejecución del proyecto	Empresa de diseño y construcción	

	Revisión de la ejecución	Inspector fiscal
--	--------------------------	------------------

Fuente: Elaboración Propia

Para la estimación de los costos de las horas profesionales asociadas al desarrollo de las actividades vinculadas a las etapas del proyecto, se consideró la información suministrada por la DOP, de acuerdo a los siguientes criterios

- **Tiempo Promedio por Proyecto (meses):** Es el tiempo promedio que debería tardar el participante o responsable en realizar la actividad específica, considerando que simultáneamente tiene que realizar más actividades y/o funciones. Estos valores corresponden a los supuestos realizados para la situación propuesta y son concordantes con aquellos tiempos promedios requeridos para cada etapa, considerados en la situación actual.
- **Porcentaje de Ocupación en el mes por Proyecto:** Es el tiempo que la persona encargada de la tarea, le dedica en el mes. Estos valores corresponden a los supuestos realizados para la situación propuesta y son concordantes con aquellos porcentajes de ocupación requeridos para cada etapa, considerados en la situación actual.
- **Remuneraciones Promedio:** Es el promedio de remuneraciones mensuales de las personas encargadas de una tarea específica. Su fuente es las remuneraciones publicadas por la DOP por razones de transparencia. El promedio de remuneraciones mensuales considerado para los profesionales de la DOP corresponde a \$2.373.772 y para los inspectores fiscales corresponde a \$2.694.670.

La tabla 5.9, presenta un detalle de los tiempos promedios y porcentajes de ocupación en el mes por proyecto, utilizados para la estimación de costos.

Tabla 5.9. Consideraciones para la estimación de tiempos y porcentajes de ocupación.

Etapa	Actividad	Tiempo promedio por proyecto (meses)	Porcentaje de ocupación en el mes por proyecto (%)	Consideraciones
Diagnóstico	Diagnóstico	2	25	Se considera el mismo tiempo y % de ocupación para diagnósticos realizados por la DOP de la situación actual
	Licitación estudios específicos	2	9	Se considera el mismo tiempo y % de ocupación para la licitación de los diagnósticos realizados por la DOP de la situación actual
	Estudios específicos	7	-	Se considera el promedio de los estudios específicos habitualmente contratados por la DOP
	Revisión estudios específicos	7	38	Se considera el mismo % de ocupación para la revisión de los estudios de prefactibilidad realizados por la DOP de la situación actual
Diseño y ejecución	Creación del perfil del diseño y ejecución	3	65	Se considera la suma de los tiempos y % de ocupación empleados por la DOP en la situación actual, para la creación del perfil de diseño y el perfil de ejecución
	Aprobación del perfil del diseño y ejecución	4	50	Se considera la suma de los tiempos y % de ocupación empleados por la DOP en la situación actual, para la aprobación del perfil de diseño y el perfil de ejecución
	Licitación de la etapa del diseño y ejecución	13,64	10,8	Se considera la suma de los tiempos y % de ocupación empleados por la DOP en la situación actual, para la licitación de la etapa de diseño, de la etapa de ejecución y el diseño propiamente tal.
	Evaluación técnica de los diseños	2	50	Se consideran como supuestos, basados en entrevistas con funcionarios de la DOP
	Evaluación de los costos totales	0,1	5	Se consideran como supuestos, basados en entrevistas con funcionarios de la DOP
	Participación ciudadana	1	50	Se consideran como supuestos, basados en entrevistas con funcionarios de la DOP
	Evaluación de las propuestas de ejecución	1	50	Se consideran como supuestos, basados en entrevistas con funcionarios de la DOP
	Proceso de adjudicación	1	25	Se consideran como supuestos, basados en entrevistas con funcionarios de la DOP
	Diseño y ejecución	11,91	-	Se considera el mismo tiempo establecido en la situación actual

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los criterios establecidos, la tabla 5.10 presenta los costos asociados al personal de la DOP vinculados al desarrollo de las distintas actividades del desarrollo de los proyectos. Los costos indicados corresponden al promedio por proyecto desarrollado.

Tabla 5.10. Costo promedio de personal DOP por proyecto

Etapa / Actividad	Tiempo Promedio por Proyecto (meses) [A]	Costos del personal profesional DOP			
		% de Ocupación en el mes por Proyecto [B]	Remuneraciones Mensuales promedio [C]	Costo de personal por Proyecto [D = A*B*C]	
Diagnóstico					
DOP	Creación del Perfil de Diagnostico	1,0	45%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197
	Aprobación del perfil del Diagnóstico	1,0	30%	\$ 2.373.772	\$ 712.132
Estudios específicos	Diagnostico	2,0	25%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886
	Licitación de estudios específicos	2,0	9%	\$ 2.373.772	\$ 427.279
	Estudios específicos	7,0		\$	-
	Revisión de estudios específicos	7,0	38%	\$ 2.694.670	\$ 7.167.822
Diseño y Ejecución					
	Creación del perfil del diseño y ejecución	3	65,00%	\$ 2.373.772	\$ 4.628.855
	Aprobación del perfil del diseño y ejecución	4	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 4.747.544
	Licitación de la etapa del diseño y ejecución	13,64	10,80%	\$ 2.373.772	\$ 3.496.851
	Evaluación técnica de los diseños	2	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 2.373.772
	Evaluación de los costos totales	0,1	5,00%	\$ 2.373.772	\$ 11.869
	Participación ciudadana	1	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886
	Evaluación de las propuestas de ejecución	1	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886
	Proceso de adjudicación	1	25,00%	\$ 2.373.772	\$ 593.443
	Diseño y Ejecución	11,91		\$	-
	Revisión de la ejecución	11,91	40,00%	\$ 2.694.670	\$ 12.837.408

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Costos ejecución actividades de un proyecto

La tabla 5.11, presenta los costos anuales promedio por proyecto de la realización de los diagnósticos, y del diseño y ejecución considerados para el periodo de análisis. No se incluyen costos asociados a la modificación de contratos, dado que la metodología propuesta, elimina este tipo de costos. Los costos de licitación corresponden a aquellos necesarios para la publicación de las bases y su difusión y alcanzan un valor promedio por proyecto de \$202.370.

Tabla 5.11. Costos promedio de realización de las distintas etapas de los proyectos DOP

Etapa	Actividad	Costos promedio de realización de la actividad	Consideraciones
Diagnóstico	Estudios específicos	\$ 39.749.785	Costos promedio para este tipo de estudios
Diseño y ejecución	Diseño y ejecución	\$ 787.771.000	Se considera la suma de los costos promedio del diseño y de la ejecución de los proyectos realizados en el periodo de análisis

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 **Costos administrativos de los proyectos**

Se consideran los mismos costos administrativos de la situación actual en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016.

5.2.4 **Cantidad de proyectos**

Se consideran la misma cantidad de proyectos para la situación actual en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016.

5.2.5 **Costos de Inversión**

La inversión para la implementación de la metodología propuesta, permite identificar los siguientes elementos de costos:

- Costo de Plataforma Virtual: Costos propiamente tal de la herramienta, es decir, costos de diseño y construcción de ésta.
 - Costo de RR.HH.: Para la creación de la plataforma virtual, se requiere un conjunto de tres profesionales; un ingeniero civil industrial, un ingeniero informático y un diseñador gráfico, por un periodo de cuatro meses
 - Servicios básicos: Conjunto de servicios utilizados para la fabricación de la plataforma virtual, tales como servicios de internet, energía eléctrica, etc.
 - Materiales y Equipos: Materiales y equipos utilizados para la fabricación de la plataforma virtual, tales como el uso de computadores, cuadernos, marcadores, etc.
- Costo de capacitación
 - Manual de uso: Manual Impreso para Capacitación RR.HH. que utilizaran la plataforma virtual.
 - Cursos de Utilización: Curso de capacitación para los RR.HH. que utilizaran la plataforma virtual. Se esperan 50 personas.
- Costos de Mantenimiento
 - Mantenimiento anual del Software: La plataforma virtual utiliza software de pago anual para mantener la licencia.
 - Costo anual de dominio: El Costo del dominio para la publicación de las páginas web de la plataforma virtual.
 - Capacidad total de Servidores: Costos asociados al uso de los servidores de la DOP para guardar la información recopilada en la plataforma
 - Costo RR.HH. para mantenimiento: Costo anual en RR.HH. para la mantención de sistemas asociados al uso de la plataforma.

- Otros Costos
 - Costos administrativos de implementación: Costos administrativos para realizar los cambios legales de metodología.

La Tabla 5.12, presentan los valores de los costos antes mencionados para 10 años.

Tabla 5.12. Costos inversión implementación metodología propuesta

Inversión		Costos total por ítem		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Costo de Herramientas			\$ 19.800.000								
	Costo de RRHH	\$ 12.800.000									
	Servicios básicos	\$ 2.000.000									
	Materiales y equipos	\$ 5.000.000									
Costo de capacitación			\$ 37.525.000								
	Manual de uso	\$ 17.525.000									
	Cursos de Utilización	\$ 20.000.000									
Costos de Mantenimiento											
	Mantencion anual del Software	\$ 1.333.038		\$ 1.333.038	\$ 1.333.038	\$ 1.333.038	\$ 1.333.038	\$ 1.333.038	\$ 1.333.038	\$ 1.333.038	\$ 1.333.038
	costo anual de dominio	\$ 40.600		\$ 40.600	\$ 40.600	\$ 40.600	\$ 40.600	\$ 40.600	\$ 40.600	\$ 40.600	\$ 40.600
	Capacidad total de Servidores	\$ 266.608	\$ 266.608								
	Costo RRHH para mantención	\$ 1.066.430		\$ 1.066.430	\$ 1.066.430	\$ 1.066.430	\$ 1.066.430	\$ 1.066.430	\$ 1.066.430	\$ 1.066.430	\$ 1.066.430
Otros Costos											
	Costos administrativos de implementación	\$ 1.599.646	\$ 1.599.646								
Costo Total de inversión			59.191.254	2.440.068	2.440.068	2.440.068	2.440.068	2.440.068	2.440.068	2.440.068	2.440.068

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 5.13, presenta el resumen de los costos promedio por proyecto asociados a la ejecución de sus distintas etapas y actividades en la DOP.

Tabla 5.13. Resumen costos promedio por proyecto (Situación Propuesta)

Etapa / Actividad	Tiempo Promedio por Proyecto (meses) [A]	Costos del personal profesional DOP			Costo promedio de realización de la actividad [E]	Costo total actividad [F = D+E]	Costo total Etapa [G = Σ(F)]	Tiempo por Etapa (meses) [H = Σ(A)]
		% de Ocupación en el mes por Proyecto [B]	Remuneraciones Mensuales promedio [C]	Costo de personal por Proyecto [D = A*B*C]				
Diagnóstico								
Creación del Perfil de Diagnóstico	1,0	45%	\$ 2.373.772	\$ 1.068.197	\$ -	\$ 1.068.197		
Aprobación del perfil del Diagnóstico	1,0	30%	\$ 2.373.772	\$ 712.132	\$ -	\$ 712.132	2.967.215	4,00
Diagnostico	2,0	25%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886	\$ -	\$ 1.186.886		
Licitación de estudios específicos	2,0	9%	\$ 2.373.772	\$ 427.279	\$ 202.370	\$ 629.649	47.547.256	9,00
Estudios específicos	7,0		\$ -	\$ -	\$ 39.749.785	\$ 39.749.785		
Revisión de estudios específicos	7,0	38%	\$ 2.694.670	\$ 7.167.822	\$ -	\$ 7.167.822		
Diseño y Ejecución								
Creación del perfil del diseño y ejecución	3	65,00%	\$ 2.373.772	\$ 4.628.855	\$ -	\$ 4.628.855		
Aprobación del perfil del diseño y ejecución	4	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 4.747.544	\$ -	\$ 4.747.544		
Licitación de la etapa del diseño y ejecución	13,64	10,80%	\$ 2.373.772	\$ 3.496.851	\$ 202.370	\$ 3.699.221		
Evaluación técnica de los diseños	2	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 2.373.772	\$ -	\$ 2.373.772		
Evaluación de los costos totales	0,1	5,00%	\$ 2.373.772	\$ 11.869	\$ -	\$ 11.869	\$ 819.036.884	37,65
Participación ciudadana	1	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886	\$ -	\$ 1.186.886		
Evaluación de las propuestas de ejecución	1	50,00%	\$ 2.373.772	\$ 1.186.886	\$ -	\$ 1.186.886		
Proceso de adjudicación	1	25,00%	\$ 2.373.772	\$ 593.443	\$ -	\$ 593.443		
Diseño y Ejecución	11,91		\$ -	\$ -	\$ 787.771.000	\$ 787.771.000		
Revisión de la ejecución	11,91	40,00%	\$ 2.694.670	\$ 12.837.408	\$ -	\$ 12.837.408		

Fuente: Elaboración Propia

5.2.6 Flujo de costos situación propuesta

Para la estimación de los flujos de costos del periodo de análisis (2009 – 2016), se consideró:

- Desglose de las etapas consideradas para el desarrollo de un proyecto de acuerdo a la situación propuesta
- El costo promedio por proyecto de cada etapa considerando, los gastos incurridos en horas profesionales de la DOP para su desarrollo, los costos vinculados a la realización de cada etapa, gastos en licitación y gastos administrativos.
- La duración promedio para el desarrollo de cada una de las etapas. Esta información permitió determinar el costo equivalente anual para cada etapa del proyecto.
- El número de proyectos desarrollados para cada una de las etapas

La tabla 5.13, presenta el flujo de costos estimado para los años 2009 al 2016 de acuerdo a la metodología actual de contratación de obras.

El valor actual de costos (VAC) se calculó con una tasa de descuento del 10% y entregó un valor de costo de \$ 116.957.402.059

Tabla 5.14. Flujo de Costos Situación Propuesta

Etapa	Costo promedio por proyecto [A]	Duración promedio de la Etapa (meses) [B]	Costo anual equivalente por etapa [C=(A*12/B)]	Costos anuales promedio para la cantidad de proyectos por etapa [D=C*cantidad de proyectos por año]												
				2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016					
Diagnóstico																
DOP	\$ 2.967.215	4,00	\$ 8.901.645	\$ 293.754.285	\$ 311.557.575	\$ 320.459.220	\$ 320.459.220	\$ 293.754.285	\$ 311.557.575	\$ 302.655.930	\$ 293.754.285					
Estudios específicos	\$ 47.547.256	9,00	\$ 63.396.342	\$ 1.077.737.806	\$ 1.267.926.831	\$ 1.204.530.489	\$ 1.901.890.246	\$ 1.775.097.563	\$ 1.458.115.856	\$ 1.458.115.856	\$ 1.521.512.197					
Diseño y ejecución	\$ 819.036.884	37,65	\$ 261.047.612	\$ 14.879.713.911	\$ 20.622.761.386	\$ 25.060.570.798	\$ 22.972.189.898	\$ 18.534.380.486	\$ 17.229.142.424	\$ 17.490.190.036	\$ 21.144.856.611					
Costos Administrativos anuales				\$ 178.480.000	\$ 123.945.000	\$ 62.086.000	\$ 45.725.000	\$ 1.231.434.000	\$ 397.587.000	\$ 1.068.104.000	\$ 669.084.000					
Inversión	\$		\$ 59.191.254	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068	\$ 2.440.068					
Costos Situación Actual				\$ 16.492.126.071	\$ 22.328.630.860	\$ 26.650.086.575	\$ 25.654.229.432	\$ 21.837.106.402	\$ 19.398.842.922	\$ 20.321.505.890	\$ 23.631.647.161					

Vac Situacn Actual \$ 116.957.402.059

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los valores actuales de costo para la situación actual y la situación propuesta, se establece que la diferencia corresponde a un ahorro de \$ 11.156.796.856 para la situación propuesta en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016. Lo anterior deja de manifiesto las ventajas económicas de la implementación de la metodología propuesta para la contratación de obras, explicadas principalmente por la disminución de las actividades desarrolladas por la DOP en el desarrollo de proyectos y su consiguiente ahorro en horas profesionales, además de la eliminación de las modificaciones de contrato, dado que el diseño y ejecución se contratan en la modalidad EPC y por lo tanto la responsabilidad de aquellas modificaciones relacionadas con el diseño y que inciden en la ejecución del proyecto son de responsabilidad de la empresa de diseño y construcción.

Capítulo 6. Conclusiones

Como se mencionó al principio del presente trabajo de título, los proyectos de construcción realizados por la Dirección de Obras Portuarias, como en varias otras instituciones, pasan por un ciclo de vida que comprende la identificación del problema objetivo, el estudio o prefactibilidad de las condiciones ambientales o del entorno del problema, el diseño de infraestructura de solución y la ejecución o construcción de las obras de infraestructura. En este ciclo de vida normal, se identificaron los problemas de una metodología que contiene procesos demorosos, repetitivos y muchas veces, innecesarios, y que privilegia las propuestas de menor costo de los contratistas, sin tomar en cuenta las opiniones de la comunidad objetivo de la obra ni tampoco algunos aspectos técnicos que ayudan a determinar la eficiencia del mismo y la necesidad de ajustes durante la ejecución que significaría sobregastos para la dirección.

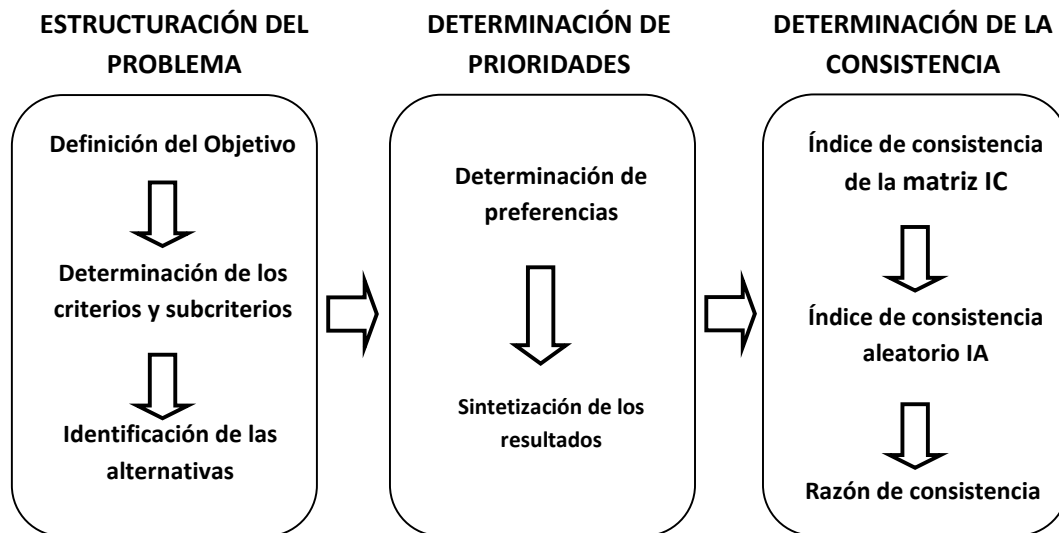
Los problemas identificados tienen relación a la forma de licitación de la DOP. Es por esto, que se buscó en esta tesis desarrollar una nueva metodología de contratación de proyectos de tipo EPC (Engineering, Procurement and Construction), que como se explicó en su oportunidad, combina en un solo contrato diseño y ejecución.

Con la aplicación del proceso analítico jerárquico y de lógica difusa, recopilando información histórica y bibliográfica, y realizando paneles de expertos y/o focus group se logró generar una plataforma virtual que logre combinar los criterios importantes de una obra de construcción y determinar cuál de las propuestas de obra se ejecutará, considerando los criterios y atributos de la tabla 3.1. De esta forma, los proyectos ejecutados por la DOP estarán más acorde a su objetivo de mejorar la calidad de vida de la comunidad objetivo, sin ser un costo muy elevado al país.

Finalmente, se evaluó los costos de la realización de cambios en la DOP para determinar el beneficio posible que esto pudiese generar, utilizando datos actuales y datos supuestos. Dando una diferencia de VAC correspondiente a un ahorro de \$ 11.156.796.856 para la situación propuesta en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2016. Lo anterior deja de manifiesto las ventajas económicas de la implementación de la metodología propuesta para la contratación de obras

Anexos

Anexo 1: Proceso Analítico Jerárquico



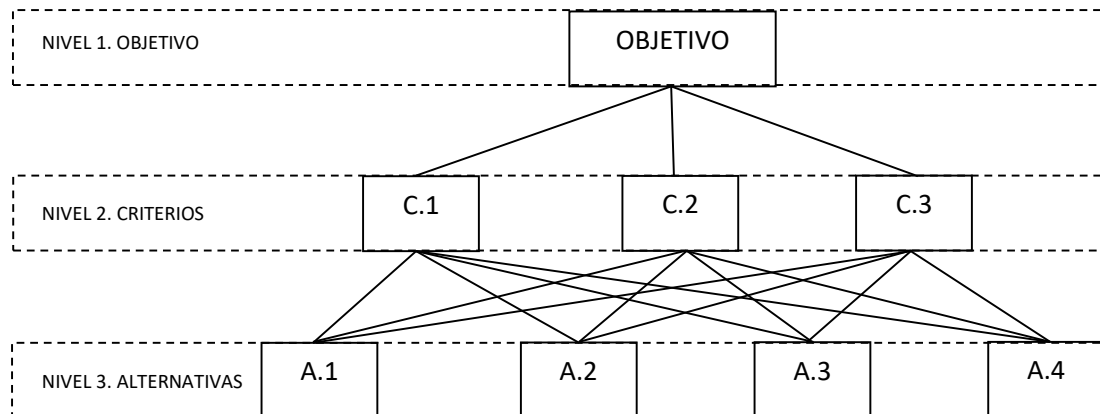
Estructuración del problema

La representación jerárquica, ayuda a comprender y visualizar todos los elementos de un problema, agruparlos según su importancia e influencia en conjuntos a distintos niveles, comprender las relaciones que existe entre ellos y como cada elemento afecta a la totalidad del problema.

Las jerarquías se dividen en dos grupos, estructurales y funcionales. Las estructurales organizan las partes constitutivas del problema en orden descendente de acuerdo con sus características estructurales, analizan la complejidad descomponiendo un elemento en grupos estos en subgrupos y así sucesivamente. Las jerarquías funcionales descomponen un elemento en sus partes constituyentes, de acuerdo con sus relaciones esenciales. Las jerarquías funcionales lineales, son las empleadas en el Proceso de Análisis Jerárquico, en las que se puede descender o ascender de forma lineal de un nivel a otro. (Saaty, 1997)

Para poder organizar un problema de decisión en una jerarquía, hay que conocer a fondo el problema que se está tratando, las posibles opciones que tenemos, los elementos que nos afecta en la decisión y el fin al que queremos llegar. Es positivo que en la realización de la jerarquía participen diversas personas, conocedoras del problema a tratar, ya que pueden aportar consideraciones y puntos de vista diferentes, según como considere cada persona el problema.

Los niveles mínimos que presentará una jerarquía son 3: el objetivo o meta del problema, los criterios y las alternativas



a) Definición del objetivo

El objetivo o meta del problema describe lo que el decisor o grupo de decisores quiere alcanzar, al escoger entre una de las alternativas que se plantean.

En la jerarquía el objetivo se sitúa en el nivel superior, independiente del resto de niveles y elementos (criterios, subcriterios y alternativas).

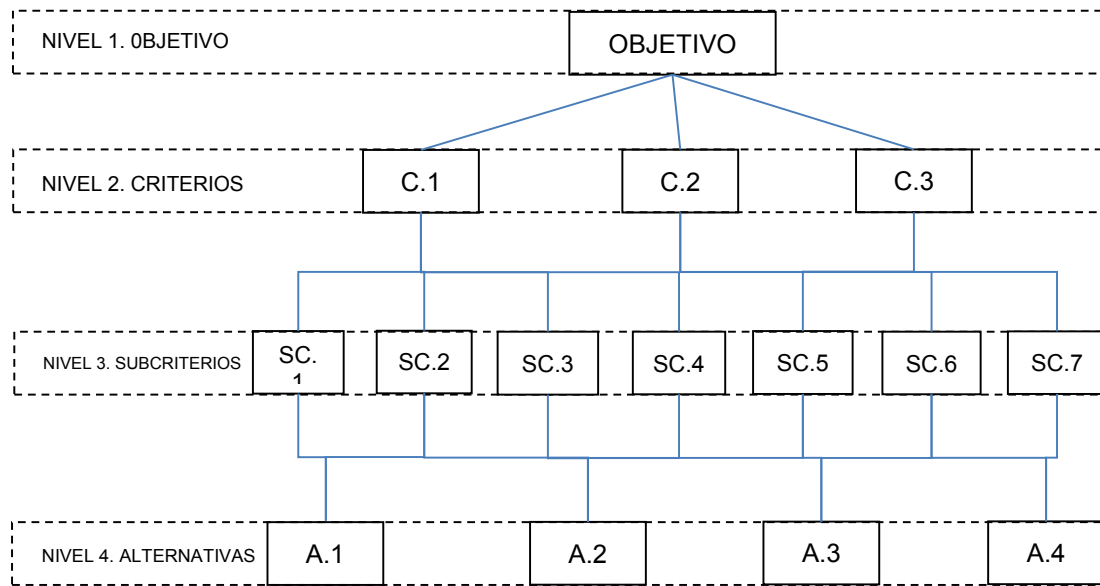
b) Determinación de criterios y subcriterios

Los criterios representan los factores que el decisor o grupo de decisores, consideran que son esenciales para analizar el problema. Se pueden representar los criterios en un único nivel de la jerarquía, pero si es necesario detallarlos mejor, se pueden insertar tantos niveles como sean necesarios, de criterios subalternos (subcriterios) entre las alternativas y la fila superior de criterios.

Los criterios o subcriterios se comparan entre sí, mediante comparaciones pareadas (dos a dos), para determinar cómo influyen en el elemento superior (criterio-objetivo; subcriterio-criterio). Hay que tener en cuenta que el número de elementos para los que se realiza la comparación relativa no debe superar el valor 7 ± 2 , el "número mágico"3 (Miller, 1956).

Los elementos de un nivel inferior se deben relacionar al menos con un elemento del nivel superior, que sirve para evaluar el impacto relativo de los criterios del nivel inferior sobre el superior y sobre el conjunto del problema. En función de cómo se comparen los subcriterios en relación con los criterios del nivel superior, podemos diferenciar entre jerarquías completas e incompletas.

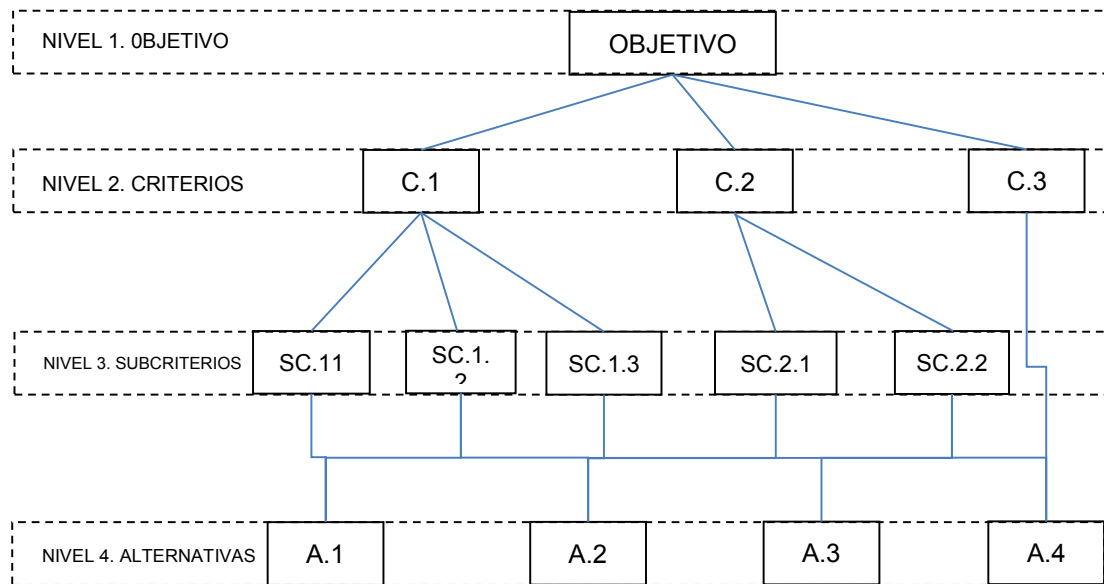
Cuando los subcriterios de un nivel se comparan entre si, en función de todos los criterios del nivel superior, estamos ante una jerarquía completa (Saaty, 1997). En la siguiente imagen presenta un ejemplo de jerarquía completa de 4 niveles, en la que podemos observar que todos los subcriterios están relacionados con todos los criterios.



Cuando los subcriterios no se comparan en función de todos los criterios del nivel superior, decimos que tenemos una jerarquía incompleta. Los subcriterios se comparan en función al criterio principal al cual pertenecen y con el resto de subcriterios que pertenecen al mismo criterio.

La imagen siguiente se presenta un ejemplo en el cual los subcriterios no se compararán todos entre sí en función de todos los criterios. Los subcriterios que sirven para analizar más detalladamente el criterio 1 (SC.1.1, SC.1.2 y SC.1.3) se compran entre sí mediante comparaciones pareadas, en función del criterio 1. Lo mismo ocurre con los subcriterios del criterio 2 (SC. 2.1 y 2.2).

Las jerarquías no son rígidas ni cerradas. Si una vez concluida la jerarquía nos damos cuenta de que hay algún criterio o subcriterio que no hemos considerado o que necesitamos insertar más niveles para analizar bien un criterio, podemos realizar los cambios necesarios. Las jerarquías son flexibles.



c) Identificación de alternativas

Las alternativas son las posibles soluciones al problema que estamos tratando. Entre las que debemos escoger una, que nos permita cumplir nuestro objetivo o acercarnos lo más posible a él. La elección no implica que la alternativa elegida sea la óptima para resolver el problema, pero sí la mejor de entre todas las que disponemos para satisfacer nuestro objetivo.

Se comparan las alternativas por pares, en función de los criterios y subcriterios considerados en la jerarquía. De este modo podremos saber cuál es la alternativa que mejor se adapta a nuestro objetivo.

Determinación de prioridades

Una vez representado el problema de decisión a través de una jerarquía, debemos determinar las prioridades de los criterios, subcriterios y alternativas. El primer paso para establecer las prioridades, es realizar comparaciones por pares de los criterios, subcriterios y alternativas. Estas comparaciones reflejan la preferencia que cada elemento tiene sobre otro en relación con el elemento situado en el nivel inmediatamente superior.

Tras determinar las preferencias de todos los elementos, se sintetizan los resultados y obtendremos un número único que determina las prioridades de cada uno de los elementos (subcriterios, criterios y alternativas). Con estos resultados ya podemos tomar una decisión, y escoger la alternativa que presente la mayor prioridad. (Saaty, 1997)

a) Determinación de preferencias

La preferencia de los elementos, se determina basándonos en juicios sobre la importancia relativa que tiene un elemento sobre otro, al compararlo con un elemento del nivel superior. Al realizar las comparaciones, dependiendo de la experiencia de la persona que emite el juicio, de los datos que dispone, del conocimiento que tiene del problema y de su intuición, se obtendrán valoraciones distintas.

Por este motivo, es importante que el establecimiento de los juicios se haga considerando la opinión de diversas personas, que representen puntos de vista distintos, pero no totalmente extremos ya que sería muy complicado llegar a un acuerdo. Las opiniones se pueden debatir en una sesión en la que todos los integrantes del grupo de decisión estén presentes y participen dando su valoración, obteniendo resultados fruto de un consenso total o mayoría tras una votación. Otra forma, en la que se elimina el debate, es expresar las opiniones individuales en un cuestionario. Se obtienen los valores finales agregando todas las opiniones individuales, a través de la realización de una media geométrica.

Para comparar la importancia relativa de un elemento sobre otro, respecto de la propiedad, se emiten juicios de valor que se expresan de forma numérica. Estas equivalencias, se determinan en la escala fundamental del AHP, propuesta por Saaty.

Calificación numérica	Escala verbal de la preferencia	Definición
1	Igualmente importante	Ambos elementos son de igual importancia
3	Moderadamente más importante	Moderada importancia de un elemento sobre otro
5	Fuertemente más importante	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento sobre otro.
7	Mucho más fuerte la Importancia	Importancia demostrada de un elemento sobre otro
9	Extremadamente más importante	Importancia absoluta de un elemento sobre otro
2,4,6,8	Términos medios	Valores intermedios que se emplean para expresar preferencias que se encuentran entre dos de las anteriormente indicadas

La escala de preferencias está formada por 9 juicios de valor, que van de desde el 1 al 9, siendo los números 2, 4, 6, y 8 utilizados para establecer juicios intermedios.

La escala verbal utilizada en el AHP permite al decisor incorporar subjetividad, experiencia y conocimiento. Esta escala está justificada teóricamente y su efectividad ha sido validada empíricamente aplicándola a diferentes situaciones reales con aspectos tangibles para los que se ha comportado adecuadamente (Martínez, 2007).

La mejor forma de representar las comparaciones es a través de una matriz, que refleja de forma simple cuales son los elementos dominantes y los dominados. Esta matriz recibe el nombre de matriz de comparaciones pareadas.

La matriz A de comparaciones pareadas es un matriz cuadrada $n \times n$, en la que a_{ij} , expresa la preferencia en valor numérico, del elemento de la fila i cuando se compara con el elemento de la columna j , para $i= 1, 2, 3, \dots, n$ y $j= 1, 2, 3, \dots, n$. por lo que cuando $i=j$ el valor de $a_{ij} = 1$, pues se está comparando el elemento consigo mismo.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \vdots & 1 \end{bmatrix}$$

Para la elaboración de la matriz, el Proceso Analítico Jerárquico se basa en 4 axiomas (Toskano Hurtado 2005):

- Reciprocidad. Se refiere a la condición de los juicios recíprocos

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \vdots & 1 \end{bmatrix}$$

- Homogeneidad. Los elementos que se comparan son del mismo orden, magnitud o nivel jerárquico.
- Dependencia. Existe dependencia jerárquica entre los elementos de dos niveles consecutivos.
- Consistencia. Cuando la matriz de comparaciones pareadas es perfectamente consistente se cumple que: $a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$ para i, j y $k = 1, 2, 3 \dots n$.

Para rellenar la matriz, primero completaremos la diagonal, toda con números 1, ya que se está comparando cada elemento consigo mismo. Posteriormente se rellenarán lo huecos que quedan por encima de la diagonal con los valores de la escala de Saaty. El número de comparaciones a realizar para rellenar estos huecos se obtiene con la ecuación siguiente

$$\frac{(n \times n) - 2}{2}$$

Donde:

n= número de elementos comparados

Las casillas que quedan por debajo de la diagonal son los recíprocos de los valores situados por encima de la diagonal.

Una vez completada la matriz de comparaciones pareadas, procedemos a sintetizar los juicios reflejados en ella, para de esa forma obtener un único valor numérico que determine la prioridad de cada elemento comparado.

b) Sintetización de los resultados

Para obtener las prioridades a partir de los juicios dados en la matriz de comparaciones m x m, vamos a emplear un método de aproximación. El primer paso es obtener la matriz normalizada, para ello sumaremos los valores de cada columna y dividiremos cada casillero de la columna por la sumatoria de esta.

$$A = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & C.1 & C.2 & \dots & C.M \\ \begin{array}{c} 1 \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{n1} \end{array} & \begin{array}{c} a_{12} \\ 1 \\ \vdots \\ a_{n2} \end{array} & \dots & \begin{array}{c} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ 1 \end{array} \\ \hline \Sigma C.1 & \Sigma C.2 & \dots & \Sigma C.M \end{array} \end{array}$$

Donde:

C.1, C.2..... C.M= Columnas. Se corresponderán a los criterios, subcriterios o alternativas comparadas

$\Sigma C.1, \Sigma C.2, \dots, \Sigma C.M$ = Sumatoria de los elementos de cada columna

$$N = \begin{matrix} & \begin{matrix} C.1 & C.2 & \dots & C.M \end{matrix} \\ \begin{matrix} C.1 \\ \Sigma C.1 \\ C.2 \\ \Sigma C.2 \\ \vdots \\ C.M \\ \Sigma C.M \end{matrix} & \begin{bmatrix} \frac{1}{\Sigma C.1} & \frac{a_{12}}{\Sigma C.2} & \dots & \frac{a_{1n}}{\Sigma C.M} \\ \frac{a_{21}}{\Sigma C.1} & \frac{1}{\Sigma C.2} & \dots & \frac{a_{2m}}{\Sigma C.M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{a_{m1}}{\Sigma C.1} & \frac{a_{m2}}{\Sigma C.2} & \vdots & \frac{1}{\Sigma C.M} \end{bmatrix} \end{matrix} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mm} \end{bmatrix}$$

Tras obtener la matriz normalizada, se obtiene la prioridad relativa de cada uno de los elementos comparados, promediando cada una de las filas de la matriz normalizada.

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mm} \end{bmatrix} \begin{matrix} \rightarrow (n_{11} + n_{12} + \dots n_{1m}) / m = P_1 \\ \rightarrow (n_{21} + n_{22} + \dots n_{2m}) / m = P_2 \\ \rightarrow \dots = \vdots \\ \rightarrow (n_{m1} + n_{m2} + \dots n_{mm}) / m = P_n \end{matrix}$$

Donde:

P1, P2,Pn= Prioridades

m= Total de elementos a comparar

En el caso de jerarquías en las que hay criterios y subcriterios, las prioridades de los criterios se determinan en función del objetivo y tienen los valores más grandes. Posteriormente se realizarán las matrices de comparaciones de los subcriterios que están relacionados con un determinado criterio. Obtendremos las prioridades relativas de cada subcriterio y para determinar cómo afectan al objetivo se multiplicará la prioridad de cada subcriterio por la prioridad del criterio correspondiente.

Para determinar la prioridad de cada una de las alternativas, se deberán hacer tantas matrices de comparación como subcriterios haya además de los criterios, en el caso de que estos no estén desglosados en subcriterios. Después se obtendrá la prioridad relativa de cada alternativa respecto al criterio/ subcriterio correspondiente.

Se obtendrá la prioridad general de cada alternativa respecto al criterio/ subcriterio correspondiente, multiplicando la prioridad relativa por la prioridad general del criterio/subcriterio con el que se compara.

Finalmente sumamos todas las prioridades de cada alternativa y obtenemos la prioridad de cada una de ellas respecto al objetivo.

2.2.1 Determinación de la consistencia

Tras determinar las prioridades de los elementos, debemos tener la seguridad de que los resultados obtenidos son válidos para tomar decisiones. Estos resultados derivan de los juicios de valor emitidos en las comparaciones, los cuales pueden ser consistentes o no. Hay que tener en cuenta que la consistencia perfecta es muy difícil de obtener y es de esperar un cierto grado de inconsistencia al establecer las comparaciones. (Saaty, 1997)

En una matriz que sea totalmente consistente se debe cumplir que $a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$ para i, j y $k = 1, 2, 3 \dots m$. Esta propiedad requiere que todas las columnas de una matriz sean dependientes. Las columnas en cualquier matriz de comparación 2×2 son totalmente dependientes, por lo que siempre son consistentes.

Para el resto de matrices $m \times m$ es muy probable que haya un cierto grado de inconsistencia. El Proceso Analítico Jerárquico permite medir la inconsistencia de los juicios a través de la proporción o razón de consistencia. Para matrices de 3 por 3 el valor de la proporción de consistencia no debe superar el 5%, no superará el 9% en el caso de matrices de 4 por 4 y para el resto de matrices será del 10% o menor.

Cuando más cerca estemos de los valores anteriormente citados, más consistentes serán los juicios establecidos en las comparaciones pareadas. Si superamos estos valores, quiere decir que los juicios son inconsistentes y aleatorios, por lo que se deben repasar y corregir.

El proceso Analítico Jerárquico determina la proporción de consistencia o razón de consistencia como el cociente entre el Índice de Consistencia real de la matriz estudiada y el Índice de Consistencia Aleatori.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde:

RC= Razón de Consistencia

IC= Índice de Consistencia

IA= Índice de Consistencia Aleatorio

a) Índice de consistencia de la matriz IC

Cuando una matriz A es totalmente consistente, el valor de la suma normalizada de cada una de sus filas y el valor de la suma de los elementos de cada una de las columnas, son recíprocos. Al multiplicarlos obtendremos la unidad.

$$\begin{array}{cccc}
 & C.1 & C.2 & \dots & C.M \\
 N = & \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \vdots & 1 \end{bmatrix} & \rightarrow & \begin{array}{l} (1 + a_{12} + \dots a_{1m}) / m \\ (a_{21} + 1 + \dots a_{2m}) / m \\ \vdots \\ (a_{m1} + a_{m2} + \dots 1) / m \end{array} \\
 & \Sigma C.1 & \Sigma C.2 & \dots & \Sigma C.M \\
 & \sum C.1 \times ((1 + a_{12} + \dots a_{1m}) / m) = 1 \\
 & \sum C.2 \times ((a_{21} + 1 + \dots a_{2m}) / m) = 1 \\
 & \sum C.M \times ((a_{m1} + a_{m2} + \dots 1) / m) = 1
 \end{array}$$

Si obtenemos la matriz normalizada de A (matriz N), siendo A totalmente consistente, observamos que todas las columnas son iguales. Por tanto el valor de cada elemento de la columna es igual a la suma normalizada de su fila correspondiente.

$$\begin{array}{ccc}
 N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mm} \end{bmatrix} & \Rightarrow & \begin{array}{l} n_{11} = n_{12} = \dots = n_{1m} \\ n_{21} = n_{22} = \dots = n_{2m} \\ n_{m1} = n_{m2} = \dots = n_{mm} \\ \Downarrow \\ n_{11} = (n_{11} + n_{12} + \dots n_{1m}) / m \\ n_{21} = (n_{21} + n_{22} + \dots n_{2m}) / m \\ n_{m1} = (n_{m1} + n_{m2} + \dots n_{mm}) / m \end{array}
 \end{array}$$

Al igual que pasaba con la matriz antes de ser normalizada, la suma normalizada de cada una de sus filas y la suma de los elementos de cada una de las columnas, son recíprocos.

Si sumamos los resultados obtenidos al multiplicar el sumatorio de cada columna por su fila normalizada, obtenemos el valor m, igual al orden de la matriz, es decir igual al número de elementos comparados en la matriz. Este valor es conocido como λ_{\max} (lambda máx).

$$\begin{array}{l} \sum C.1 \times ((1 + a_{12} + \dots + a_{1m}) / m) = \\ \sum C.2 \times ((a_{21} + 1 + \dots + a_{2m}) / m) = \\ \vdots \\ \sum C.m \times ((a_{m1} + a_{m2} + \dots + 1) / m) = \end{array} \begin{array}{c} \boxed{\begin{array}{c} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array}} \Rightarrow m = \lambda_{\max} \\ \frac{\sum}{m} \end{array}$$

Cuando una matriz no es consistente λ_{\max} es mayor a m y cuando más se aleje del valor m , mayor será el valor obtenido en el Índice de Consistencia. El índice de consistencia se calcula de acuerdo a la ecuación 3.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}$$

Donde:

m = Total de elementos comparados

b) Índice de consistencia aleatoria IA

El índice de Consistencia Aleatoria, es el Índice de Consistencia de una matriz de comparaciones pareadas $m \times m$, en la que se han realizado las comparaciones de forma aleatoria. El valor del índice varía según el número de elementos que se comparan. Además según la publicación consultada se reflejan distintos valores para el índice aleatorio de consistencia del mismo tipo de matriz. De acuerdo con Toskano y Hurtado (2005) el índice de consistencia aleatoria se calcula de acuerdo con la ecuación siguiente

$$IA = \frac{1,98 \times (m - 2)}{m}$$

c) Determinación de la Razón de Consistencia RC

Una vez obtenido el índice de consistencia IC y el Índice Aleatorio de Consistencia IA, podemos calcular la Razón de Consistencia (o CR, Consistency Ratio). Los resultados obtenidos al realizar el cociente pueden ser $CR \leq 0,10$ o $CR > 0,10$.

Cuando el resultado es mayor que 0,10 significa que los juicios establecidos en la matriz de comparaciones pareadas son inconsistentes, por lo que las prioridades obtenidas no son válidas para tomar una decisión y el decisor o grupo de decisores debe reconsiderar los juicios establecidos.

Para valores de CR iguales o menores a 0,10 se considera que la consistencia de las comparaciones es aceptable, por lo que las prioridades obtenidas son válidas y justificadas, para tomar una decisión.

Anexo 2: **Detalle del Cálculo de los pesos de los criterios**

Paso 1: Comparaciones por pares de criterios por parte de los expertos

Tabla A.1: Calificación experto 1 a los criterios de Costos

		COSTOS		
	CRITERIOS	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades
COSTOS	Costos Directos	1	5	9
	Gastos Generales	0,2	1	3
	Utilidades	0,111	0,333	1
		1,311	6,333	13

Tabla A.2: Calificación experto 2 a los criterios de Costos

		COSTOS		
	CRITERIOS	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades
COSTOS	Costos Directos	1	5	7
	Gastos Generales	0,2	1	3
	Utilidades	0,143	0,333	1
		1,343	6,333	11

Tabla A.3: Calificación experto 3 a los criterios de Costos

		COSTOS		
	CRITERIOS	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades
COSTOS	Costos Directos	1	5	7
	Gastos Generales	0,2	1	3
	Utilidades	0,143	0,333	1
		1,343	6,333	11

Tabla A.4: Calificación experto 4 a los criterios de Costos

		COSTOS		
	CRITERIOS	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades
COSTOS	Costos Directos	1	7	9
	Gastos Generales	0,143	1	3
	Utilidades	0,111	0,333	1
		1,254	8,333	13

Tabla A.5: Calificación experto 5 a los criterios de Costos

		COSTOS		
CRITERIOS		Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades
COSTOS	Costos Directos	1	5	9
	Gastos Generales	0,2	1	5
	Utilidades	0,111	0,2	1
		1,311	6,2	15

Tabla A.6: Calificación experto 6 a los criterios de Costos

		COSTOS		
CRITERIOS		Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades
COSTOS	Costos Directos	1	5	9
	Gastos Generales	0,2	1	1
	Utilidades	0,111	1	1
		1,311	7	11

Tabla A.7: Calificación experto 1 a los criterios de Calidad

		CALIDAD	
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad
CALIDAD	Evaluación de desempeño	1	0,2
	Plan de aseguramiento de calidad	5	1
			6

Tabla A.8: Calificación experto 2 a los criterios de Calidad

		CALIDAD	
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad
CALIDAD	Evaluación de desempeño	1	0,333
	Plan de aseguramiento de calidad	3	1
			4

Tabla A.9: Calificación experto 3 a los criterios de Calidad

		CALIDAD	
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad
CALIDAD	Evaluación de desempeño	1	0,2
	Plan de aseguramiento de calidad	5	1
			6

Tabla A.10: Calificación experto 4 a los criterios de Calidad

		CALIDAD	
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad
CALIDAD	Evaluación de desempeño	1	0,142
	Plan de aseguramiento de calidad	7	1
		8	1,142

Tabla A.11: Calificación experto 5 a los criterios de Calidad

		CALIDAD	
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad
CALIDAD	Evaluación de desempeño	1	0,333
	Plan de aseguramiento de calidad	3	1
		4	1,333

Tabla A.12: Calificación experto 6 a los criterios de Calidad

		CALIDAD	
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad
CALIDAD	Evaluación de desempeño	1	0,142
	Plan de aseguramiento de calidad	7	1
		8	1,142

Tabla A.13: Calificación experto 1 a los criterios de Planificación

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	
FACTOR		Métodos de construcción	Plazo de construcción
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción	1	0,143
	Plazo de construcción	7	1
		8	1,142857143

Tabla A.14: Calificación experto 2 a los criterios de Planificación

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	
FACTOR		Métodos de construcción	Plazo de construcción
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción	1	0,143
	Plazo de construcción	7	1
		8	1,142857143

Tabla A.15: Calificación experto 3 a los criterios de Planificación

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	
		FACTOR	
		Métodos de construcción	Plazo de construcción
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción	1	0,200
	Plazo de construcción	5	1
		6	1,2

Tabla A.16: Calificación experto 4 a los criterios de Planificación

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	
		FACTOR	
		Métodos de construcción	Plazo de construcción
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción	1	0,143
	Plazo de construcción	7	1
		8	1,142857143

Tabla A.17: Calificación experto 5 a los criterios de Planificación

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	
		FACTOR	
		Métodos de construcción	Plazo de construcción
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción	1	0,143
	Plazo de construcción	7	1
		8	1,143

Tabla A.18: Calificación experto 6 a los criterios de Planificación

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	
		FACTOR	
		Métodos de construcción	Plazo de construcción
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción	1	0,143
	Plazo de construcción	7	1
		8	1,143

Tabla A.19: Calificación experto 1 a los criterios de Riesgo

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN		
		FACTOR		
		Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Índice de reclamos laborales
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	1	9	7
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,111	1	1
	Índice de reclamos laborales	0,143	1	1
		1,253968254	11	9

Tabla A.20: Calificación experto 2 a los criterios de Riesgo

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN		
FACTOR		Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Índice de reclamos laborales
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	1	9	9
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,111	1	1
	Índice de reclamos laborales	0,111	1	1
		1,22222222	11	11

Tabla A.21: Calificación experto 3 a los criterios de Riesgo

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN		
FACTOR		Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Índice de reclamos laborales
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	1	9	9
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,111	1	1
	Índice de reclamos laborales	0,111	1	1
		1,22222222	11	11

Tabla A.22: Calificación experto 4 a los criterios de Riesgo

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN		
FACTOR		Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Índice de reclamos laborales
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	1	9	7
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,111	1	0,333
	Índice de reclamos laborales	0,143	3	1
		1,253968254	13	8,333

Tabla A.23: Calificación experto 5 a los criterios de Riesgo

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN		
FACTOR		Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Índice de reclamos laborales
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	1	7	9
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,143	1	3
	Índice de reclamos laborales	0,111	0,333	1
		1,253968254	8,333	13

Tabla A.24: Calificación experto 6 a los criterios de Riesgo

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN		
FACTOR		Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Indice de reclamos laborales
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	1	9	7
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,111	1	1
	Indice de reclamos laborales	0,143	1	1
		1,253968254	11	9

Tabla A.25: Calificación experto 1 a los criterios de Experiencia

		EXPERIENCIA		
FACTOR		Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	1	0,333	0,2000
	Experiencia en proyectos similares	3	1	1,0000
	Experiencia del staff profesional	5	1	1
		9	2,33333333	2,2

Tabla A.26: Calificación experto 2 a los criterios de Experiencia

		EXPERIENCIA		
FACTOR		Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	1	0,33333333	0,200
	Experiencia en proyectos similares	3	1	0,3333
	Experiencia del staff profesional	5	3	1
		9	4,33333333	1,53333333

Tabla A.27: Calificación experto 3 a los criterios de Experiencia

		EXPERIENCIA		
FACTOR		Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	1	0,33333333	0,200
	Experiencia en proyectos similares	3	1	0,3333
	Experiencia del staff profesional	5	3	1
		9	4,33333333	1,53333333

Tabla A.28: Calificación experto 4 a los criterios de Experiencia

		EXPERIENCIA		
FACTOR		Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	1	0,200	0,333
	Experiencia en proyectos similares	5	1	1,0000
	Experiencia del staff profesional	3	1	1
		9	2,2	2,33333333

Tabla A.29: Calificación experto 5 a los criterios de Experiencia

		EXPERIENCIA		
FACTOR		Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	1	0,2	0,333
	Experiencia en proyectos similares	5	1	1,0000
	Experiencia del staff profesional	3	1	1
		9	2,2	2,33333333

Tabla A.24: Calificación experto 6 a los criterios de Experiencia

		EXPERIENCIA		
FACTOR		Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	1	0,33333333	0,333
	Experiencia en proyectos similares	3	1	1,0000
	Experiencia del staff profesional	3	1	1
		7	2,33333333	2,33333333

Tabla A.25: Calificación experto 1 a los criterios de Participación Ciudadana

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
FACTOR		Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	1	0,2
	Impacto Negativo (IN)	5	1
		6	1,2

Tabla A.26: Calificación experto 2 a los criterios de Participación Ciudadana

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
FACTOR		Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	1	0,143
	Impacto Negativo (IN)	7	1
		8	1,142857143

Tabla A.27: Calificación experto 3 a los criterios de Participación Ciudadana

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
FACTOR		Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	1	0,3333
	Impacto Negativo (IN)	3	1
		4	1,33333333

Tabla A.28: Calificación experto 4 a los criterios de Participación Ciudadana

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
FACTOR		Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	1	0,2
	Impacto Negativo (IN)	5	1
		6	1,2

Tabla A.29: Calificación experto 5 a los criterios de Participación Ciudadana

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
		Factor	
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	1	0,333
	Impacto Negativo (IN)	3	1
		4	1,333333333

Tabla A.30: Calificación experto 6 a los criterios de Participación Ciudadana

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
		Factor	
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	1	0,333
	Impacto Negativo (IN)	3	1
		4	1,333333333

Paso 2: Comparaciones por pares Atributos por parte de los expertos**Tabla A.31:** Calificación experto 1 a los Atributos

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	1	0,2	0,142857143	3	0,2	3
COSTOS	5	1	1	5	3	7
CALIDAD	7	1	1	5	3	5
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,333333333	0,2	0,2	1	0,2	3
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	5	0,333333333	0,333333333	5	1	5
EXPERIENCIA	0,333333333	0,142857143	0,2	0,333333333	0,2	1
	18,66666667	2,876190476	2,876190476	19,33333333	7,6	24

Tabla A.32: Calificación experto 2 a los Atributos

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	1	0,333333333	0,2	1	0,333333333	5
COSTOS	3	1	1	5	3	7
CALIDAD	5	1	1	3	3	5

PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	1	0,2	0,333	1	0,2	3
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	3	0,333	0,333	5	1	5
EXPERIENCIA	0,2	0,143	0,2	0,333	0,2	1
	13,2	3,009333333	3,066	15,333	7,733333333	26

Tabla A.33: Calificación experto 3 a los Atributos

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	1	0,2	0,142857143	3	1	3
COSTOS	5	1	1	5	3	5
CALIDAD	7	1	1	5	3	7
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,333333333	0,2	0,2	1	0,142	3
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	1	0,333	0,333	7	1	5
EXPERIENCIA	0,333333333	0,2	0,142	0,333	0,2	1
	14,66666667	2,933	2,817857143	21,333	8,342	24

Tabla A.34: Calificación experto 4 a los Atributos

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	1	0,142857143	0,142857143	5	0,142857143	5
COSTOS	7	1	1	5	5	7
CALIDAD	7	1	1	5	3	5
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,2	0,2	0,2	1	0,2	3
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	7	0,2	0,333	5	1	5
EXPERIENCIA	0,2	0,142	0,2	0,333	0,2	1
	22,4	2,684857143	2,875857143	21,333	9,542857143	26

Tabla A.35: Calificación experto 5 a los Atributos

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	1	0,2	0,2	5	0,142857143	5
COSTOS	5	1	1	5	3	7
CALIDAD	5	1	1	5	3	5
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,2	0,2	0,2	1	0,2	3
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	7	0,333	0,333	5	1	5

EXPERIENCIA	0,2	0,143	0,2	0,333	0,2	1
	18,4	2,876	2,933	21,333	7,542857143	26

Tabla A.36: Calificación experto 6 a los Atributos

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	1	0,142857143	0,111111111	1	0,142857143	1
COSTOS	7	1	1	5	3	5
CALIDAD	9	1	1	5	5	5
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	1	0,2	0,2	1	0,2	3
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	7	0,333	0,2	5	1	3
EXPERIENCIA	1	0,2	0,2	0,333	0,333	1
	26	2,875857143	2,711111111	17,333	9,675857143	18

Paso 3. Matriz normalizada.

Tabla A.37. Matriz normalizada a los criterios de costo del experto 1

		COSTOS			
	FACTOR	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades	Vector P
COSTOS	Costos Directos	0,76278	0,7895152	0,6923077	74,82%
	Gastos Generales	0,15256	0,157903	0,2307692	18,04%
	Utilidades	0,08467	0,0525817	0,0769231	7,14%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.38. Matriz normalizada a los criterios de costo del experto 2

		COSTOS			
	FACTOR	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades	Vector P
COSTOS	Costos Directos	0,7446	0,7895152	0,6363636	72,35%
	Gastos Generales	0,14892	0,157903	0,2727273	19,32%
	Utilidades	0,10648	0,0525817	0,0909091	8,33%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.39. Matriz normalizada a los criterios de costo del experto 3

		COSTOS			
	FACTOR	Costos Directos	Gastos Generales	Utilidades	Vector P
COSTOS	Costos Directos	0,7446	0,7895152	0,6363636	72,35%
	Gastos Generales	0,14892	0,157903	0,2727273	19,32%
	Utilidades	0,10648	0,0525817	0,0909091	8,33%

	Plan de aseguramiento de calidad	0,75	0,750187547	75,01%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.45. Matriz normalizada a los criterios de calidad del experto 3

		CALIDAD		
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad	Vector P
CALIDAD	Evaluación de desempeño	0,16666667	0,166666667	16,67%
	Plan de aseguramiento de calidad	0,83333333	0,833333333	83,33%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.46. Matriz normalizada a los criterios de calidad del experto 4

		CALIDAD		
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad	Vector P
CALIDAD	Evaluación de desempeño	0,125	0,124343257	12,47%
	Plan de aseguramiento de calidad	0,875	0,875656743	87,53%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.47. Matriz normalizada a los criterios de calidad del experto 5

		CALIDAD		
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad	Vector P
CALIDAD	Evaluación de desempeño	0,25	0,249812453	24,99%
	Plan de aseguramiento de calidad	0,75	0,750187547	75,01%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.48. Matriz normalizada a los criterios de calidad del experto6

		CALIDAD		
FACTOR		Evaluación de desempeño	Plan de aseguramiento de calidad	Vector P
CALIDAD	Evaluación de desempeño	0,125	0,124343257	12,47%
	Plan de aseguramiento de calidad	0,875	0,875656743	87,53%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.49. Matriz normalizada a los criterios de planificación del experto 1

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN			
		FACTOR	Métodos de construcción	Plazo de construcción	Vector P
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción		0,125	0,125	12,50%
	Plazo de construcción		0,875	0,875	87,50%
			1,00	1,00	1,00

Tabla A.50. Matriz normalizada a los criterios de planificación del experto 2

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN			
		FACTOR	Métodos de construcción	Plazo de construcción	Vector P
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción		0,125	0,125	12,50%
	Plazo de construcción		0,875	0,875	87,50%
			1,00	1,00	1,00

Tabla A.51. Matriz normalizada a los criterios de planificación del experto 3

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN			
		FACTOR	Métodos de construcción	Plazo de construcción	Vector P
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción		0,166666667	0,166666667	16,67%
	Plazo de construcción		0,833333333	0,833333333	83,33%
			1,00	1,00	1,00

Tabla A.52. Matriz normalizada a los criterios de planificación del experto 4

		PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN			
		FACTOR	Métodos de construcción	Plazo de construcción	Vector P
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Métodos de construcción		0,125	0,125	12,50%
	Plazo de construcción		0,875	0,875	87,50%

	FACTOR	Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Indice de reclamos laborales	Vector P
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	0,818181818	0,818181818	0,81818182	81,82%
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,090909091	0,090909091	0,09090909	9,09%
	Indice de reclamos laborales	0,090909091	0,090909091	0,09090909	9,09%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.57. Matriz normalizada a los criterios de riesgo del experto 3

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN			
	FACTOR	Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Indice de reclamos laborales	Vector P
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	0,818181818	0,818181818	0,81818182	81,82%
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,090909091	0,090909091	0,09090909	9,09%
	Indice de reclamos laborales	0,090909091	0,090909091	0,09090909	9,09%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.58. Matriz normalizada a los criterios de riesgo del experto 4

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN			
	FACTOR	Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Indice de reclamos laborales	Vector P
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	0,797468354	0,692307692	0,8400336	77,66%
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,088607595	0,076923077	0,0399616	6,85%
	Indice de reclamos laborales	0,113924051	0,230769231	0,1200048	15,49%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.59. Matriz normalizada a los criterios de riesgo del experto 5

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN			
	FACTOR	Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Indice de reclamos laborales	Vector P
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	0,797468354	0,840033601	0,69230769	77,66%
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,113924051	0,1200048	0,23076923	15,49%
	Indice de reclamos laborales	0,088607595	0,039961598	0,07692308	6,85%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.60. Matriz normalizada a los criterios de riesgo del experto 6

		RIESGO DE LA EJECUCIÓN			
	FACTOR	Capacidad financiera	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	Indice de reclamos laborales	Vector P
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	Capacidad financiera	0,797468354	0,818181818	0,777777778	79,78%
	Cumplimiento de las obligaciones previsionales	0,088607595	0,090909091	0,111111111	9,69%
	Indice de reclamos laborales	0,113924051	0,090909091	0,111111111	10,53%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.61. Matriz normalizada a los criterios de experiencia del experto 1

		EXPERIENCIA			
	FACTOR	Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional	Vector P
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	0,111111111	0,14285714	0,09090909	11,50%
	Experiencia en proyectos similares	0,33333333	0,42857143	0,45454545	40,55%
	Experiencia del staff profesional	0,55555556	0,42857143	0,45454545	47,96%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.62. Matriz normalizada a los criterios de experiencia del experto 2

		EXPERIENCIA			
	FACTOR	Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional	Vector P
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	0,111111111	0,07692308	0,13043478	10,62%
	Experiencia en proyectos similares	0,33333333	0,23076923	0,2173913	26,05%
	Experiencia del staff profesional	0,55555556	0,69230769	0,65217391	63,33%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.63. Matriz normalizada a los criterios de experiencia del experto 3

		EXPERIENCIA			
	FACTOR	Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional	Vector P
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	0,11111111	0,07692308	0,13043478	10,62%
	Experiencia en proyectos similares	0,33333333	0,23076923	0,2173913	26,05%
	Experiencia del staff profesional	0,55555556	0,69230769	0,65217391	63,33%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.64. Matriz normalizada a los criterios de experiencia del experto 4

		EXPERIENCIA			
	FACTOR	Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional	Vector P
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	0,11111111	0,090909091	0,14285714	11,50%
	Experiencia en proyectos similares	0,55555556	0,454545455	0,42857143	47,96%
	Experiencia del staff profesional	0,33333333	0,454545455	0,42857143	40,55%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.65 Matriz normalizada a los criterios de experiencia del experto 5

		EXPERIENCIA			
	FACTOR	Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional	Vector P
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	0,11111111	0,09090909	0,14285714	11,50%
	Experiencia en proyectos similares	0,55555556	0,45454545	0,42857143	47,96%
	Experiencia del staff profesional	0,33333333	0,45454545	0,42857143	40,55%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.66. Matriz normalizada a los criterios de experiencia del experto 6

		EXPERIENCIA			
	FACTOR	Experiencia global de la empresa	Experiencia en proyectos similares	Experiencia del staff profesional	Vector P
EXPERIENCIA	Experiencia global de la empresa	0,14285714	0,14285714	0,14285714	14,29%
	Experiencia en proyectos similares	0,42857143	0,42857143	0,42857143	42,86%
	Experiencia del staff profesional	0,42857143	0,42857143	0,42857143	42,86%
		1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.67. Matriz normalizada a los criterios de Participación Ciudadana del experto 1

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA		
	FACTOR	Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	0,166666667	0,166666667	16,67%
	Impacto Negativo (IN)	0,833333333	0,833333333	83,33%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.68. Matriz normalizada a los criterios de Participación Ciudadana del experto 2

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA		
	FACTOR	Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	0,125	0,125	12,50%
	Impacto Negativo (IN)	0,875	0,875	87,50%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.69. Matriz normalizada a los criterios de Participación Ciudadana del experto 3

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA		
	FACTOR	Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)	0,25	0,25	25,00%
	Impacto Negativo (IN)	0,75	0,75	75,00%
		1,00	1,00	1,00

Tabla A.70. Matriz normalizada a los criterios de Participación Ciudadana del experto 4

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA			
		FACTOR	Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)		0,166666667	0,166666667	16,67%
	Impacto Negativo (IN)		0,833333333	0,833333333	83,33%
			1,00	1,00	1,00

Tabla A.71. Matriz normalizada a los criterios de Participación Ciudadana del experto 5

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA			
		FACTOR	Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)		0,25	0,25	25,00%
	Impacto Negativo (IN)		0,75	0,75	75,00%
			1,00	1,00	1,00

Tabla A.72. Matriz normalizada a los criterios de Participación Ciudadana del experto 6

		PARTICIPACIÓN CIUDADANA			
		FACTOR	Impacto Positivo (IP)	Impacto Negativo (IN)	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Impacto Positivo (IP)		0,25	0,25	25,00%
	Impacto Negativo (IN)		0,75	0,75	75,00%
			1,00	1,00	1,00

Tabla A.73. Matriz normalizada a los Atributos del experto 1

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	0,053571	0,069536	0,049669	0,155172	0,026316	0,125000	7,99%
COSTOS	0,267857	0,347682	0,347682	0,258621	0,394737	0,291667	31,80%
CALIDAD	0,375000	0,347682	0,347682	0,258621	0,394737	0,208333	32,20%
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,017857	0,069536	0,069536	0,051724	0,026316	0,125000	6,00%
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	0,267857	0,115894	0,115894	0,258621	0,131579	0,208333	18,30%
EXPERIENCIA	0,017857	0,049669	0,069536	0,017241	0,026316	0,041667	3,70%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.74. Matriz normalizada a los Atributos del experto 2

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	0,075758	0,110767	0,065232	0,065219	0,043103	0,192308	9,21%
COSTOS	0,227273	0,332300	0,326158	0,326094	0,387931	0,269231	31,15%
CALIDAD	0,378788	0,332300	0,326158	0,195656	0,387931	0,192308	30,22%
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,075758	0,066460	0,108611	0,065219	0,025862	0,115385	7,62%
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	0,227273	0,110656	0,108611	0,326094	0,129310	0,192308	18,24%
EXPERIENCIA	0,015152	0,047519	0,065232	0,021718	0,025862	0,038462	3,57%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.74. Matriz normalizada a los Atributos del experto 3

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	0,068182	0,068190	0,050697	0,140627	0,119875	0,125000	9,54%
COSTOS	0,340909	0,340948	0,354880	0,234379	0,359626	0,208333	30,65%
CALIDAD	0,477273	0,340948	0,354880	0,234379	0,359626	0,291667	34,31%
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	0,022727	0,068190	0,070976	0,046876	0,017022	0,125000	5,85%
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	0,068182	0,113536	0,118175	0,328130	0,119875	0,208333	15,94%
EXPERIENCIA	0,022727	0,068190	0,050393	0,015610	0,023975	0,041667	3,71%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla A.75. Matriz normalizada a los Atributos del experto 4

	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	COSTOS	CALIDAD	PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	RIESGO DE LA EJECUCIÓN	EXPERIENCIA	Vector P
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	0,044643	0,053208	0,049675	0,234379	0,014970	0,192308	9,82%
COSTOS	0,312500	0,372459	0,347722	0,234379	0,523952	0,269231	34,34%
CALIDAD	0,312500	0,372459	0,347722	0,234379	0,314371	0,192308	29,56%

Tabla A.81: Promedio de los criterios riesgo de todos los expertos

RIESGO	Vector p EXP1	Vector p EXP2	Vector p EXP3	Vector p EXP4	Vector p EXP5	Vector p EXP6	Promedio Vector p
Capacidad financiera	79,78%	81,82%	81,82%	77,66%	77,66%	79,78%	79,75%
Cumplimiento de las obligaciones previsionales	9,69%	9,09%	9,09%	6,85%	15,49%	9,69%	9,98%
Indice de reclamos laborales	10,53%	9,09%	9,09%	15,49%	6,85%	10,53%	10,26%
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

Tabla A.82: Promedio de los criterios experiencia de todos los expertos

EXPERIENCIA	Vector p EXP1	Vector p EXP2	Vector p EXP3	Vector p EXP4	Vector p EXP5	Vector p EXP6	Promedio Vector p
Experiencia global de la empresa	11,50%	10,62%	10,62%	11,50%	11,50%	14,29%	11,67%
Experiencia en proyectos similares	40,55%	26,05%	26,05%	47,96%	47,96%	42,86%	38,57%
Experiencia del staff profesional	47,96%	63,33%	63,33%	40,55%	40,55%	42,86%	49,76%
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

Tabla A.83: Promedio de los criterios de Participación Ciudadana de todos los expertos

PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Vector p EXP1	Vector p EXP2	Vector p EXP3	Vector p EXP4	Vector p EXP5	Vector p EXP6	Promedio Vector p
Impacto Positivo (IP)	16,67%	12,50%	25,00%	16,67%	25,00%	25,00%	20,14%
Impacto Negativo (IN)	83,33%	87,50%	75,00%	83,33%	75,00%	75,00%	79,86%
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

Tabla A.83: Promedio de los atributos de todos los expertos

	Vector p EXP1	Vector p EXP2	Vector p EXP3	Vector p EXP4	Vector p EXP5	Vector p EXP6	Promedio Vector p
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	7,99%	9,21%	9,54%	9,82%	10,63%	4,29%	8,58%
COSTOS	31,80%	31,15%	30,65%	34,34%	31,03%	31,04%	31,67%
CALIDAD	32,20%	30,22%	34,31%	29,56%	29,75%	35,76%	31,97%
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	6,00%	7,62%	5,85%	5,60%	5,62%	7,11%	6,30%
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	18,30%	18,24%	15,94%	17,24%	19,48%	16,95%	17,69%
EXPERIENCIA	3,70%	3,57%	3,71%	3,44%	3,49%	4,85%	3,79%
	100,00%	19,23%	20,83%	19,23%	19,23%	16,67%	

Paso 5: Para obtener los pesos globales de cada criterio en todo el sistema se multiplican los pesos globales por el peso del criterio.

Tabla A.97: Pesos Globales cada criterio

ATRIBUTO	PONDERACIÓN ATRIBUTO (%)	FACTOR	PONDERACIÓN FACTOR (%)	PONDERACIÓN TOTAL (%)
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	8,58%	Impacto Positivo (IP)	20,14%	1,73%
		Impacto Negativo (IN)	79,86%	6,85%
COSTOS	31,67%	Costos Directos (CD)	74,33%	23,54%
		Gastos Generales (GG)	17,77%	5,63%
		Utilidades (UT)	7,90%	2,50%
CALIDAD	31,97%	Evaluación de desempeño (ED)	18,04%	5,77%
		Plan de aseguramiento de calidad (PAC)	81,96%	26,20%
PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	6,30%	Métodos de construcción (MC)	13,20%	0,83%
		Plazo de construcción (PC)	86,80%	5,47%
RIESGO DE LA EJECUCIÓN	17,69%	Capacidad financiera (CF)	79,75%	14,11%
		Cumplimiento de las obligaciones previsionales (OP)	9,98%	1,77%
		Índice de reclamos laborales (RL)	10,26%	1,82%
EXPERIENCIA	3,79%	Experiencia global de la empresa (EG)	11,67%	0,44%
		Experiencia en proyectos similares (EP)	38,57%	1,46%
		Experiencia del staff profesional (ES)	49,76%	1,89%
				100,0%

Paso 7: Índice de Priorización

Índice de Priorización

$$\begin{aligned} &= (0,017 * IP) + (0,068 * IN) + (0,265 * CD) + (0,063 * GG) \\ &+ (0,028 * UT) + (0,06 * ED) + (0,276 * PAC) + (0,01 * MC) \\ &+ (0,065 * PC) + (0,147 * CF) + (0,018 * OP) + (0,019 * RL) \\ &+ (0,005 * EG) + (0,017 * EP) + (0,022 * ES) \end{aligned}$$

Anexo 3: **Método TOPSIS**

El método TOPSIS es un modelo de decisión propuesto para ordenar preferencias por similitud a una solución ideal, es por tanto un método de ranking. Fue desarrollado por Hwang y Yoon en 1981 y mejorada por los propios autores en 1987 y 1992. TOPSIS es un método de decisión multicriterio de ordenación para identificar las soluciones de un conjunto finito de alternativas. El principio básico es que la alternativa elegida debe tener la menor distancia a la solución ideal positiva y la mayor distancia a la solución ideal negativa. Una solución ideal se define como una colección de puntuaciones o valores en todos los atributos considerados en la decisión, pudiendo suceder que tal solución sea inalcanzable. El vector compuesto por los mejores valores del j-ésimo atributo respecto de todas las alternativas posibles es quien recibe el nombre de “solución ideal positiva” (PIS); recíprocamente, la “solución ideal negativa” (NIS) será aquella cuyo vector contenga los peores valores en todos los atributos.

El concepto intuitivo de alternativa ideal es que sería aquella que, sin dudar, siempre elegiría el decisor. De igual modo, la alternativa anti-ideal sería aquella que, sin dudar, nunca elegiría el decisor. De este modo, puede suceder que una alternativa seleccionada desde el punto de vista de su “distancia” más corta respecto de la solución ideal positiva, deba competir con otra alternativa seleccionada como la más lejana de la solución ideal negativa. Por ello, y a fin de definir la solución ideal, el método TOPSIS define un índice de similaridad que se construye combinando la proximidad al ideal positivo y la lejanía respecto al ideal negativo.

Para la evaluación multicriterio de las ofertas presentadas por los contratistas se empleará el método TOPSIS que permitirá integrar los resultados obtenidos del proceso analítico jerárquico y las evaluaciones realizadas mediante números difusos. Este método para valores definidos como números triangulares difusos, se desarrolla de acuerdo a la siguiente metodología:

- a) Se construye la matriz de decisión A^k para el experto k (Ecuación 5). Con $k=1,2,\dots,l$; para un número de expertos l .

$$A^k = \begin{bmatrix} x^k_{11} & \cdots & x^k_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x^k_{m1} & \cdots & x^k_{mn} \end{bmatrix} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde $1,2,\dots$, son las alternativas y $C1,2,\dots,Cn$ son los criterios, x_{ij} indica la puntuación de la alternativa i para el criterio C_j , de acuerdo al criterio de los expertos participantes y a la escala de valores definida para los números triangulares borrosos.

- b) Se debe encontrar una matriz promedio A , que no es más que el promedio de todas las calificaciones otorgadas por los expertos para las variables cualitativas (Ecuación 2).

$$x_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^l x^k_{ij}}{l}$$

(Ec. 2)

El vector de pesos $W=(\tilde{w}_1,\tilde{w}_2,\dots,\tilde{w}_n)$ se compone de los pesos individuales \tilde{w}_j ($j=1,2,\dots,n$) para cada criterio C_j .

- c) Después de la normalización, se procede a calcular la matriz normalizada ponderada $P=[\tilde{p}_{ij}]m \times n$ con $i=1,\dots,m$ y $j=1,\dots,n$, multiplicando la matriz de decisión normalizada por la ponderación total de cada criterio obtenida del proceso analítico jerárquico (Tabla 3.9) (Ecuación 3).

$$p_{ij} = w_i \times x_{ij} \quad (\text{Ec. 3})$$

- d) Se identifican las soluciones positivas y negativas ideales, A^+ y A^- (PIS y NIS), respectivamente (Ecuaciones 4 y 5)

$$A^+ = (\max p_{ij} / j \in J, i = 1, \dots, m) \quad (\text{Ec. 4})$$

$$A^- = (\min p_{ij} / j \in J, i = 1, \dots, m) \quad (\text{Ec. 5})$$

Es decir, se construyen dos vectores con los valores máximos y mínimos de p_{ij} para cada alternativa (Ecuaciones 6 y 7).

$$A^+ = (p^+_1, p^+_2, \dots, p^+_m) \quad \text{donde } p_{ij} = w_i \times x_{ij} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$A^- = (p^-_1, p^-_2, \dots, p^-_m) \quad \text{donde } p_{ij} = w_i \times x_{ij} \quad (\text{Ec. 7})$$

A continuación, se calculan las distancias Euclidianas a la solución positiva ideal A^+ y a la solución negativa ideal A^- , respectivamente (Ecuaciones 8 y 9)

$$d^+_i = \sum_{j=1}^n d(p_{ij}, p^+_j) \quad \text{para } i = 1, \dots, m \quad (\text{Ec. 8})$$

$$d^-_i = \sum_{j=1}^n d(p_{ij}, p^-_j) \quad \text{para } i = 1, \dots, m \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde d corresponde a la distancia Euclidiana entre dos números triangulares
De acuerdo con el método vortex, la distancia entre dos números difusos triangulares $A_1(l_1, m_1, n_1)$ y $A_2(l_2, m_2, n_2)$, se calcula de acuerdo con la ecuación 10.

$$d(A_1, A_2) = \sqrt{\frac{1}{3} \times [(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (n_1 - n_2)^2]} \quad (\text{Ec. 10})$$

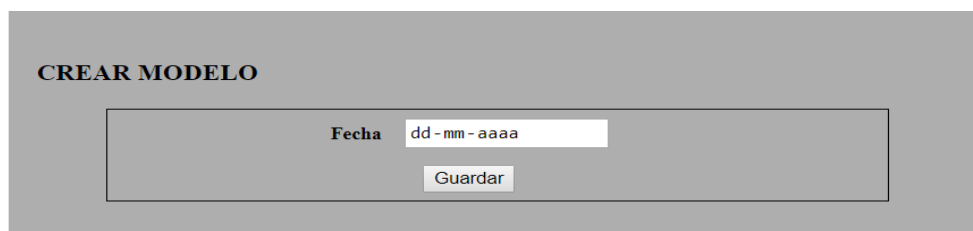
Se calcula el Coeficiente de Cercanía CC_i a la solución ideal, para cada alternativa A_i .
(Ecuación 11).

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (\text{Ec. 11})$$

Finalmente se ordenan las alternativas de acuerdo a su coeficiente de cercanía, teniendo en cuenta que las mejores alternativas son aquellas que presentan un mayor valor de dicho coeficiente y por lo tanto se encuentran más cerca de la solución ideal.

Anexo 4: Manual de Uso**Actividades y Funciones de los Administradores**

- Crear el modelo: Para esto el administrador tiene que ingresar la fecha actual en que se crea el modelo, esta será enviada a la base de datos en la tabla “modelo” y automáticamente se generara un identificador llamado “id_modelo”.



Formulario para Crear Modelo

CREAR MODELO

Fecha

Formulario para Crear Modelo

- Agregar Experto: Para esto el administrador necesitara la información de los expertos que participaran en la construcción del modelo, esta información llegara a la tabla “usuario” de la base de datos y automáticamente se crearían un identificador llamado “id_usuario”, una clave única y se enviaría un correo al experto con su nombre de usuario y clave para poder ingresar a la plataforma



Formulario para Agregar Experto

AGREGAR EXPERTO

Nombre Usuario

Nombre Completo

Rut

Telefono

Correo

Cargo

Titulos

Formulario para Agregar Experto

- Asignar modelos a participar a los expertos: El administrador tendrá la función de asignar que expertos participaran en la construcción de los modelos, para eso tiene que

seleccionar al experto, luego la fecha del modelo a asignar. Esto creara un identificador llamado “id_usu_mod” en la tabla “usu_mod” de la base de datos y guardara:

- Id_usuario y el nombre del experto elegido
- Id_modelo y la fecha del modelo seleccionado

EXPERTO 1		Rut	rut exp 1
Titulos	Cargo	telefono	900000001
Constructor Civil	Inspector Fiscal de Obras de Construcción en la Dirección de Obras Portuarias	correo	correo exp 1
		Eliminar	asignar
EXPERTO 2		Rut	rut exp 2
Titulos	Cargo	telefono	900000002
Ingeniero Civil	Encargada en la Fiscalización de obra por parte del Seremi de Obras Publicas dela Region de Valparaiso	correo	correo exp 2
		Eliminar	asignar
EXPERTO 3		Rut	rut exp 3
Titulos	Cargo	telefono	900000003
		correo	correo exp 3

Seleccionar Experto a Asignar

experto1

Seleccionar Modelo ▼

id asignacion	id experto	id modelo	Experto	fecha Modelo	eliminar Asignacion
53	12	60	experto1	2017-06-10	Eliminar
54	12	61	experto1	2017-06-14	Eliminar
55	12	62	experto1	2017-06-17	Eliminar
75	12	63	experto1	2017-06-30	Eliminar

Seleccionar Modelo a Asignar

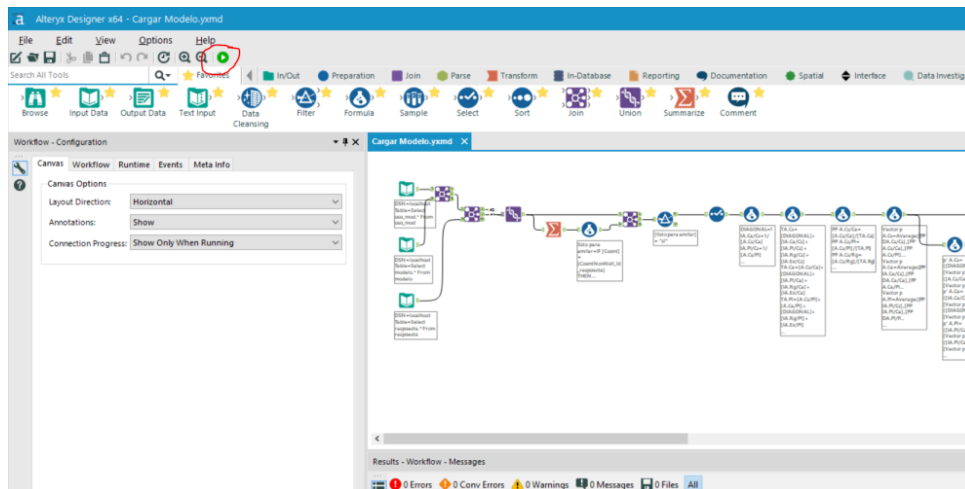
- Revisar los modelos, los expertos y las asignaciones creados: El administrador deberá revisar los modelos, los expertos y las asignaciones que se encuentran en la base de datos para eliminar las que tengan información incorrecta o si ya no se necesita alguna de estos aspectos.

- Revisar si los expertos ya cargaron sus opiniones en la plataforma: El administrador deberá revisar el estado del modelo en proceso, esperando que los expertos carguen sus opiniones correspondientes

ID_MODELO	FECHA	FORMULA	ELIMINAR MODELO
61	2017-06-14	X	Eliminar
id Experto	Nombre Experto	Opinion Cargada	
12	experto1	✓	
13	experto2	✓	
14	experto3	✓	
15	experto4	X	
16	experto5	X	

Revisión de las cargas de los Expertos

- Activar el cálculo en Alteryx, de los coeficientes de cada criterio del modelo: Luego que los expertos respondan el cuestionario del modelo, se activara Alteryx. Provocando la actualización de la tabla “respmodelo”, guardando en ella el “id_modelo” de los modelos en que todos los expertos respondieron, los valores de cada criterio, una fórmula que describe estos valores y se crea un id para los diferentes resultados



Activación del Cálculo de los coeficiente de cada criterio en Alteryx

ID_MODELO	FECHA	FORMULA	ELIMINAR MODELO
60	2017-06-10	$(0.253991 * Cs) + (0.060718 * Cs) + (0.026992 * Cs) + (0.060316 * Ca) + (0.273742 * Ca) + (0.010442 * Pl) + (0.068694 * Pl) + (0.143829 * Rg) + (0.025755 * Rg) + (0.021817 * Rg) + (0.006266 * Ex) + (0.020714 * Ex) + (0.026725 * Ex)$	Eliminar
id Experto	Nombre Experto		Opinion Cargada
12	experto1		✓
13	experto2		✓
14	experto3		✓
15	experto4		✓
16	experto5		✓
17	experto6		✓

Modelo cargado con existo

- **Agregar Proyectos:** El administrador tendrá como función ingresar la información de los proyectos a licitar para esto necesitará la identificación del modelo que se utilizara para evaluar las propuestas, para el caso de la demo será el último modelo que se encuentre en la tabla “respmodelo”, es decir, el modelo más actual que se tenga el resultado determinado. Ya con esta información se cargará la tabla “proyecto” de la base de datos, creando un identificador llamado “id_proyecto”

CARGAR PROYECTO

Codigo SAFI	<input type="text"/>
Codigo BIP	<input type="text" value="00000000-0"/>
Nombre Proyecto	<input type="text"/>
Servicio Responsable	<input type="text"/>
Region	<input type="text"/>
Provincia	<input type="text"/>
Comuna	<input type="text"/>
Categoria del proyecto	<input type="text"/>
Fecha de Venta de Antecedentes	<input type="text" value="dd - mm - aaaa"/>
Fecha de Publicacion	<input type="text" value="dd - mm - aaaa"/>
Plazo de Envio de Propuestas	<input type="text" value="dd - mm - aaaa"/>
Fecha de Licitacion	<input type="text" value="dd - mm - aaaa"/>
Plazo de Consultas	<input type="text" value="dd - mm - aaaa"/>
Descripcion de Proyecto	<input type="text"/>
<input type="button" value="Guardar"/>	

Formulario para Cargar Proyecto

- Revisar la Información de los proyectos cargados: El administrador tendrá la obligación de revisar la información de los proyectos agregados para eliminar los que tengan información cargada incorrectamente

CONSTRUCCIÓN RAMPA EN PALQUI			Eliminar
SAFI 171875	Dirección de Obras Portuarias de la Región de los Lagos	Fecha de Venta de Antecedentes	2017-07-13
Bip 30081150	Construcción de infraestructura de apoyo marítimo terrestre para los(as) habitantes y usuarios(as) del sector, mejorando el estándar del servicio y la seguridad de cabotaje y carga menor, principalmente durante el invierno cuando el puerto de Achao se cierra por malas condiciones climáticas. De esta forma los(as) usuarios(as) de las distintas islas cercanas a Achao contarán con otro punto de recalada	Fecha de Publicacion	2017-06-26
DE LOS LAGOS		Plazo de envio de propuestas	2017-08-17
CHILOÉ		Fecha de Licitacion	2017-08-30
CURACO DE VÉLEZ	20C-Segunda	Plazo de consultas	2017-09-06
CONSTRUCCIÓN PASEO BORDE COSTERO DE CHACAO			Eliminar
SAFI	Dirección de Obras Portuarias Región de Los Lagos	Fecha de Venta de	2017-07-17

Información de los Proyectos Cargados

- Registrar Revisores: Igual que al registrar los expertos, el administrador debe ingresar la información personal de los revisores y cuando se guarde en la base de datos se creará un identificador y una clave en la tabla “usuarios”. Y se enviara un correo con el nombre de usuario y la clave a los distintos revisores.

REGISTRAR REVISORES

Nombre Usuario

Nombre Completo

Rut

Telefono

Correo

Cargo

Titulos

Formulario para Agregar Revisores

- Asignar Revisores a los diferentes proyectos: Para determinar que revisor determinara la viabilidad técnica de los diseños, el administrador tendrá que asignar que proyecto le corresponde a que revisor. Para eso elegirá un revisor y luego un proyecto. Automáticamente se creará un identificador llamado “id_usu_rev” en la tabla “usu_rev”, donde también se guardarán el identificador (“id_usuario”) y nombre de usuario del revisor como también el identificador (“id_proyecto”) y nombre del proyecto seleccionado

REVISOR 1		Rut	revisor1
Titulos	Cargo	telefono	0
titulorev1	cargorev1	correo	correorev1
		Eliminar	asignar

Seleccionar un Evaluador a Asignar

revisor1

Seleccionar Proyecto asignar

id_asignacion	id_revisor	id_proyecto	Revisor	Nombre Proyecto	eliminar Asignacion
1	29	11	revisor1	Construcción Rampa en Palqui	Eliminar
2	29	12	revisor1	Construcción Paseo Borde Costero de Chacao	Eliminar
4	29	13	revisor1	Construcción Costanera Peatonal entre Yervas Buenas y Estero Penco	Eliminar
6	29	15	revisor1	Construcción Obras Marítimas Caleta Quintay Etapa II	Eliminar
7	29	14	revisor1	Reconstrucción Borde Costero Dichato Etapa II	Eliminar

Seleccionar un Proyecto a Asignar

- Revisar que la información cargada de los revisores y las asignaciones: El administrador tendrá la facultad de eliminar los revisores y asignaciones que sean guardados incorrectamente o que la información ya sea innecesaria.

- Confeccionar encuesta ciudadana con la información de las propuestas viables técnicamente: el administrador tiene que confeccionar una encuesta de opinión con las propuestas que pacen por el filtro técnico y económico
- Ingresar la jerarquización de las propuestas de la comunidad objetivo: el administrador tiene que ingresar la jerarquización de las propuestas eligiendo un proyecto y calificando las distintas propuestas. Esta sera guardada en la tabla “opgente” justo con el “id_proyecto” y “id_propuesta”.

Construcci?n Rampa en Palqui	
Sociedad Ingenieria, Construccion y Maquinarias Ltda	<input type="text"/>
Constructora Salfa S.A.	<input type="text"/>
<input type="button" value="guardar"/>	

Ingreso de Jerarquización

- Registrar Evaluadores: Igual que al registrar los expertos, el administrador debe ingresar la información personal de los evaluadores y cuando se guarde en la base de datos se creará un identificador y una clave en la tabla “usuarios”. Y se enviara un correo con el nombre de usuario y la clave a los distintos evaluadores.

REGISTRAR EVALUADOR

Nombre Usuario	<input type="text"/>
Nombre Completo	<input type="text"/>
Rut	<input type="text"/>
Telefono	<input type="text"/>
Correo	<input type="text"/>
Cargo	<input type="text"/>
Titulos	<input type="text"/>
<input type="button" value="Guardar"/>	

Formulario para Agregar Evaluador

- Asignar evaluadores a los diferentes proyectos: Para determinar que evaluador entregara sus apreciaciones de las distintas propuestas para un proyecto, el administrador tendrá que asignar que proyecto le corresponde a que evaluadores. Para eso elegirá un

evaluador y luego un proyecto. Automáticamente se creará un identificador llamado “id_usu_eva” en la tabla “usu_eva”, donde también se guardarán el identificador(“id_usuario”) y nombre de usuario del evaluador, como también el identificador(“id_proyecto”) y nombre del proyecto seleccionado

EVALUADOR 1		Rut	rut eva 1
Titulos	Cargo	telefono	900000013
Constructor Civil	Inspector Fiscal de Obras de Construcción en la Dirección de Obras Portuarias	correo	correo eva 1
		Eliminar	asignar
EVALUADOR 2		Rut	rut eva 2
Titulos	Cargo	telefono	900000014
	Encargada de la Revisión de de Proyectos de	correo	correo eva 2

Seleccionar un Evaluador a Asignar

evaluador1

Seleccionar Proyecto

id_asignacion	id_evaluador	id_proyecto	Evaluador	Nombre Proyecto	eliminar Asignacion
4	25	11	evaluador1	Construcción Rampa en Palqui	Eliminar
5	25	12	evaluador1	Construcción Paseo Borde Costero de Chacao	Eliminar
14	25	14	evaluador1	Reconstrucción Borde Costero Dichato Etapa II	Eliminar
15	25	15	evaluador1	Construcción Obras Maritimas Caleta Quintay Etapa II	Eliminar

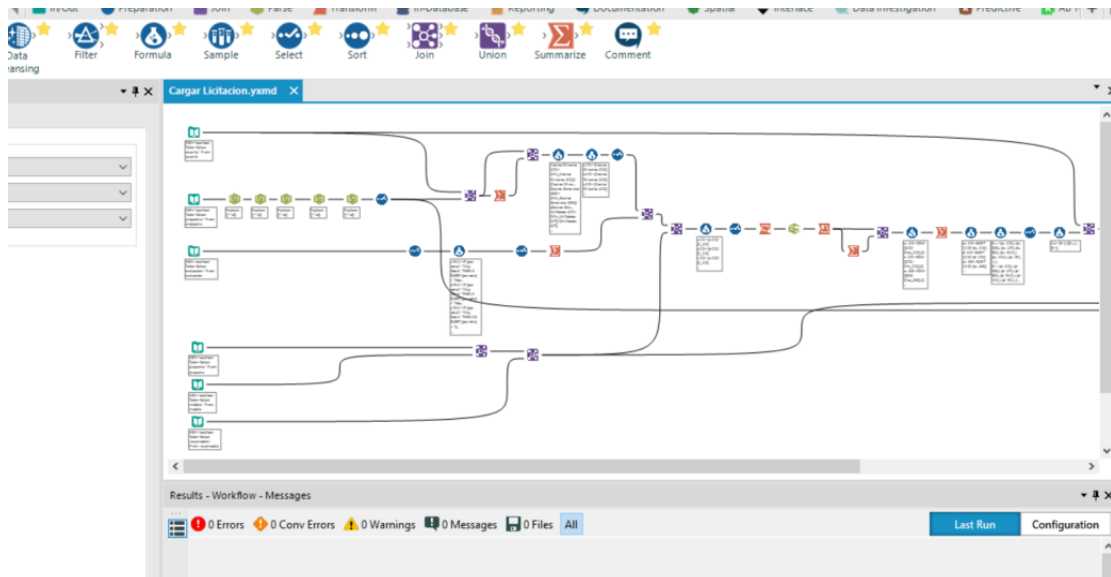
Seleccionar un Proyecto a Asignar

- Revisar que la información cargada de los evaluadores y las asignaciones: El administrador tendrá la facultad de eliminar los evaluadores y asignaciones que sean guardados incorrectamente o que la información ya sea innecesaria.
- Revisar la fecha de licitación y si se cargaron las evaluaciones El administrador debe estar pendiente que se hayan evaluado todas las propuestas de todos los proponentes que entregaron a tiempo y revisar cuando un proyecto llegue a su fecha de licitación.

171875	30081150	Construcción Rampa en Palqui	2017-08-17
id proponente	Con Propuesta	Nombre Proponente	Evaluada
19	✓	Sociedad Ingenieria, Construccion y Maquinarias Ltda	✓
20	✓	Constructora Salfa S.A.	✓
18	✓	Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A.	✓

Revisión de Proyecto

- Activar el cálculo en Alteryx del coeficiente de cercanía a la solución ideal de cada propuesta: El administrador tiene que activar el cálculo del coeficiente de cercanía a la solución ideal de las propuestas de un proyecto, cuando se haya cumplido el plazo determinado en el proyecto. La información obtenida de Alteryx se guarda en la tabla “licitación” donde se crea un identificador llamado “id_licitacion” y se depositara:
 - El identificador (id_proyecto) y el nombre del proyecto
 - El identificador (id_usuario) y el nombre del proponente
 - El identificador (id_modelo)
 - Los respectivos Coeficientes de Cercanía a la solución ideal
 - y los respectivos presupuestos de los proponentes



Activación Calculo de Coeficientes de Cercanía de las Propuestas

SAFI	BIP	Nombre Proyecto	Fecha de Licitación
171875	30081150	Construcción Rampa en Palqui	2017-08-30
id proponente	Con Propuesta	Nombre Proponente	Evaluada
19	✓	Sociedad Ingenieria, Construccion y Maquinarias Ltda	✓
20	✓	Constructora Salfa S.A.	✓
18	✓	Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A.	✓
id modelo	id proponente	Nombre Proponente	Cci
60	18	Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A.	0.65274
	19	Sociedad Ingenieria, Construccion y Maquinarias Ltda	0.50480
	20	Constructora Salfa S.A.	0.56229
18		Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A.	\$ 1.263.991.798
184061	30067550	Construcción Paseo Borde Costero de Chacao	2017-08-28
id proponente	Con Propuesta	Nombre Proponente	Evaluada
19	✓	Sociedad Ingenieria, Construccion y Maquinarias Ltda	✓

Tabla con los resultados del Proceso en Alteryx

- Dar aviso de los resultados para los procesos de adjudicación correspondientes: El administrador tiene que dar avisos respectivos para continuar con los siguientes pasos a la adjudicación.

Actividades y funciones de los Expertos

- Responder a los modelos asignados: Los expertos tendrán la responsabilidad de responder al cuestionario de los modelos que le sean asignados. Para lo cual se elige el modelo y responder cada pregunta con las 9 posibles respuestas, estas son:
 - Extremadamente más importante
 - Mucho más fuerte la Importancia
 - Fuertemente más importante
 - Moderadamente más importante
 - Igualmente importante
 - Moderadamente menos importante
 - Fuertemente menos importante
 - Mucho menos fuerte la Importancia
 - Extremadamente menos importante

Y para este demo las preguntas son:

- ¿Que tan importante es el Costo de un proyecto comparado con su Calidad?
- ¿Que tan importante es el Costo de un proyecto comparado con su Planificación?

- ¿Qué tan importante es el Costo de un proyecto comparado con el Riesgo Financiero de la empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es el Costo de un proyecto comparado con la Experiencia de la empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es la Calidad de un proyecto comparado con su Planificación?
- ¿Qué tan importante es la Calidad de un proyecto comparado con el Riesgo Financiero de la empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es la Calidad de un proyecto comparado con la Experiencia de la empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es la Planificación de un proyecto comparado con el Riesgo Financiero de la empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es la Planificación de un proyecto comparado con la Experiencia de la empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es el Riesgo Financiero de una empresa comparado con su Experiencia para realizar un proyecto de construcción?
- ¿Qué tan importante es el Costo Directo de un proyecto comparado con sus Gastos Generales al elegir una empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es el Costo Directo de un proyecto comparado con sus Utilidades Totales al elegir una empresa constructora?
- ¿Qué tan importante son los Gastos Generales de un proyecto comparado con sus Utilidades Totales al elegir una empresa constructora?
- ¿Qué tan importante es la Evaluación de Desempeño de una empresa constructora comparado con el Plan de Aseguramiento de la Calidad, creado por esta?
- ¿Qué tan importante es el Método Constructivo creado por una empresa comparado con el Plazo de Construcción propuesto por esta?
- ¿Qué tan importante es la Capacidad Financiera de una empresa comparada con el Cumplimiento de las Obligaciones Previsionales de esta misma?
- ¿Qué tan importante es el Cumplimiento de las Obligaciones Previsionales de una empresa comparada con el Índice de Reclamos Laborales de esta misma?
- ¿Qué tan importante es el Cumplimiento de las Obligaciones Previsionales de una empresa comparada con el Índice de Reclamos Laborales de esta misma?
- ¿Qué tan importante es la Experiencia Global de una empresa comparada con su Experiencia en Proyectos Similares al que se concursa?
- ¿Qué tan importante es la Experiencia Global de una empresa comparada con la Experiencia del Staff Profesional?
- ¿Qué tan importante es la Experiencia en Proyectos Similares de una empresa comparada con la Experiencia del Staff Profesional?

Para cada respuesta será guardada como un valor en su respectiva columna de la tabla “respuesta”, junto con el identificador del modelo(“id_modelo”) y el del experto (“id_usuario”) para finalmente crear un identificador llamado “id_respuesta”

id asignacion	id experto	id modelo	Participante	fecha Modelo	Cuestionario
53	12	60	experto1	2017-06-10	✓
54	12	61	experto1	2017-06-14	✓
55	12	62	experto1	2017-06-17	<input type="button" value="Responder"/>
75	12	63	experto1	2017-06-30	<input type="button" value="Responder"/>

Seleccionar Modelo a Responder

Contestar Formulario

1. Que tan importante es el Costo de un proyecto comparado con su **Calidad**?

2. Que tan importante es el Costo de un proyecto comparado con su **Planificación**?

3. Que tan importante es el Costo de un proyecto comparado con el **Riesgo Financiero** de la empresa constructora?

4. Que tan importante es el Costo de un proyecto comparado con la **Experiencia** de la empresa constructora?

Formulario para responder su opinion del modelo

Actividades y Funciones de los Proponentes

- Auto registrarse: Los proponentes tendrán que auto registrarse para entrar a la plataforma, utilizando sus datos y creando un nombre de usuario y una clave. Esta información será guardada en la base de datos en la tabla de “usuarios” y se creará un identificador para cada proponente que se registra.

INGRESAS DATOS

Nombre de Usuario	<input type="text"/>
Nombre empresa	<input type="text"/>
Rut	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Telefono	<input type="text"/>
Correo	<input type="text"/>
Registro de Consultores	<input type="text"/>
Escoger Clave	<input type="text"/>
Confirmar Clave	<input type="text"/>

Formulario de Auto - Registro

- **Comprar bases administrativas de los Proyectos de Interés:** El proponente tendrá la opción de elegir del listado de los distintos proyectos aquellos que se quiere participar en la licitación, para lo cual seleccionara el proyecto y le dará a comprar bases. Con esta acción será enviado un correo con las bases administrativas y una clave única que se crea automáticamente. También se crea un identificador llamado “id_clave” y se guardara junto con el identificador del proyecto(“id_proyecto”), el identificador del proponente(“id_usuario”) y la clave única en la base de datos en la tabla llamada “claves”.

175597	Dirección de Obras Portuarias de la Región del Biobío	Fecha de venta de Antecedentes	2017-08-07
30100889	Considera las Obras restantes de protección de borde costero, continuando con la construcción de obras de muros de defensa costera de homigón en masa, 3300 m3 aprox. de enrocados de protección costera, 7350 m2 aprox. de superficie de paseo costero, entre otros.	Fecha de Publicacion	2017-07-27
DEL BIOBÍO		Plazo de envio de propuestas	2017-08-27
CONCEPCIÓN		Fecha de Licitacion	2017-09-06
TOMÉ		Plazo de consultas	2017-09-12
CONSTRUCCIÓN OBRAS MARÍTIMAS CALETA QUINTAY ETAPA II			<input type="button" value="comprar bases"/>
200714	Dirección de Obras Portuarias de la Región de valparaiso y Libertador Bernardo OHiggins	Fecha de Venta de Antecedentes	2017-07-31
30106533	Descripción 5	Fecha de Publicacion	2017-06-30
VALPARAÍSO		Plazo de envio de propuestas	2017-08-01
VALPARAÍSO		Fecha de Licitacion	2017-08-23
CASABLANCA		Plazo de consultas	2017-08-28

Tabla con los proyectos en Licitacion

CODIGO SAFI	NOMBRE PROYECTO	CONFIRMAR COMPRA
200714	Construcción Obras Maritimas Caleta Quintay Etapa II	<input type="button" value="comprar bases"/>
Volver		

Confirmar Compra de Bases

- Cargar Propuestas para los proyectos en los que se quiere licitar Luego de la compra de las bases el proponente tendrá la elección de se quiere verdaderamente participar en la licitar el proyecto. Si el proyecto si es de su interés, el proponente tendrá que crear su propuesta antes del plazo de entrega de propuesta especificado en la descripción de cada proyecto. Para lo que el proponente creará una versión física que será enviada por correo a la organización que licita y una versión digital que será ingresada en la plataforma. El proponente deberá ingresar la clave única correspondiente al proyecto a licitar, verificar la información del proyecto, contestar el formulario y cargar la versión digital de la propuesta. Las preguntas del formulario son:
 - Costos Directos de la Propuesta en \$
 - Gastos Generales de la Propuesta en \$
 - Utilidad lograda por la Empresa en el Proyecto en \$
 - Resumen del Plan de Aseguramiento de la Calidad de la Propuesta en 5000 caracteres

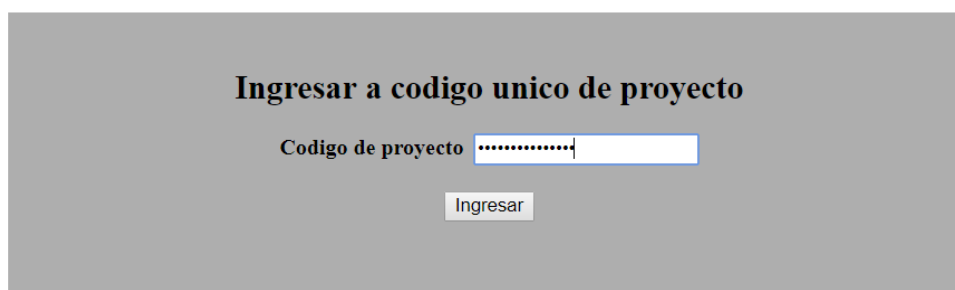
- Resumen del Método Constructivo utilizado para la Propuesta en 5000 caracteres
- Plazo de Construcción Propuesto para el Proyecto en días corridos
- Capacidad Financiera de la Empresa
- Resumen de Informes de Cumplimiento de las Obligaciones Provisionales en 5000 caracteres
- Resumen de Reclamos Laborales en 5000 caracteres
- Experiencia Global de la empresa (años de experiencias de la empresa en obras de construcción)
- Experiencia en proyectos Similares de la Empresa (años de experiencias de la empresa en obras de construcción similares al proyecto e licitación)
- Experiencia del Staff Profesional (años de experiencias del Staff Profesional a cargo de la realización de la Propuesta)

Y los archivos digitales de la propuesta son:

- Presupuesto completo de la propuesta
- Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Informe del Método Constructivo
- Calculo de la capacidad financiera y archivos que avalan
- Informes de Cumplimiento de las Obligaciones Provisionales
- Informes de Reclamos Laborales
- Curriculum del Staff Profesional

La información del formulario será guardada en la tabla propuesta, junto con el identificador del proyecto (“id_proyecto”), el identificador del proponente y un nuevo identificador llamado “id_propuesta” y que corresponde a la propuesta.

Los archivos enviados serán guardados en un repositorio para luego ser utilizados para la evaluación.



Ingresar a código unico de proyecto

Código de proyecto

Ingreso de código único de proyecto del Proponente

Datos del Proyecto					
SAFI	184061	BIP	30067550	Proyecto	Construcción Paseo Borde Costero de Chacao
Servicio Responsable	Dirección de Obras Portuarias Región de Los Lagos		Categoría de proyecto	2OC-Segunda	
Region	DE LOS LAGOS	Provincia	CHILOÉ	Comuna	ANCUD
Plazo de consultas	2017-08-31	Plazo de Respuestas a Consultas	2017-08-28	Plazo de envío de propuestas	2017-08-14

Ingresar propuesta	
• Costos Directos de la Propuesta	\$ en pesos <input type="text"/>
• Gastos Generales de la Propuesta	\$ en pesos <input type="text"/>
• Utilidad lograda por la Empresa en el Proyecto	\$ en pesos <input type="text"/>
Subir Presupuesto	<input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se eligió archivo
• Resumen del Plan de Aseguramiento de la Calidad de la Propuesta	<input type="text" value="5000 caracteres"/>
Subir Plan de Aseguramiento de la Calidad	<input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se eligió archivo
	<input type="text" value="5000 caracteres"/>

Formulario para Cargar las Propuestas

- Revisión del estado de los proyectos: Revisar cuáles son sus proyectos comprados y su fecha de entrega de propuesta, los proyectos con propuesta enviada y su fecha de determinación de resolución de la licitación y los proyectos que ya pasaron a adjudicación y los que no.

PROYECTOS CON RESULTADOS DE LICITACION		
SAFI	NOMBRE PROYECTO	LICITACION GANADA
171875	Construcción Rampa en Palqui	X
175597	Reconstrucción Borde Costero Dichato Etapa II	✓
184061	Construcción Paseo Borde Costero de Chacao	✓

PROYECTOS CON PROPUESTAS ENVIADAS		
SAFI	NOMBRE PROYECTO	FECHA DE LICITACION
175597	Reconstrucción Borde Costero Dichato Etapa II	2017-09-06
190236	Construcción Costanera Peatonal entre Yerbas Buenas y Estero Penco	2017-08-13
184061	Construcción Paseo Borde Costero de Chacao	2017-08-28
171875	Construcción Rampa en Palqui	2017-08-30

PROYECTOS CON BASES COMPRADAS		
SAFI	NOMBRE PROYECTO	PLAZO DE PROPUESTA
200714	Construcción Obras Marítimas Caleta Quintay Etapa II	2017-08-01

Proyecto en que se esta participando por parte de la Empresa

Actividades y Funciones de los Revisores

- Descargar propuestas de un proyecto: Los revisores tienen que descargar y estudiar los archivos determinar si las propuestas de diseño son viables para los proyectos asignados

Construcción Rampa en Palqui

ID_EMPRESA	RUT EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	DESCARGAR PROPUESTA	
18	79.929.720-5	Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A.	descargar zip	Revision de Diseño
19	79730570-7	Sociedad Ingeniería, Construcción y Maquinarias Ltda	descargar zip	Revision de Diseño
20	93659000-4	Constructora Salfa S.A.	descargar zip	Revision de Diseño

Descargar Propuestas

- Calificar las propuestas de los proyectos asignados: El revisor luego de estudiar las propuestas descargadas calificara si es viable o no.

Construcción Paseo Borde Costero de Chacao

Propuesta de Sociedad Ingeniería, Construcción y Maquinarias Ltda

No Técnicamente Posible
 Técnicamente Posible

Formulario para evaluar Propuestas

- Luego, las respuestas entregadas por los revisores se guardan en la tabla propuestas generando una columna llamada “binario” y también se almacena el identificador del propuesta (“id_propuesta”) y el identificador de la proyecto (“id_proyecto”)

Actividades y Funciones de los Evaluadores

- Descargar propuestas de un proyecto: Los evaluadores tienen que descargar y estudiar los archivos que corresponden a los criterios de evaluación cualitativos de las propuestas de los proyectos asignados

Construcción Obras Marítimas Caleta Quintay Etapa II

ID_EMPRESA	RUT EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	DESCARGAR PROPUESTA	
24	79877450-6	Constructora e Inversiones Vital Ltda	descargar zip	<input type="button" value="Evaluar Propuesta"/>

Descargar Propuestas

- Calificar las propuestas de los proyectos asignados: El evaluador luego de estudiar las propuestas descargadas calificara los criterios cualitativos determinando cuál métrica corresponde más. Las métricas son:
 - Muy Bueno
 - Bueno
 - Aceptable
 - Pobre
 - Muy pobre

Estas opciones se definen en el anexo xx, considerando diferencias para cada criterio

Construcción Costanera Peatonal entre Yervas Buenas y Estero Penco

Propuesta de Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A.

PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Plan de Aseguramiento de la Calidad de la empresa
Ingeniería y Construcción Eduardo Arancibia S.A. para el
proyecto Construcción Costanera Peatonal entre Yervas
Buenas y Estero Penco

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Método Constructivo de la empresa Ingeniería y
Construcción Eduardo Arancibia S.A. para el proyecto
Construcción Costanera Peatonal entre Yervas Buenas y
Estero Penco

CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES PROVISIONALES

Informes de Cumplimiento de las Obligaciones

▼

- Muy Bueno
- Bueno
- Aceptable
- Pobre
- Muy Pobre

Formulario para evaluar Propuestas

- Luego, las respuestas entregadas por los evaluadores se guardan en la tabla evaluación generando un identificador llamado “id_evaluación” y también se almacena el identificador del evaluador(“id_usuario”) y el identificador de la propuesta(“id_propuesta”)

Bibliografía

[Hernandez14] Hernández Rodríguez, A. (2014). Los Contratos Internacionales De Construcción «Llave En Mano» . Universidad de Cantabria.

[Serpell93] Alfredo Serpell (1993). Administración de Operaciones de Construcción, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

[Arslan et al.06] Arslan, G., Tuncan, M., Birgonul, M. and Dikmen, I. (2006). E-bidding proposal preparation system for construction projects. *Building and Environment*, 41(10), pp.1406-1413.

[Padrós-Reig10] Carlos Padrós-Reig. (2010). La regulación de la baja temeraria en los procedimientos de contratación. Fundamentación actual e historia normativa. *Revista de Administración Pública*, (181).

[Fuentes-Bargues et. al.14] Fuentes-Bargues, JL (2014). Análisis del proceso de evaluación de impacto ambiental para plantas de desalinización de agua de mar en España. *Desalinización* , 347 , 166-174.

[Chou,et.al13] Chou, J., Pham, A. y Wang, H. (2013). Estrategia de licitación para apoyar la toma de decisiones integrando AHP borroso y simulación basada en regresión. *Automation in Construction* , 35, pp.517-527.

[Friedman56] Lawrence Friedman. (1956) "A competitive-bidding strategy." *Operations research* 4.1: 104-112.

[Topcu04] Topcu, Y. I. (2004). A decision model proposal for construction contractor selection in Turkey. *Building and environment*, 39(4), 469-481.

[Ballesteros&Perez et al.13] Ballesteros-Perez, P., Carmen Gonzalez-Cruz, M. and Canavate-Grimal, A. (2013). On competitive bidding: Scoring and position probability graphs. *International Journal of Project Management* 31(3), 434-448

[Estache & Iimi11] Estache, A., & Iimi, A. (2011). (Un) bundling infrastructure procurement: Evidence from water supply and sewage projects. *Utilities policy*, 19(2), 104-114.

[Palaneeswaran&Kumaraswamy01] Palaneeswaran, E., & Kumaraswamy, M. (2001). Recent advances and proposed improvements in contractor prequalification methodologies. *Building and Environment*, 36(1), 73-87.

- [Watt et. al.09] Watt, D. J., Kayis, B., & Willey, K. (2009). Identifying key factors in the evaluation of tenders for projects and services. *International Journal of Project Management*, 27(3), 250-260.
- [Alzahrani&Emsley13] Alzahrani, J. I., & Emsley, M. W. (2013). The impact of contractors' attributes on construction project success: A post construction evaluation. *International Journal of Project Management*, 31(2), 313-322.
- [Bendana et al.08] Bendana, R., del Cano, A., & Pilar de la Cruz, M. (2008). Contractor selection: fuzzy-control approach. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 35(5), 473-486.
- [Marzouk, et. al.13] Marzouk, M. M., El Kherbawy, A. A., & Khalifa, M. (2013). Factors influencing sub-contractors selection in construction projects. *HBRC Journal*, 9(2), 150-158.
- [Anagnostopoulos&Vavatsikos06] Anagnostopoulos, KP, y Vavatsikos, AP (2006). Un modelo AHP para precalificación de contratistas de construcción. *Operational Research*, 6 (3), 333-346.
- [Pichá et. al.15] Picha, J., Tomek, A., & Löwitt, H. (2015). Application of EPC contracts in international power projects. *Procedia Engineering*, 123, 397-404.
- [Ducci et. al.13] Ducci, J., Garzonio, O., Moreno Moreno, H. A., Navarrete, M. J., Perroni, A., & Riquelme, R. (2013). Ventajas y riesgos de contrato llave en mano. *Inter-American Development Bank*.
- [Deng99] Deng, H. (1999). Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. *International journal of approximate reasoning*, 21(3), 215-231.
- [Hsieh et. al. 04] Hsieh, T. Y., Lu, S. T., & Tzeng, G. H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International journal of project management*, 22(7), 573-584.
- [Lin et. al.07] Lin, C. C., Wang, W. C., & Yu, W. D. (2008). Improving AHP for construction with an adaptive AHP approach (A 3). *Automation in construction*, 17(2), 180-187.
- [Ferrando et. al.07] Pastor Ferrando, J., Aragonés Beltrán, P., Hospitaler Pérez, A. and García Melón, M. (2007). Criteria Weighting in the Adjudication Process by Contest of a Building at the Polytechnic University of Valencia Through Ahp. *Xi International Project Engineering Congress*.
- [Espino et. al.14] Jato-Espino, D., Castillo-Lopez, E., Rodriguez-Hernandez, J., & Canteras-Jordana, J. C. (2014). A review of application of multi-criteria decision making methods in construction. *Automation in Construction*, 45, 151-162.

[Zadeh65] Zadeh, L. A. (1965). Information and control. *Fuzzy sets*, 8(3), 338-353.

[Mayor et. al.16] Mayor,J. (2016). A fuzzy multi-criteria decision-making model for infrastructure projects contractor selection: the Colombian case