

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**Área Académica Gerencia de Proyectos**

**Maestría en Gerencia de Proyectos**



**“Estudio para evaluar una oportunidad de  
autogeneración eléctrica mediante el establecimiento  
de centrales hidroeléctricas en PINDECO Pacífico”**

Proyecto de graduación para optar al título de Maestría en  
Gerencia de Proyectos con Énfasis en Proyectos Empresariales

**Realizado por:**

Adrián Jiménez Zúñiga

**Profesor guía:**

Ing. Marvin Coto Hernández, MAP

Buenos Aires de Puntarenas Marzo, 2012

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, en cuya fortaleza constante se basa gran parte del éxito de esta grandiosa etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos a quienes les debo todo lo que soy como persona.

## AGRADECIMIENTOS

A mi esposa mi gran soporte e inspiración en todo momento.

A mis compañeros incondicionales Patricia, Jeffrey, Norberto y Kenneth cuya amistad y sabiduría se convertiría en el mayor legado de la maestría.

A los profesores y funcionarios del programa de maestría que siempre estuvieron dispuestos a transmitir sus conocimientos para convertirnos en profesionales más competentes e íntegros.

A mis compañeros de trabajo Adrián, Miguel, Freddy, Fabián, Danilo, Carlos y Mario, que de forma desinteresada siempre estuvieron dispuestos a aportar sus conocimientos y experiencia al proyecto.

A mis jefaturas Frisian, don Luis, Guillermo, don Edward y por su puesto don Miguel, quienes creyeron en mí y estuvieron dispuestos a apoyarme.

A mis colaboradores de trabajo Manuel, Roger, Danilo, Roberto, Ronald, Jose, Greivin, Urbano quienes muchas veces asumieron grandes retos laborales en mi ausencia.

A John Bowman quien colaboró decididamente para generar información clave para este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
A. MARCO DE REFERENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PINDECO .....	3
B. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
D. OBJETIVOS .....	7
1. <i>General</i> .....	7
2. <i>Específicos</i> .....	7
E. ALCANCE Y LIMITACIONES .....	8
1. <i>Alcance</i> .....	8
2. <i>Limitaciones</i> .....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	10
A. GENERALIDADES DE LOS PROYECTOS .....	10
1. <i>Definición de Proyecto</i> .....	10
2. <i>Ciclo de Vida de los Proyectos</i> .....	11
B. ESTUDIOS DE INVERSIÓN .....	12
1. <i>Estudios que Integran la Pre-inversión</i> .....	13
C. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS .....	26
D. PLAN DE PROYECTO.....	27
1. <i>¿Qué es el proceso de planificación de un proyecto?</i> .....	27
2. <i>¿Para qué sirve el Plan de Proyecto?</i> .....	27
3. <i>¿Como saber si ya se concluyó el planeamiento?</i> .....	28
4. <i>Planeamiento según Áreas del Conocimiento</i> .....	30
E. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS .....	48
1. <i>Principio de Funcionamiento de una Central Hidroeléctrica</i> .....	50
2. <i>Clasificación de las Centrales Hidroeléctricas</i> .....	50
3. <i>Determinación de la Demanda</i> .....	52
4. <i>Determinación de la Producción</i> .....	53
5. <i>Diseño de Obras Civiles</i> .....	56
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	65
A. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	65
1. <i>Estudios Exploratorios</i> .....	65
2. <i>Estudios Descriptivos</i> .....	65
3. <i>Estudios Correlacionales</i> .....	66
4. <i>Estudios Explicativos</i> .....	66
B. SUJETOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	66
1. <i>Sujetos de Información</i> .....	66
2. <i>Fuentes de Información</i> .....	67
C. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	68
1. <i>Establecimiento de Variables</i> .....	68
2. <i>Definición de las Técnicas</i> .....	70
D. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	73
1. <i>Procesamiento de Información</i> .....	73
2. <i>Análisis de Información</i> .....	73
CAPÍTULO IV: PROPUESTA .....	75
A. GENERALIDADES DE LA PROPUESTA.....	75

B.	ESTUDIO DE PRE-INVERSIÓN.....	78
1.	<i>Estudio de Mercadeo</i> .....	78
2.	<i>Estudio Técnico</i> .....	86
3.	<i>Estudio Legal-Ambiental</i> .....	96
4.	<i>Estudio Organizacional</i> .....	102
5.	<i>Estudio Financiero</i> .....	111
6.	<i>Integración de Resultados del Estudio de Pre inversión al Planeamiento del Proyecto</i> .....	120
C.	PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	121
1.	<i>Plan de Gestión del Alcance</i> .....	122
2.	<i>Plan de Gestión del Recurso Humano</i> .....	128
3.	<i>Plan de Gestión de las Comunicaciones</i> .....	133
4.	<i>Plan de Gestión del Tiempo</i> .....	139
5.	<i>Plan de Gestión del Costo</i> .....	141
6.	<i>Plan de Gestión de la Calidad</i> .....	144
7.	<i>Plan de Gestión de los Riesgos</i> .....	149
8.	<i>Plan de Gestión de las Adquisiciones</i> .....	160
9.	<i>Integración del Proyecto</i> .....	163
	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	165
A.	CONCLUSIONES .....	165
B.	RECOMENDACIONES.....	167
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	168
	APÉNDICES .....	171
A.	ACTA CONSTITUTIVA .....	171
B.	DIAGRAMA DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN .....	174
	ANEXOS .....	178
A.	DECRETO N° 32868-MINAE .....	178

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resumen componentes Administración del Alcance .....	33
Tabla 2	Resumen componentes Administración de los Recursos Humanos .....	35
Tabla 3	Resumen componentes Administración de las Comunicaciones.....	36
Tabla 4	Resumen de componentes Administración del Tiempo .....	38
Tabla 5	Resumen componentes Administración de los Costos .....	40
Tabla 6	Resumen componentes Administración de la Calidad .....	42
Tabla 7	Resumen de componentes Administración de los Riesgos.....	45
Tabla 8	Resumen de componentes Matriz de Abastecimiento .....	47
Tabla 9	Resumen componentes Administración de la Integración.....	48
Tabla 10	Clasificación de centrales hidroeléctricas según potencia y salto .....	51
Tabla 11	Características generales de las turbinas de uso más generalizado en pequeños proyectos de generación eléctrica .....	64
Tabla 12	Operacionalización del objetivo específico # 1 .....	69
Tabla 13	Operacionalización del objetivo específico # 2 .....	70
Tabla 14	Lugares e instalaciones beneficiadas de las plantas de autogeneración eléctrica	80
Tabla 15	Registro de consumo actual por instalación y posible lugar de generación .....	81
Tabla 16	Crecimiento porcentual en consumo (demanda y potencia) anual hasta el 2026 por instalación.....	82
Tabla 17	Tabla de tarifas generales oficiales para el I.C.E 2011.....	83
Tabla 18	Tabla de tarifas de tipo tensión media (T-MT) oficiales para el I.C.E 2011 .....	83
Tabla 19	Correlación (R <sup>2</sup> ) para deferentes tipos de líneas de tendencia.....	85
Tabla 20	Proyección Costo/kWh según tarifa del I.C.E hasta el 2036.....	85
Tabla 21	Ubicación en coordenadas los puntos de generación seleccionados .....	86
Tabla 22	Estimación teórica potencial de generación eléctrica/zona de acuerdo a concesión y capacidad sistema conducción actual .....	88
Tabla 23	Comparativo entre potencial de generación vrs consumo actual (Energía y Potencia), por punto .....	89
Tabla 24	Comparativo entre potencial de generación versus consumo actual (Energía y Potencia), por punto del 2016 al 2036 .....	91
Tabla 25	Detalle de inversiones requeridas a nivel de infraestructura y equipo .....	93
Tabla 26	Cronograma de inversiones, según requerimientos del proyecto de autogeneración eléctrica .....	96
Tabla 27	Listado de leyes, reglamentos y decretos vinculantes a proyectos de generación eléctrica para autoconsumo.....	97
Tabla 28	Matriz de trámites legales requeridos por el proyecto de autogeneración.....	101
Tabla 29	Puestos requeridos para la ejecución y operación del proyecto.....	102
Tabla 30	Matriz de perfiles para el personal asignado a la gestión del proyecto de generación.....	105
Tabla 31	Matriz de funciones por puesto requerido para el proyecto .....	107
Tabla 32	Matriz de distribución salarios por puesto a 10 años plazo .....	109
Tabla 33	Costos Operativos resumidos para el autogeneración de electricidad.....	115
Tabla 34	Flujos netos de efectivo proyectados a 20 años plazo (en dólares) .....	117
Tabla 35	Resumen de indicadores financieros bajo 4 diferentes escenarios .....	120
Tabla 36	Integración de información generada por el Estudio de Factibilidad al Plan de Proyecto .....	121
Tabla 37	Declaración del alcance del proyecto de autogeneración eléctrica.....	124

Tabla 38 Estructura desglosada de trabajo en formato tabular .....	127
Tabla 39 Matriz de roles y funciones para proyecto de autogeneración hidroeléctrica ...	130
Tabla 40 Escala numérica y pictográfica de poder e interés de los interesados del proyecto .....	134
Tabla 41 Evaluación de los interesados en el proyecto .....	134
Tabla 42 Matriz de comunicación para el proyecto.....	136
Tabla 43 Programa de trabajo para el proyecto en formato tabular.....	140
Tabla 44 Programa de inversiones a nivel de tramitología legal.....	142
Tabla 45 Presupuesto base a nivel de equipo e infraestructura para el proyecto de generación eléctrica .....	143
Tabla 46 Cronograma de inversiones para el proyecto de autogeneración eléctrica.....	144
Tabla 47 Matriz de parámetros, criterios de aceptación y responsables de calidad .....	146
Tabla 48 Matriz de identificación y análisis de riesgos.....	151
Tabla 49 Matriz para la administración de riesgos .....	156
Tabla 50 Matriz de adquisiciones del proyecto .....	161
Tabla 51 Charter del proyecto “Alternativa de autogeneración eléctrica mediante centrales hidroeléctricas” .....	171

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estudios de variables .....	13
Figura 2 Esquema Diagrama Causa Efecto .....	41
Figura 3 Esquema Mapa de Riesgos.....	44
Figura 4 Esquema Matriz de Abastecimientos .....	46
Figura 5 Esquema general componentes para una pequeña central hidroeléctrica.....	50
Figura 6 Esquema de una casa de máquinas convencional .....	61
Figura 7 Propuesta Estudio de Factibilidad .....	76
Figura 8 Propuesta Planeamiento del Proyecto. ....	77
Figura 9 Costo histórico ¢/kWh para instalaciones de Volcán desde 1999.....	84
Figura 10 Diagrama de flujo del proceso legal requerido para la instalación de proyectos de autogeneración .....	99
Figura 11 Organigrama de personal requerido e involucrado en la gestión y ejecución del proyecto de autogeneración eléctrica en PINDECO Pacífico. ....	103
Figura 12 Diagrama de la estructura organizacional propuesta.....	128
Figura 13 Grafico de interés y poder de los interesados del proyecto.....	135
Figura 14 Formato designado para la elaboración del informe de avance semanal .....	137
Figura 15 Formato Establecido para la elaboración del informe avance mensual .....	138
Figura 16 Formato de matriz para el registro de las lecciones aprendidas .....	164
Figura 17 Diagrama sistema de generación punto 1 (Santa Fe) .....	174
Figura 18 Diagrama sistema de generación punto 2 (Verde Vigor).....	175
Figura 19 Diagrama sistema de generación punto 3 (Sonador).....	176
Figura 20 Diagrama sistema de generación punto 4 (Volcán).....	177



## ABREVIATURAS

PINDECO: Pineapple Development Corporation	ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
PMI: Project Management Institute	AP: Administración de Proyectos
MINAET: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones	RH: Recursos Humanos
CANAPEP: Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña	VAN: Valor Actual Neto
CNP: Concejo Nacional de Producción	TIR: Tasa Interna de Retorno
MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería	ID: Índice de Deseabilidad
SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental	PR: Periodo de Recuperación
PMBOK: Project Management Body of Knowledge	PCH: Pequeña Central Hidroeléctrica
ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica	MCH: Micro Central Hidroeléctrica
UCR: Universidad de Costa Rica	kWh: Kilo Watts Hora
	kW: Kilo Watts
	WBS: Work Breakdown Structure
	EDT: Estructura Desglosada de Trabajo
	EEUU: Estados Unidos de América

## RESUMEN

El consumo de energía eléctrica a nivel mundial crece día a día de la mano con el aumento de la población humana y de las crecientes exigencias de comodidades por parte de las sociedades modernas, lo cual demanda cada vez más energía de fuentes poco renovables como los hidrocarburos, lo cual, resulta ser una lástima en países tropicales como Costa Rica en donde abunda el recurso hídrico.

Para la producción de piña en los cantones de Buenos Aires y Pérez Zeledón, se requiere igualmente del recurso hídrico en abundancia para el riego por aspersión en la época seca: Para ello se cuenta con concesiones para la utilización de agua de diversas cuencas aledañas a las zonas de producción, mismas que son variables en su caudal de aprovechamiento. Algunas de estas concesiones se sub-utilizan hasta en un 85% durante la temporada lluviosa (9 meses).

Es por ello, que el presente estudio plantea el objetivo de evaluar una alternativa de autogeneración eléctrica mediante el establecimiento planificado según metodología propuesta en el PMBOK (PMI, 2008), para centrales hidroeléctricas en PINDECO Pacífico, aprovechando el sistema de captación y conducción de agua existente en sus fincas.

Primeramente se deberá analizar la factibilidad del establecimiento de las centrales hidroeléctricas para determinar la rentabilidad del proyecto. Luego se procederá con el planeamiento de los componentes y procedimientos necesarios para la ejecución de acuerdo a la “Guía de PMBOK” (PMI, 2008) en sus nueve áreas del conocimiento, necesarios para el establecimiento de centrales hidroeléctricas por PINDECO Pacífico

Se llevó a cabo una investigación descriptiva en su mayoría, más sin embargo,, en algunos tramos se efectuó una investigación correlacional para solventar necesidades particulares del proceso investigativo.

Como resultado del estudio de factibilidad se obtuvo que el proyecto es factible desde el punto de vista técnico, legal-ambiental, organizacional y financiero. Colateralmente se fortalece la imagen corporativa de la Empresa Del Monte, como una empresa comprometida con su huella de carbono.

Igualmente, el plan propuesto reúne una serie de procesos de apoyo que constituyen una guía concisa y novedosa para el establecimiento de las centrales hidroeléctricas, por parte de los encargados de la ejecución del proyecto en PINDECO Pacífico.

Después de concluido el estudio, se recomienda la realización de un análisis técnico más detallado para identificar y caracterizar nuevos puntos de generación dentro de las otras fincas de PINDECO Pacífico no contempladas en esta investigación, o incluso otras operaciones de Del Monte a nivel nacional.

**Palabras clave:** planificación de proyectos, proyectos hidroeléctricos, microcentrales, factibilidad de proyectos.

## ABSTRACT

Today, the world's overpopulation problems as well as the growing demands of modern societies for amenities are creating a rising consumption of electricity. As a consequence, there is a need to use less renewable sources such as hydrocarbons which in turn affects tropical countries with an abundance of water like Costa Rica.

In the dry season, plenty of water resource is essential for the irrigation of pineapple in places like Buenos Aires and Pérez Zeledón. For that matter, concessions have been made to use water from surrounding basins according to their volume of water. Some of these concessions are only used 85% during the rainy season (9 months).

Therefore, the objective of this study is to showcase an alternative of electric self-generation for PINDECO's hydroelectric centrals in the Pacific through a planned establishment according to PMBOK methodology (PMI, 2008). Thus, there would be a better flow and uptake of already existing water in PINDECO's farms.

To achieve the aforementioned, it is necessary to analyze the feasibility of PINDECO's hydroelectric centrals in the pacific in order to determine how profitable the project is. Secondly, it is important to decide on the components and implementation procedures according to the "PMBOK guide" (PMI, 2008) in its fine areas of knowledge. Despite the fact that a descriptive study was mostly carried out to solve specific needs of the investigative process, it was also necessary to do a correlational study of some sections.

As a result of the feasibility study, it was determined that the project is viable from the technical, legal-environmental, organizational and financial point of view. Hence, the image of Fresh Del Monte Produce Inc. is consolidated as a company committed to reducing the carbon footprint. Similarly, the plan proposed meets a series of support processes which become a succinct and innovative guide for the establishment of PINDECO's hydroelectric centrals in the Pacific.

After having ended the study, it is recommended that a more detailed technical analysis be made so that other power-generating places not covered by the investigation within Del Monte farms can be established.

**Key Words:** project planning, hydroelectric projects, micro hydropower, project feasibility.

## INTRODUCCIÓN

Es cada vez más creciente la necesidad y la presión a nivel mundial para que la mayoría de las actividades humanas generen el menor impacto posible sobre los recursos naturales desde el punto de vista de consumo y de uso de los mismos.

Dentro de los recursos naturales mas sensibles se encuentra el agua, la cual sin duda alguna representa la base sobre la cual se sustenta la vida en el planeta, no solo por su aporte a múltiples procesos biológicos, químicos e incluso físicos, sino también por su contribución a la generación de energía eléctrica, clave para el desarrollo de la sociedad humana contemporánea.

Existen otros recursos naturales que también pueden ser empleados para la generación de electricidad, tal es el caso de los hidrocarburos los cuales resultan ser de uso muy común en Costa Rica como complemento a la capacidad insuficiente de los sistemas hidroeléctricos instalados para satisfacer las necesidades cada vez mas crecientes de energía eléctrica a nivel nacional. Sin embargo, resulta evidente el efecto negativo que provoca el uso de hidrocarburos para este fin, ya que, en la combustión requerida para la generación de electricidad se producen gases de efecto invernadero, además del gasto progresivo de una fuente agotable como lo son los combustibles fósiles.

Al comparar los efectos que representa el uso del agua para generar electricidad que son prácticamente nulos con respecto a los efectos causados por el uso de hidrocarburos, salta a la vista una necesidad casi inmediata por incrementar los proyectos hidroeléctricos a nivel nacional, sin embargo, los proyectos de generación tradicional resultan ser inversiones millonarias y con logísticas altamente demandantes de recursos. Es por ello que la posibilidad de que empresas o que individuos establezcan proyectos de pequeña generación para autoabastecimiento, vendría a ser una alternativa cuyo aporte a nivel nacional -y para los mismos beneficiados- sería de suma importancia a nivel ambiental y financiero.

En operaciones como las de PINDECO Pacífico ubicadas en una zona geográfica en donde existen fuentes perennes de agua, donde además la empresa posee varias concesiones e instalaciones ya acondicionadas para transportar una cantidad importante de caudal para la irrigación de sus plantaciones, mezclas para aplicaciones foliares y plantas empacadoras, la posibilidad de establecer centrales hidroeléctricas de pequeña escala para autoabastecer

parte de sus necesidades de energía eléctrica y por ende colaborar en las finanzas operativas de la empresa, al mismo tiempo que contribuye con el medio ambiente de forma responsable, representaría un aporte además importante a la imagen de la marca Del Monte en sus productos frescos, en este caso la piña.

Es por ello que el presente estudio se plantea el objetivo de ofrecer una alternativa de autogeneración eléctrica mediante el establecimiento planificado según la metodología propuesta en el PMBOK (PMI, 2008), para centrales hidroeléctricas en PINDECO Pacífico.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **A. MARCO DE REFERENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PINDECO**

Existe consenso por parte de los expertos en que el centro de origen de la piña se ubica en Sur América y algunas islas del Caribe, “donde previo al descubrimiento de la piña por Cristóbal Colón (Morrison, 1963 citado en Bartholomew, Paull & Rohrbach, 2003, p. 1), la fruta ya era componente extendido y estable del conjunto de cultivos vegetales y de la dieta de los Americanos nativos de las tierras bajas del trópico (Laufer, 1929 citado en Bartholomew, Paull & Rohrbach, 2003, p. 1)”. En donde algunos reportes ya indicaban que la piña ya era doméstica y muy distribuida en la Américas como el Orinoco, Amazonas, las costas de Brasil (alrededor de Río de Janeiro) y en el Caribe (Collins, 1960 citado en Bartholomew, Paull & Rohrbach, 2003, p. 1).

Sin embargo, lo que no está muy claro es la distribución y por ende su producción posterior en regiones tan distantes como Europa, América del Norte, Centroamérica, África, Asia y Oceanía. “Se cree que los portugueses fueron quienes diseminaron el cultivo. Lo introdujeron a Santa Elena... De allí la llevaron a África y, cerca de 1550, a la India. Antes de finalizar el siglo XVI el cultivo de la piña, se había extendido a la mayoría de regiones tropicales del mundo, incluidas algunas de las islas del Pacífico Sur (Jiménez, 1999, p. 13).

Lo que sí está claro, es que la popularidad de la piña en el ámbito mundial se debe a los esfuerzos pioneros y científicos que buscaron en Hawai, primero, y después en otras partes del mundo, los tipos de plantas, las condiciones ideales y la tecnología adecuada para una explotación eficiente (Jiménez, 1999, p. 13-14). En donde la transnacional Dole por medio de su fundador James Dole empezó una plantación comercial en Wahiawa, en la isla de Oahu, Hawai. A partir de entonces y conforme hubo material vegetativo disponible, la Cayena Lisa se fue dispersando a Filipinas, América Tropical, Tailandia, África, Taiwán y Australia (Jiménez, 1999, p. 14).

En Costa Rica, tradicionalmente la piña para consumo local se sembró en sitios de Alajuela y Heredia como El Cacao y La Garita, luego Sarapiquí y San Carlos Inmigrantes italianos que se asentaron en la zona sur de Costa Rica iniciaron siembras de piña en las sabanas de



Buenos Aires de Puntarenas, en la década de 1950. Posteriormente Rodolfo Robert prosiguió con ese esfuerzo en los años sesenta y setenta, con relativo éxito (Jiménez, 1999, p. 15). Luego apareció la empresa Del Campo quien pretendió desarrollar procesos industriales sin mucho éxito. Años más tarde con la compra de Del Campo por la transnacional Del Monte en 1979, se inició el verdadero desarrollo de la piña en Costa Rica (Jiménez, 1999, p. 15), la cual logró conjuntar en poco tiempo una plantación de 2500 has siempre en el cantón de Buenos Aires de Puntarenas en donde iniciaron la importación de tallos vegetativos para comenzar la preparación de semilleros con el propósito de exportar piña fresca a EEUU principalmente por medio de su subsidiaria PINDECO. A partir de ahí fue cuestión de tiempo para que el cultivo comercial de piña se extendiera a otras zonas del país donde tanto productores independientes como otras transnacionales como Dole, además de Del Monte iniciaron una fuerte expansión a regiones como Pital y Venecia de San Carlos, así como La Virgen de Sarapiquí (Jiménez, 1999, p. 15), y posteriormente a los Cantones de Guápiles, Jiménez, Guácimo, Guatuso, Upala, Los Chiles, Pérez Zeledón e incluso Miramar.

Ya para el 2008, la FAO reporta a Costa Rica como el primer exportador en toneladas métricas de piña fresca a nivel mundial en cuyo caso los destinos más importantes fueron América del Norte (EEUU y Canadá) y Europa (Sistema de Información e Inteligencia de Mercados-CNP, 2011, p. 5)

En lo que corresponde a Del Monte PINDECO, en la actualidad está formada por dos grandes divisiones; Atlántico (Pococí, Guácimo y San Carlos) y Pacífico (Buenos Aires y Pérez Zeledón), en donde cada una de ellas se compone de fincas las cuales son la unidad autónoma mínima de producción. La división Pacífico se compone de tres fincas (Santa Fe, Volcán y Buenos Aires) y suman un aproximado de 5.500 hectáreas efectivamente productivas, lo que ha favorecido la creación para el año 2011 de más de 5.000 empleos directos con la derivación de más de 3.000 indirectos con las relaciones socio- económicas que esto implica en la región .

A nivel organizacional PINDECO posee una estructura netamente funcional, donde el más alto escalafón jerárquico lo representa el Gerente General y bajo esta figura se encuentra un Gerente de Operaciones por cada división (Atlántica y Pacífico). En lo que corresponde meramente a PINDECO Pacífico bajo la Gerencia de Operaciones se encuentra la Gerencia

de Agricultura, Superintendencias de Finca; Superintendencias Administrativa y de Recurso Humano, además de los Supervisores, Técnicos y Encargados de las áreas funcionales.

## **B. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Para la producción de piña en los cantones de Buenos Aires y Pérez Zeledón se requiere de riego por aspersión para el suministro de agua en la época seca, debido al descenso significativo y marcado de las lluvias durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo e incluso parte de abril, por lo cual se cuenta con concesiones para la utilización de agua de diversas cuencas aledañas a los zonas de producción, mismas que son variables en su caudal de aprovechamiento. Algunas de estas concesiones se subutilizan hasta en un 85% durante la temporada lluviosa (9 meses), debido a la disminución obvia de la necesidad del recurso hídrico para la operación productiva normal, situación que también se presenta pero, en menor proporción para la época seca para un número también menor de concesiones. Para la conducción del agua desde los puntos de captación hasta los lotes de plantación e instalaciones (empacadoras, talleres, etc.) cada una de las fincas cuenta con una compleja y desarrollada infraestructura de conducción fija, plenamente establecida acorde a las necesidades operativas.

Aunado a la necesidad y disponibilidad de agua y de un sistema de conducción, las operaciones de estas fincas consumen una cantidad importante de electricidad, principalmente para sistemas de bombeo de agua, talleres, oficinas, complejos habitacionales y empacadoras, lo cual representa un aproximado de casi 10 millones de kilo Watts por año a un costo total de \$1,5 millones (Departamento de Ingeniería Agrícola PINDECO Pacífico, conversación, 5 de agosto del 2011).

La combinación de estos cuatro factores; disponibilidad de concesiones de agua y de infraestructura de conducción, además de la subutilización del recurso hídrico disponible y una alta necesidad de electricidad para todas las operaciones, motiva la búsqueda de opciones factibles que permitan generar electricidad para autoabastecimiento a partir del recurso hídrico subutilizado de las concesiones.

Dentro de estas opciones surge la opción de las mini o micro centrales hidroeléctricas, las cuales tienen una potencia instalada inferior a 10 MW (10.000 Kw) transforman esa energía estática en electricidad, aprovechando la diferencia de desnivel existente entre dos puntos. La energía se transforma primero en energía mecánica en la turbina hidráulica, ésta activa el generador, que transforma en un segundo paso la energía mecánica en energía eléctrica. Dentro de estas centrales existen las de agua fluyente, en donde el aprovechamiento desvía parte del agua del río mediante una toma, y a través de canales o conducciones se lleva hasta la central donde será turbinada. Una vez obtenida la energía eléctrica el agua desviada es devuelta nuevamente al cauce del río. Este tipo de centrales sería la opción más viable a fin de determinar su posible implementación operativa en PINDECO Pacífico, debido a las condiciones de infraestructura de captación y conducción de agua instalada en cada una de las fincas de la empresa.

Ya en otras latitudes, como la Unión Europea, existe inclusive legislación que está impulsando este tipo iniciativas, como una respuesta a los problemas medioambientales provocados por los combustibles fósiles y capacidad al límite para el establecimiento de mega centrales (ESHA, 2006). Sin embargo, en Costa Rica es todavía un recurso poco explotado. Entidades como Coopelesca R.L., ubicada en la zona Huetar Norte del país, están analizando proyectos piloto como el desarrollado por Saborio et. al, 2009 (p. 9) en donde se consideró a los productores de leche de la zona como la población del estudio, debido a que la mayoría de estos cuentan con fuentes de agua en sus fincas que podrían ser aprovechadas para la generación y con una inversión inicial de casi €11 millones por central se pretende producir alrededor de 46.020 kW/h por mes. Los beneficiarios directos son los asociados que construyan una microcentral y COOPELESCA, que por medio de este tipo de generación incrementará su generación propia permitiendo de esta forma disminuir los costos por kW/hora y por ende las tarifas ofrecidas a sus asociados.

Es por ello que surge la idea de ofrecer una alternativa de autogeneración eléctrica en Fincas de PINDECO Pacífico por medio del establecimiento de centrales hidroeléctricas; sin embargo, en vista de que no existen proyectos en iguales condiciones en Costa Rica es que se requiere de un estudio encargado de analizar a nivel de preinversión el establecimiento de un proyecto de este tipo en las operaciones de PINDECO Pacífico. Además como componente crucial para asegurar el éxito del establecimiento del proyecto

se hace necesario realizar una planeación sistemática de su ejecución acorde a la metodología establecida por el PMI (2008) en el PMBOK.

### **C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Más que un problema, el presente estudio pretende evaluar una oportunidad basado en la idea expuesta anteriormente, en donde se pretende ofrecer una alternativa de autogeneración eléctrica en Fincas de PINDECO Pacífico por medio del establecimiento de centrales hidroeléctricas. Además, como componente crucial para asegurar el éxito del establecimiento del proyecto, se hace necesario realizar una planeación sistemática de su ejecución acorde a la metodología establecida por el PMI. Tanto el estudio de preinversión como el planeamiento del proyecto serán la columna vertebral del estudio.

### **D. OBJETIVOS**

Los objetivos planteados para el desarrollo de este proyecto son descritos a continuación.

#### **1. General**

Evaluar una oportunidad de autogeneración eléctrica mediante el establecimiento planificado según metodología propuesta en el PMBOK (PMI, 2008), de centrales hidroeléctricas en PINDECO Pacífico, que permita la optimización del uso del agua.

#### **2. Específicos**

- Analizar la factibilidad del establecimiento de centrales hidroeléctricas por PINDECO Pacífico para determinar la rentabilidad financiera del proyecto.
- Planear los componentes y procedimientos necesarios para el proceso de ejecución de acuerdo con lo que establece la “Guía de PMBOK” (PMI, 2008) en sus nueve áreas del conocimiento, necesarios para el establecimiento de centrales hidroeléctricas por PINDECO Pacífico.

## E. ALCANCE Y LIMITACIONES

El alcance y limitaciones del estudio se plantean a continuación.

### 1. *Alcance*

El alcance del presente estudio está limitado geográficamente a las Fincas de Buenos Aires, Volcán (estas dos ubicadas en el cantón de Buenos Aires) y Santa Fe (ubicada en el cantón de Pérez Zeledón principalmente).

Para el caso del Estudio de Preinversión se realizarán seis sub-estudios a saber: mercadeo, organizacional, legal, ambiental, técnico y financiero con el propósito de definir los siguientes aspectos:

- Estimar la demanda actual, futura y potencial de diferentes instalaciones de PINDECO Pacífico.
- Estimar las necesidades técnicas para el establecimiento y funcionamiento del proyecto, que básicamente incluye necesidades estructurales y de equipo. Además se determinará los lugares y concesiones específicas en donde se podrán establecer las centrales hidroeléctricas, además de su potencial de generación en kWh.
- Determinar los procedimientos legales y ambientales que deben ser ejecutados para la puesta en marcha del proyecto.
- Determinar el recurso humano (RH) y costo requeridos para la ejecución y funcionamiento del proyecto. En este punto, también será importante establecer las necesidades de capacitación para el RH del proyecto y su ubicación dentro de la estructura organizacional del proyecto.
- Estimar la rentabilidad del proyecto en el tiempo bajo diferentes escenarios.

Posterior al Estudio de Preinversión se realizará el planeamiento de la ejecución del proyecto, de una forma sistemática siguiendo la metodología establecida por el Project Management Institute (PMI), en la cuarta edición del PMBOK, donde se establecerán los requerimientos designados por esta metodología en las nueve áreas del conocimiento:

alcance, tiempo, costo, calidad, riesgos, recurso humano, adquisiciones y comunicación, para luego ser integrados en el Plan del Proyecto.

## **2. Limitaciones**

Como principal limitante identificada para la realización de este estudio, se encuentra la poca experiencia y por ende de información documental práctica del país en la generación de electricidad por medio de pequeñas centrales, especialmente en organizaciones privadas, lo cual, es todavía más marcado en el Pacífico Sur de Costa Rica, en comparación la región Huetar Norte en donde entidades como Coopesca R.L., tienen un acumulo importante de experiencia (Saborío, et al., 2009, p. 6)

A nivel de Compañía, PINDECO a pesar de tener más de 30 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de infraestructura industrial y de captación y conducción de agua a una escala importante, nunca ha desarrollado un proyecto de autogeneración eléctrica, lo cual significa reduda en poco conocimiento tanto empírico como documental.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El marco teórico resulta ser un pilar fundamental en la construcción de cualquier idea a desarrollar durante un proceso de investigación. Es por ello, que el presente capítulo tiene por propósito brindar herramientas teóricas requeridas para construir la propuesta planteada por los objetivos del estudio.

Como toda investigación orientada a la administración de proyectos, el marco teórico debe ofrecer conceptos relacionados con terminología de proyectos, ciclo de vida de los proyectos, proyectos de inversión y por su puesto administración de proyectos, los cuales son componentes primordiales del presente capítulo.

### A. GENERALIDADES DE LOS PROYECTOS

Indistintamente de la naturaleza de los proyectos, existen conceptos, características y condiciones similares que en conjunto ofrecen un marco de referencia común dentro cualquier fundamento teórico. Es por ello, que antes de hablar de proyectos de inversión y planeación de proyectos, resulta crucial definir a grandes rasgos conceptos claves como proyecto, su ciclo de vida y administración de proyectos.

#### *1. Definición de Proyecto*

Si bien es cierto, el término proyecto es empleado de forma casi indiscriminada dentro del vocablo cotidiano, es importante definir con claridad su implicación a nivel conceptual del El Project Management Institute (2008, p. 5) define en el PMBOK un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Todo proyecto crea un producto, servicio o resultado único

Esta definición coincide de cierta forma con Rivera & Hernández (2010, p. 3), que definen a un proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Lo cierto del caso, es que un proyecto siempre tendrá un comienzo y un fin determinado, un tiempo delimitado, una duración cuantificable. Cada proyecto posee características y funciones específicas que serán gradualmente desarrolladas y le confieren la cualidad de único (Chamoun, 2002, p. 27).

## **2. Ciclo de Vida de los Proyectos**

Al ser los proyectos un proceso temporal, estos poseen ciclos de vida definidos, cuyos componentes son denominados fases. El ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado (PMI, 2008, p. 15).

Pueden existir variantes con respecto a los componentes del ciclo de vida de un proyecto, dependiendo –por ejemplo- si el proyecto pertenece al sector privado o público, en donde el primero el ciclo se inicia cuando se visualiza una necesidad que debe ser solventada o se detecta la existencia de una oportunidad de inversión.

El ciclo de vida de un proyecto está compuesto de cuatro fases.

- Pre inversión.
- Ejecución del proyecto.
- Operación.
- Evaluación de resultados (Fernández, 2007, p. 19).

En otros casos, autores como Chamoun (2002, p. 33) establecen fases un tanto diferentes a las mencionadas anteriormente, en donde se toma en consideración al menos cinco procesos en el desarrollo de proyectos:

- Inicio: se establece la visión del proyecto, el qué; la misión por cumplir y sus objetivos, la justificación del mismo, las restricciones y supuestos.
- Planeación: se desarrolla un plan que ayude a prever el cómo se cumplirá los objetivos, tomando en cuenta una serie de factores que afectan todo proyecto. Aquí se establecen las estrategias, con énfasis en la prevención en vez de la improvisación.
- Ejecución: se implementa el plan, se contrata, administra los contratos, se integra el equipo, se distribuye la información y se ejecuta las acciones requeridas de acuerdo a lo establecido.



- Control: se compara lo ejecutado o real contra lo previsto o planeado (control), de no identificar desviaciones, se continúa con la ejecución. si se encuentran desviaciones, en equipo acordado a la acción correctiva (planeación adicional), y luego se continúa con la ejecución, manteniendo informado al equipo.
- Cierre: se concluye y se cierra las relaciones contractuales profesionalmente para facilitar referencias posteriores al proyecto así como para el desarrollo de futuros proyectos. Por último, se elaboran los documentos con los resultados finales, archivos, cambios, directorios, evaluaciones y lecciones aprendidas, entre otros

Si resulta claro que indistintamente el enfoque o incluso el tamaño de los proyectos, estos pueden configurarse dentro de la siguiente estructura del ciclo de vida: inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre (PMI 2008, p. 16).

Es importante tener total claridad de las fases que componen el ciclo de vida del proyecto, las cuales pueden ser consideradas como son divisiones dentro del mismo proyecto, donde es necesario ejercer un control adicional para gestionar eficazmente la conclusión de un entregable mayor (PMI, 2008, p. 16).

## **B. ESTUDIOS DE INVERSIÓN**

Antes de iniciar formalmente un proyecto, resulta crucial tener la mayor claridad posible acerca de la factibilidad de ejecutarlo, lo cual sin duda alguna controla en gran medida el margen de incertidumbre, provocado por el proceso natural de iniciar un evento nuevo. Es por ello, que en muchos casos, la que inicia como una idea es sometida a un proceso de escrutinio llamado Estudio de Inversión, el cual no es ni más ni menos que una propuesta, que genera resultados de estudios que sustentan y que está conformado por un conjunto determinado de acciones con el fin de lograr ciertos objetivos (Fernández, 2007, p. 15).

Este estudio de inversión de ser positivo, genera un proyecto de inversión, cuyo propósito es poder generar ganancias o beneficios adicionales a los inversionistas que lo promueven y como resultado de este también se verán beneficiados los grupos o poblaciones a quienes va dirigido (Fernández, 2007, p. 15).

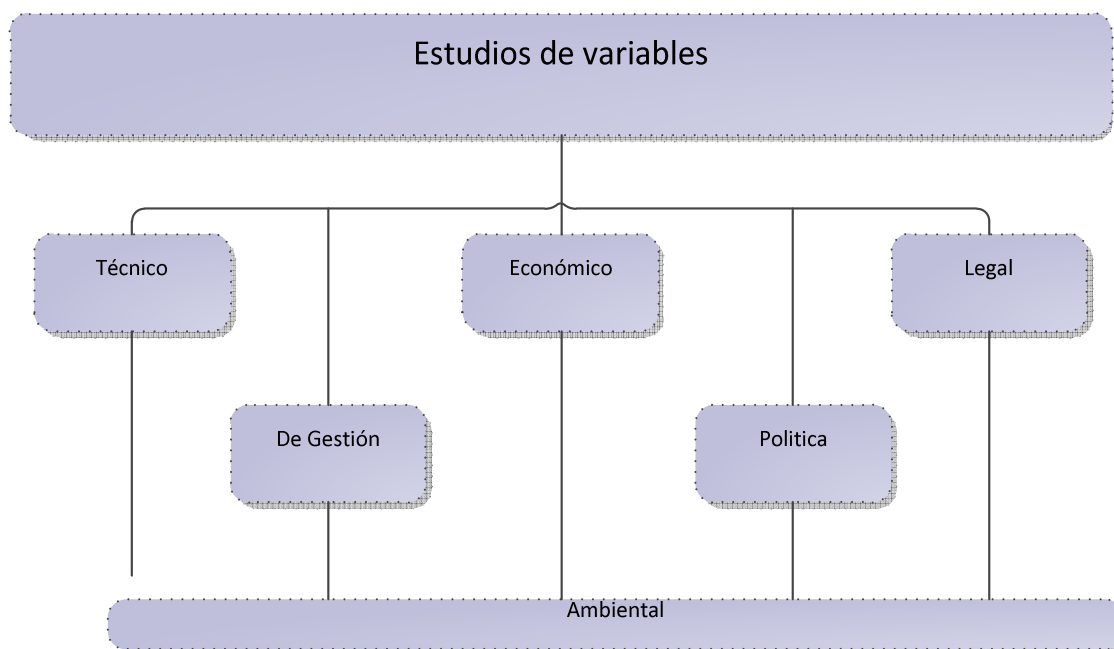
Dentro de estos proyectos de inversión existen fases como el pre inversión, la cual conlleva a cabo el proceso de formulación y evaluación del proyecto, paso necesario para

determinar la posibilidad de darle solución un problema específico, o por darle forma a esa idea que puede representar una oportunidad de negocios.

Es importante tener claro, que antes de la pre-inversión, deben existir otros procesos como la identificación. Desde el punto de vista privado, a esta etapa se le conoce como la etapa de generación de ideas que luego darán origen a una propuesta concreta de para aprovechar una determinada oportunidad de inversión. Sin embargo, hay situaciones dentro de las empresas en operación en que se hace necesario llevar a cabo un estudio previo al surgimiento de la iniciativa del proyecto, que permitirá definir con claridad si esa propuesta realmente le permitirá a la empresa alcanzar el objetivo que desea lograr, ya sea para la solución de un problema específico, o para alcanzar mayores crecimientos o expansión (Fernández, 2007, p. 19-20).

### 1. Estudios que Integran la Pre-inversión

En lo que respecta a los estudios de pre-inversión autores como Sapag (2007, p. 21) recomiendan que para la aprobación de cualquier proyecto, es preciso estudiar un mínimo de tres viabilidades que acondicionarán el éxito o fracaso de una inversión, la viabilidad técnica la legal y la económica. (Ver Figura 1)



**Figura 1** Estudios de variables

Fuente: Sapag, 2007

a) El estudio del mercado

El estudio de mercado en cualquier tipo de proyecto, constituye una fuente de información de primera importancia tanto para estimar la demanda como para proyectar los costos y definir precios (Sapag, 2007, p. 55).

Para una correcta formulación y preparación del proyecto, más que uno, deben considerarse cuatro estudios de mercado: el del proveedor, el del competidor el del distribuidor y el del consumidor. Cada uno de ellos proporciona una gran cantidad de información útil para evaluar el proyecto, a la vez que su omisión puede inducir a graves errores en la decisión de su aprobación o rechazo

Fernández (2007, p. 32) también recomienda que en este apartado se describen los productos o servicios que genera el proyecto, a que mercado va dirigido, donde se ubica geográficamente este mercado, cual es la oferta y la demanda existente de productos y de materias primas. Los aspectos más relávenles son:

- Producto
- Mercado
- Oferta y demanda del mercado.
- Materia prima.
- Precio del producto.

b) Estudio Técnico.

El estudio técnico es otro de los componentes claves dentro de los Estudios de Pre-inversión, el cual define y justifica el proceso de producción y la tecnología a emplear para obtener el producto; además se define el tamaño del proyecto y los costos relacionados con la producción la operación y el monto de las inversiones a realizar para que el proyecto inicie su operación (Fernández, 2007, p. 32).

En este estudio se busca determinar las características de la composición óptima de los recursos que harán que la producción de un bien o servicio se logre eficaz y eficiente.

El resultado de este estudio puede tener mayor incidencia que cualquier otro, en la magnitud de los valores que se incluirán para la evaluación, por tal motivo cualquier error que se cometa podrá tener grandes consecuencias, sobre la medición de la viabilidad económica.

Según Sapag (2007, p. 97-107) el estudio técnico debe contemplar al menos los siguientes aspectos:

- **Localización:** que define la macro-localización del proyecto en función de la ubicación del mercado meta, la materia prima la mano de obra disponible, así como la infraestructura disponible.
- **Tamaño del proyecto o de la planta,** el cual está definido por la cantidad a producir en función de la fracción del mercado que se desea satisfacer. La definición del tamaño del proyecto se inicia con la elaboración de un diagrama del flujo del proceso, que muestre las diferentes etapas de producción cantidades de insumos y de producto terminado.
- **Inversiones:** se deben describir y especificar en detalle las construcciones o remodelaciones necesarias para la puesta en marcha del proceso de producción. Se deben incluir las obras de infraestructura que sean necesarias para la operación del proyecto. Además se deben describir y especificar las cantidades y tipos de maquinaria, equipo y mobiliario, así como su vida útil y tablas de depreciación.
- Se deben estimar los requerimientos y costos de materia prima para un determinado nivel de producción, cantidades de inventarios, producto en proceso y terminado.
- Se deben especificar los requerimientos de mano de obra tanto a nivel operacional, como administrativo y gerencial, gastos de transporte de suministros e insumos, etc.
- Cálculo de los costos, inversiones y beneficios derivados de los aspectos técnicos o de la ingeniería de proyecto.
- **Balance de equipo:** primera inversión que se debe calcular incluye a todos los activos físicos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento operativo, administrativo y comercial del proyecto. En esta etapa no interesa definir si

convendrá obtenerlos mediante una compra, un “leasing” o un arriendo normal, ya que, su objetivo es recolectar información.

- Balance de obras físicas, en donde por conocida la cantidad de equipos y su distribución física más adecuadas se pueden determinar los requerimientos de espacios para su instalación, así como los de los lugares para bodegaje, salas de descanso o alimentación para el personal vías de tránsito, salas de espera, baños, estacionamiento casetas de vigilancia etcétera.
- Balance de personal, en donde se determine la forma más eficiente de calcular el costo del recurso humano es desagregando al máximo las funciones y tareas que se deben realizar en la operación del proyecto con el objeto de definir el perfil de quienes deben ocupar cada uno de los cargos identificados y calcular la cuantía de las remuneraciones asociadas con cada puesto de trabajo. El balance de personal también incorpora o las estructuras de remuneraciones fijas, incluyendo gratificaciones, leyes sociales, bonos de alimentación movilización y costos de turnos especiales.
- Balance de insumos, en donde la estimación de los costos de los insumos que se utilizan en el proceso de producción, embalaje, distribución y venta, tiene la dificultad de depender de la configuración de los tipos y de la cantidad de productos que se pronostique de elaborar.
- Es fundamental para determinar el monto de las inversiones y el nivel de operación que a su vez, permitirá cuantificar los costos de funcionamiento y los ingresos proyectados. Varios elementos se conjugan para la definición del tamaño: la demanda esperada la disponibilidad de insumos la localización del proyecto, el valor de los equipos. El tamaño de un proyecto corresponde a su capacidad instalada y se expresa en números de unidades de producción por años.
- Para evaluar un proyecto, tanto la estimación de los costos de funcionamiento como de los beneficios se deben calcular sobre la base de esta última capacidad. Aunque la demanda actual y la proyectada es uno de los factores más importantes en la

definición del tamaño, existen otros factores como el proceso tecnológico el financiamiento y la estructura organizacional.

c) Estudio Legal y Ambiental

Según Fernández (2007, p. 136) por la viabilidad legal de un proyecto se determina la existencia o inexistencia de normas, que pudieran restringir la relación del negocio o condicionar su materialización al cumplimiento de algunos requisitos mínimos para poder implementarlo, entre algunos factores que pueden ocasionar gastos se encuentran:

- Patentes y permisos municipales.
- Elaboración de contratos laborales y comerciales.
- Estudios de posesión vigencia de títulos.
- Gastos asociados con la inscripción en registros públicos.
- Inscripción de marcas.
- Aranceles y permisos de importación.
- Indemnización de desahucios.
- Contratos con mutuales de seguridad de los trabajadores.
- Obligaciones en caso de accidente.
- Tratamiento fiscal de depreciaciones y amortizaciones.
- Impuestos a las ganancias.
- Regulaciones internacionales.
- Costos de Inversiones.

En los últimos tiempos, el Estudio de Impacto Ambiental se ha convertido también en un protagonista importante dentro del Estudio Legal, mismo que busca demostrar cuáles son los efectos para el ambiente que se derivan del desarrollo del proyecto, y las medidas de

mitigación que se tomarán. Este tipo de estudio está regulado por las secretarías técnicas ambientales y las entidades responsables de la salud pública (Sapag, 2007, p. 315).

b) Estudio Administrativo del Proyecto

El Estudio Administrativo del proyecto tiene que ver con la definición de la estructura organizativa que se hará responsable del proyecto tanto en la fase de ejecución como en la de operación.

Como parte de este estudio se definen las relaciones de dependencia entre las diferentes instancias o niveles de la organización (organigrama), así como las funciones y relaciones internas entre ellas, y externas al sector al que pertenece el proyecto (Fernández, 2007, p. 47).

c) Estudio Financiero

El Estudio Financiero determina por medio de indicadores financieros, la rentabilidad del proyecto, para lo cual es necesario estimar en detalle los ingresos, así como los costos de inversión inicial y los costos de operación del proyecto (Fernández, 2007, p. 45).

Según (Fernández, 2007, p. 113) la evaluación financiera tiene como propósito primordial generar un proceso que permita analizar los ingresos y egresos durante una vida determinada de los proyectos de inversión y cuyo objetivo es determinar su rentabilidad financiera.

Las características de la evaluación de proyectos de inversión son las siguientes.

- Incorporar el concepto de flujos de efectivo.
- Efecto a largo plazo.
- Representa procesos irreversibles muy costosos para la empresa.
- Las inversiones incorporan grados de incertidumbre en virtud de la estimación para el futuro (largo plazo).

- Se requiere una evaluación permanente entre lo planeado y el comportamiento real para medir las desviaciones.
- Se debe aplicar en forma coherente el principio de costo o partida relevante.

Esta información según Sapag (2007, p. 142) se debe resumir en una serie de cuadros y apartados de la siguiente manera.

- Inversión inicial.
- Costos de producción y de operación.
- Capital de trabajo.
- Costo de capital.
- Flujos de efectivo del proyecto.
- Rentabilidad del proyecto.
- Estudios de escenarios (Normal, Pesimista y Optimista).

Es Estudio Financiero, además debe exponer los procedimientos de cálculo de los diferentes tipos de costos e inversiones que deben ser considerados en los proyectos, para su correcta incorporación en la construcción de los distintos flujos de caja, que se deben elaborar para su evaluación.

Hay que tener claro que las inversiones de un proyecto se concentran en aquellas que se deben realizar antes del inicio de la operación, aunque es importante considerar las que se deben realizar durante la operación del proyecto, tanto por la necesidad de reemplazar activos como para enfrentar la ampliación proyectada al nivel de actividad.

Estas inversiones iniciales se refieren a las erogaciones o flujos negativos que ocurren al comienzo de la vida económica de un proyecto, y que representa desembolsos de efectivo para la adquisición (Fernández, 2007, p. 114).



Las inversiones de reemplazo también deben incluirse, eso sí, en función de la vida útil de cada activo, la que se puede calcular de acuerdo a criterios contables, técnicos, comerciales y económicos (Sapag, 2007, p. 142).

Un componente importante dentro de Estudio Financiero, es el capital de trabajo, lo que corresponde al capital que la empresa requiere al inicio de las operaciones, pero, luego conforme la actividad de ventas se inicia y se recuperan las ventas del crédito, se vuelve a contar con estos fondos. De ahí se parte del supuesto que año con año se deja dentro de la operación de la empresa para atender las necesidades del siguiente período (Fernández, 2007, p. 114). Autores como Sapag (2007, p. 144-145) recomienda tres modelos para calcularlo: el contable, el del periodo de desfase y el del déficit acumulado máximo:

- EL modelo contable que proyecta los niveles promedios de activos corrientes o circulantes (recursos mantenidos en caja, cuentas por cobrar a clientes e inventarios) y de pasivos corrientes o circulantes (créditos bancarios de corto plazo, deuda con proveedores y otras cuentas por pagar de corto plazo) y calcula la inversión en capital de trabajo como la diferencia entre ambos.

Las dificultades para estimar una proyección confiable de cada variable hace recomendable utilizar este método, únicamente cuando una empresa en marcha se encuentra que el capital de trabajo contable observado históricamente esté correlacionado con alguna variable mensurable y conocida para el nuevo proyecto. Es por ello que solo se utiliza principalmente a nivel del perfil o de pre-factibilidad cuando se puede determinar el estándar antes señalado.

- El método del periodo de desfase. Calcula la inversión en capital de trabajo como la cantidad de recursos necesarios para financiar los costos de operación desde que se inician los desembolsos hasta que se recuperan. Para ello toma el costo promedio diario y lo multiplica por el número de días estimados de desfase:

$$ICT_0 = Ca_{1*n} / 365$$

En donde:

- $ICT_0$ =monto de la inversión en capital de trabajo inicial.

- $Ca_1$ =Costo anual proyectado para el primer año de operación.
- $n$ =Número de días de desfase entre la ocurrencia de los egresos y la generación de los ingresos.

Los costos relevantes son también un componente importante del Estudio Financiero, y para su determinación se debe calcular el costo relevante involucrado en la producción, de la siguiente forma:

- Materiales directos, son los insumos directamente empleados directamente en la producción.
- Mano de obra directa. Averigua qué parte del costo de mano de obra se paga por un turno normal y cuál es el que se paga por turno extraordinario.
- Costos indirectos de fabricación. El 60 % se debe a una asignación de costo de costos que no varían con la producción extraordinaria.
- Costos contables no desembolsable. Los que se consideran relevantes para la evaluación de un proyecto, son los que tienen un efecto indirecto sobre el flujo de caja al afectar el monto a pagar de impuestos sobre las utilidades. Al respecto, los costos contables que se deben considerar son tres: la depreciación de los activos fijos, la amortización de los activos intangibles y el valor libro de los activos que se venden (Sapag, 2007, p. 161). Para depreciar los activos existen varios métodos, sin embargo, Fernández (2007, p. 124) llega a la conclusión de que el método de la suma de los dígitos SDA, genera mayores beneficios para la empresa que el método de la línea recta (LR). La justificación para esa afirmación es que el SDA deprecia más rápidamente los bienes, lo que hace que el beneficio del escudo fiscal en los primeros años genera un valor actual mayor.
- Costo de fallas y políticas de mantenimiento. Varias políticas se observan en las empresas acerca de cómo enfrentar el mantenimiento por reparación de equipo o maquinas, piezas y equipos destacándose las cuatro siguientes:

1. Mantenimiento correctivo. Basada a una reacción a la ocurrencia de la falla.

2. Mantenimiento preventivo, realizado a intervalos de tiempo predeterminados, para minimizar la ocurrencia de las fallas.
3. Mantenimiento de inspección. Condicionado al resultado de observaciones a intervalos de tiempos predeterminados que pueden dar origen a mantenimiento preventivo.
4. Mantenimiento de oportunidad. Se realizan tareas de mantenimiento a elementos complementarios a uno averiado, durante la realización de una acción.

Dentro de los costos de mantenimiento, se debe considerar la tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento, en donde a medida que el tiempo transcurre y los equipos son más antiguos y tienen mayor cantidad de horas de uso acumuladas, estos empiezan a requerir cada vez más repuestos, más horas hombre destinadas a su reparación y más insumos para efectuar el mantenimiento. Para una correcta evaluación de las opciones en estudio se deberá elaborar sobre la base de registros históricos de gastos en mantenimiento por tipo de activo una tasa de crecimiento en este costo, la cual puede crecer, a su vez a tasas marginales que aumentan a lo largo del tiempo (Sapag, 2007, p. 174).

Un componente clave dentro del Estudio Financiero es el cálculo de beneficios del proyecto, en donde se pueden identificar dos tipos de beneficios que, por la información que proveen para la toma de decisiones, deben ser considerados en la evaluación de una inversión e incorporados en la construcción de los flujos de caja de los proyectos: aquellos que constituyen ingresos y aquellos que no son movimiento de caja (Sapag, 2007, p. 185).

Existen proyectos en donde la posible ganancia financiera sea reflejada mediante la generación de ahorro de costos, por lo tanto, no modifican los operacionales de la empresa y por lo tanto, pueden ser evaluados por comparaciones de sus costos.

La inversión inicial se justificará, en consecuencia, por los ahorros de costos que ella permita a futuro, además del impacto sobre los beneficios netos de la venta activos y valores de desechos, se deberá incorporar el efecto tributario negativo que producirá cualquier mejora, que determine algún ahorro en sus costos, por cuanto al reducir los gastos sube la utilidad y el impuesto a pagar.

Se compara el egreso uniforme del alquiler durante el periodo de evaluación, contra un egreso inicial fuerte seguidos de menores desembolsos anuales durante ese período y un saldo final favorable equivalente al valor de desecho (Sapag, 2007, p. 194).

Una vez que se tiene claro los componentes de costos e ingresos, se puede iniciar la constitución de los flujos de caja, que básicamente para el efecto del análisis de inversión y la medición del flujo de beneficios, se hace necesario utilizar el concepto de los flujos de efectivo generados y no la de las utilidades contables resultantes. Se deben considerar los flujos relevantes atribuibles a la inversión llamados flujos incrementales (Fernández, 2007, p. 114)

Un factor de mucha relevancia en la elaboración de los flujos de efectivo, es la determinación del horizonte de evaluación o vida económica del proyecto, que es el horizonte de tiempo que se adopta para su evaluación, con frecuencia se considera que horizontes de 8 a 10 años son adecuados en los proyectos comerciales e industriales (Fernández, 2007, p. 114). En una situación ideal, debería ser igual a la vida útil real del proyecto, del activo o del sistema que origina el estudio (Sapag, 2007, p. 213).

Sin embargo, en la mayoría de las veces esto no es posible, debido a que el ciclo de vida puede ser tan largo que hace posible confiar en las proyecciones más allá de cierto plazo o porque la comparación de alternativas de vidas útiles muy distintas, hace conveniente optar por los criterios que se adecuen a cada situación.

La importancia del ciclo de vida de los proyectos se manifiesta también en que determinará el procedimiento en que se deberá seguir para su evaluación.

La estructura general del flujo de caja como tal, se compone de varias columnas que representan los momentos en que se generan los costos y beneficios de un proyecto. Cada momento refleja dos cosas: los movimientos de caja ocurridos en un período generalmente de un año, y los embolsos que deben estar asignados para que los eventos del período siguiente puedan ocurrir (Sapag, 2007, p. 214).

Si el proyecto se evaluara en un horizonte de diez años, se deberá construir un flujo de caja con once columnas, una para cada año de funcionamiento y otra para determinar todos los

desembolsos previos a la puesta en marcha. Esta última va antes de las demás, se conoce como momento cero e incluye lo que se denomina calendario de inversión.

El calendario de inversión corresponde a los presupuestos de todas las inversiones que se efectúan antes del inicio de la operación que se espera realizar con la implementación del proyecto.

Los ingresos y egresos afectados a impuestos incluyen todos aquellos movimientos de caja que por su naturaleza puedan alterar el estado de pérdidas y ganancias de la empresa, por lo tanto la cuantía de los impuestos sobre las utilidades que se podrán generar por la implementación del proyecto.

Los gastos no desembolsables también deben ser incluidos dentro del flujo de efectivo, y corresponden a gastos que sin ser salidas de caja son posibles de agregar a los costos de la empresa con fines contables, permitiendo reducir la utilidad sobre la cual se deberá calcular el monto de los impuestos a pagar.

Dentro de los flujos de caja, se debe representar el valor de rescate, residual o valor de venta de los activos productivos depreciables y no depreciables al final de su vida útil. Se incluye la recuperación del capital de trabajo (Fernández, 2007, p. 114).

En el momento que se han logrado confeccionar los flujos de efectivo, se puede continuar con el cálculo y análisis de la viabilidad económica. Este cálculo realiza una medición de la rentabilidad económica de un proyecto, lo cual no es fácil por las enormes dificultades que existen para pronosticar el comportamiento de todas las variables que condiciona su resultado. Por ello, lo común es explicar que lo que se evalúa es quizás el más probable, de los escenarios que podrían enfrentar un proyecto. El cálculo de la rentabilidad de cada uno de los escenarios es una de las tareas más simples, fáciles y certeras del trabajo del evaluador. La determinación de la rentabilidad propiamente tal es un proceso mecánico, que conduce siempre a un único resultado (Sapag, 2007, p. 245).

Es por eso que se disponen de criterios de evaluación, que compara mediante distintos instrumentos si el flujo de caja proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión. Los métodos más comunes corresponden a los

denominados valor actual neto, conocido como VAN, la tasa interna de retorno, el TIR del periodo de la recuperación y la relación beneficio costo (Sapag, 2007, p. 253).

Para el cálculo del VAN y el TIR, se requiere previamente la determinación de la tasa de costo de capital, la cual según Fernández (2007, p. 117), debe ser igual a la rentabilidad esperada de un activo financiero de riesgo contable, ya que, los accionistas de la empresa estarán dispuestos a invertir, si su rentabilidad esperada es más alta, en igualdad de condiciones de riesgo, que la que obtendría invirtiendo en activos financieros

Dentro de los métodos de evaluación económica, el valor actual neto es quizás el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ellos calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación (Sapag, 2007, p. 253).

Aunque estas variaciones permiten a la empresa no solo medir el impacto que podría ocasionar en sus resultados, sino también reaccionar adecuadamente.

La decisión sobre aceptar o rechazar un proyecto, debe basarse más en la comprensión del origen de la rentabilidad de la inversión y del impacto de la no ocurrencia de algún parámetro, considerado en el cálculo del resultado que en el VAN positivo o negativo (Sapag, 2007, p. 287).

El principal problema de los modelos de riesgo para enfrentar esta situación, radica en que básicamente consideran información histórica. Los métodos que incorporan el riesgo no son malos, sino insuficientes para agregarlos por sí solos a una evaluación.

Para realizar un análisis financiero lo más apegado posible a la realidad, es crucial no conformarse con los resultados obtenidos de primera mano a partir de los indicadores económicos. Es por ello que se debe realizar un análisis de sensibilidad y de riesgo, mismo que trata de introducir variaciones a los factores relevantes como, por ejemplo costo de capital ( $k$ ) flujos netos (ingresos costos, vida útil inflación, etc.). Con el propósito de medir sus efectos en el VAN y TIR estas variaciones van a estar relacionadas con el estado de la economía y las condiciones particulares del sector al que pertenece el proyecto (Fernández, 2007, p. 197).

El método más tradicional y común según Sapag (2007, p. 311) se conoce como el modelo de la sensibilidad de HERTZ, o análisis multidimensional, el cual analiza que pasa con el VAN cuando se modifica el valor de una o más variables que se considera susceptibles.

Una simplificación de este modelo plantea que se debe sensibilizar el proyecto a solo dos escenarios: uno optimista y otro pesimista.

Un modelo opcional denominado análisis unidimensional, plantea que en vez de analizar qué pasa con el VAN, cuando se modifica una o más variables, se determina la variación máxima que puede resistir el valor de una variable relevante (Sapag, 2007, p. 298).

### **C. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

Una vez definido el concepto, ciclo de vida y las fases de un proyecto, además de proyectos de inversión se debe dar paso a responder la pregunta ¿qué es administración de proyectos? La cual no es ni más ni menos que la aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de un proyecto, con el fin de satisfacer, cumplir y superar las necesidades y expectativas de los involucrados (Chamoun, 2002, p. 39).

La administración de proyectos como tal proporciona herramientas y procedimientos, que pueden y deben ser aplicadas a las fases del ciclo de vida del proyecto, teniendo como punto de partida con el proceso formal de iniciación del proyecto.

En la actualidad existen a nivel mundial diversos marcos de referencia para administrar proyectos exitosos. Dentro de esos marcos de referencia se encuentra el que brinda el PMI, mismo que establece unidades mínimas de proceso llamadas áreas del conocimiento, que resulta ser una área identificada de la administración de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos, y que se describe en términos de sus procesos, prácticas, datos iniciales, resultados, herramientas y técnicas (Rivera & Hernández, 2010, p. 5).

El método del P. M. I (2008) considera las siguientes nuevas áreas de conocimiento).

1. Administración de la integración del proyecto
2. Administración del alcance.
3. Administración del tiempo del proyecto.
4. Administración del su costo.

5. Administración de la calidad del proyecto.
6. Administración de los recursos humanos.
7. Administración de las comunicaciones del proyecto.
8. Administración de los riesgos del proyecto.
9. Administración de las adquisiciones para el proyecto. (Rivera & Hernández, 2010, p. 5).

#### **D. PLAN DE PROYECTO**

Como se mencionó anteriormente, los proyectos en términos generales poseen fases que a su vez constituyen el ciclo de vida de un proyecto. Dentro de esas fases se encuentra la planeación, la cual es el proceso de determinar los requerimientos para la ejecución, seguimiento, monitoreo y control de los proyectos para su conclusión exitosa (Mallikarjunaiah, 2007).

##### ***1. ¿Qué es el proceso de planificación de un proyecto?***

La planificación de un proyecto resulta ser la guía de la ejecución y el control del proyecto. Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto es el proceso que consiste en documentar las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios. El plan para la dirección del proyecto se convierte en la fuente primaria de información para determinar la manera en que se planificará, ejecutará, monitoreará y controlará, y cerrará el proyecto (Project Management Institute, 2008, p.48).

El plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto desarrollados como salidas del grupo del proceso de planificación, explorarán todos los aspectos del alcance, tiempo, costos, calidad, comunicación, riesgos y adquisiciones (Project Management Institute, 2008, p. 48).

##### ***2. ¿Para qué sirve el Plan de Proyecto?***

Como lo menciona Peters (2002) el planeamiento es realmente importante para el éxito de los proyectos. Tan solo haciendo la estructura desglosada de trabajo, lo único que se logra es rasgar la superficie del planeamiento de proyectos.



Con un riguroso planeamiento, el plan mejora dramáticamente la calidad. Alta calidad resulta en producción más rápida. El esfuerzo no es pérdida de trabajo, que contribuye a resultar ser menos productivo. Los involucrados son felices porque el equipo de trabajo del proyecto está atento a cada relación y compromiso que exceda sus expectativas.

La planificación del proyecto también establece el estándar o punto de referencia contra el cual evaluar el apego al cumplimiento; en otras palabras, el éxito del proyecto. También facilita la comunicación entre los involucrados y documenta los criterios de las nueve áreas y su aprobación (Chamoun, 2002, p. 71).

Está claro que cada minuto invertido en planeamiento, se convierte en una hora ahorrada en la ejecución (Martin & Tate, 1999).

### ***3. ¿Como saber si ya se concluyó el planeamiento?***

Para estar lo suficientemente seguro ante la pregunta ¿cómo saber si ya se concluyó el planeamiento?, Martin & Tate (1999) sugieren una metodología basada en el auto cuestionamiento, mediante el siguiente cuestionario, de tal forma el planeador de una forma práctica guiarse en este proceso tan crucial:

- ¿Se tiene una clara dirección del proyecto? ¿Es importante conocer qué espera el patrocinador del proyecto? Respuesta: Completar el charter.
- ¿El cliente o el patrocinador necesita conocer qué se producirá con el proyecto? ¿El equipo de trabajo necesita conocer qué se producirá como entregable final del proyecto? Respuesta: Escribir una descripción del alcance.
- ¿Se necesita estar seguro de la calidad del entregable final? ¿Se requiere segregar el entregable final en porciones más manejables? Respuesta: Definir entregables intermedios.
- ¿Se requiere estar seguro si cada uno de los involucrados conoce su responsabilidad o no en el proyecto? ¿Se quiere evitar algún mal entendido acerca de donde el proyecto inicia o donde termina? Respuesta: Definir los límites del alcance.

- ¿Se necesita una estructura del proyecto? ¿Se necesita estar seguro de cada parte del trabajo del proyecto que ha sido asignado a cada quien? Respuesta: Hacer un estructura desglosada de trabajo en forma de sub-proyecto.
- ¿Se quiere prevenir potenciales problemas? Respuesta: hacer una evaluación de riesgos.
- ¿Necesitará alguien dentro o fuera del equipo de trabajo del proyecto revisar o aprobar algún entregable intermedio antes del entregable final? Respuesta: Hacer una lista de revisiones y aprobaciones requeridas.
- ¿Se requiere emitir reportes del estado del proyecto, para mantener el patrocinador, cliente u otros involucrados informados sobre el progreso del proyecto? Respuestas: Hacer una lista de los reportes de “status” requeridos.
- ¿Se requiere asegurar que se dispone del mejor personal en el equipo de trabajo? ¿Se requiere asegurar que todos los intereses involucrados están representados en el proyecto? Respuesta: Revisar la composición del equipo de trabajo.
- ¿Se requiere comunicar la totalidad del cronograma del proyecto? Respuesta: hacer un cronograma de hitos.
- ¿Se requerirá dar seguimiento del progreso del entregable final? ¿Cómo se quiere asegurar que las necesidades de los clientes se conocerán? Respuestas: Crear un calendario de entregables.
- ¿Se tiene personal relativamente inexperto haciendo el trabajo del proyecto? ¿Es el proyecto similar al alguno desarrollado con anterioridad? Respuesta: Crear un cronograma de actividades.
- ¿Existe la necesidad de estimar cuánto esfuerzo del personal es requerido para completar el proyecto? Respuesta: Hacer un estimado de esfuerzos del personal.
- ¿Se requiere dar seguimiento al esfuerzo del personal durante la fase de ejecución del proyecto? Respuesta: Hacer una proyección de esfuerzo del personal.

- ¿Hay una necesidad de estimar cuánto dinero se gastará en el proyecto? Respuesta: Hacer estimado de gastos.
- ¿Se requiere dar seguimiento a los gastos durante la ejecución del proyecto? Respuesta: Hacer una proyección de gastos.

#### ***4. Planeamiento según Áreas del Conocimiento***

Como ya se comentó anteriormente, el PMI basa su marco de referencia en nueve áreas del conocimiento, mismas que deben ser gestionadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Es por ello, que el planeamiento del proyecto propuesto para este estudio debe contemplar el desarrollo de esas nueve áreas del conocimiento. Este desarrollo está basado insumos, herramientas y sobre todo entregables.

##### ***a) ¿Qué incluye el Plan de Proyecto?***

De acuerdo a lo planteado por Martin & Tate (1999), Chamoun (2002) y el Project Management Institute (2008) se puede inferir que para cada una de las áreas del conocimiento dentro del proceso de planeamiento se debe incluir como mínimo los entregables:

1. Alcance:
  - Charter.
  - Declaración del alcance.
  - WBS (Work Breakdown Structure).
2. Recursos Humanos:
  - Diagrama organizacional del proyecto.
  - Matriz de roles y funciones.
3. Comunicación
  - Matriz de comunicación.

- Calendario de eventos.
  - Estatus semanal.
  - Reporte mensual.
4. Tiempo:
- Programa de proyecto-ruta crítica.
5. Costo:
- Estimado de costos.
  - Presupuesto base.
  - Programa de erogaciones.
6. Calidad:
- Lista de verificación-diagrama.
  - Diagrama de Causa/Efecto.
  - Análisis de precedentes (benchmarking).
7. Riesgo:
- Mapa de riesgos.
  - Matriz de administración de riesgos.
8. Abastecimientos:
- Matriz de abastecimientos.
9. Integración:
- Control de cambios.

- Lecciones aprendidas

b) Administración del Alcance

La administración del alcance es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto, y se elabora a partir de los entregables, los supuestos y las restricciones que se documentan durante el inicio del proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 112)

Tiene por objetivo primordial el asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para terminar el proyecto e incluye dos herramientas para la planeación del alcance: declaración del alcance y WBS (Chamoun, 2002, p. 74), tal y como muestra en tabla 1.

- Crear la EDT

El proceso de crear la EDT consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de dirigir.

La estructura de desglose de trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo que debe ejecutar el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos, con cada nivel descendente de la EDT representando una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 48, 116).

- Desarrollar al acta de constitución del proyecto

Es el proceso que consiste en desarrollar un documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase y documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados. Establece una relación de cooperación entre la organización ejecutante y la organización solicitante (Project Management Institute, 2008, p. 73).

**Tabla 1** Resumen componentes Administración del Alcance

	<b>Declaración del Alcance</b>	<b>WBS</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	Asegura que tanto el Cliente como el Patrocinador y el equipo del proyecto confirmen cómo serán los entregables finales del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y define el alcance total del proyecto mediante una estructura orientada a entregables, que incluye a todos los elementos del proyecto.</li> <li>• El trabajo ajeno al WBS está fuera del alcance del proyecto, y por lo tanto no será realizado.</li> </ul>
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción de los entregables finales y sub-entregables con el criterio SMART.</li> <li>• Criterios de aceptación para entregables finales y sub-entregables.</li> <li>• Fases del proyecto cuando así convenga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fases del Proyecto y Administración Profesional de Proyectos.</li> <li>• Entregables, sub-entregables, sub-sub entregables, etc., donde cada nivel inferior de la estructura representa una descripción detallada de los elementos del proyecto.</li> </ul>
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir en dos o tres párrafos cada uno de los entregables finales.</li> <li>• Determinar los criterios de aceptación de cada entregable final.</li> <li>• Definir las fases del proyecto cuando así sea conveniente.</li> <li>• Utilizando la técnica de Mapa Mental, obtener sub-entregables de cada fase del proyecto o directamente desglosar cada entregable final en 3-6 sub-entregables.</li> <li>• Describir cada sub-entregable.</li> <li>• Determinar los criterios de aceptación para cada uno de los sub-entregables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un mapa mental, partiendo de la declaración del alcance, desglosando el proyecto en entregables y sub-entregables.</li> <li>• Decidir el formato para utilizar; pasar el mapa mental a formato tabular o gráfico.</li> <li>• Identificar entregables adicionales al nivel superior necesarios para completar el Alcance del proyecto.</li> <li>• Analizar cada entregable de Nivel 1, para determinar su elemento del nivel superior próximo y así sucesivamente.</li> <li>• Continuar el desglose con suficiente detalle de manera que permita estimar, monitorear y controlar efectivamente.</li> <li>• Validar el WBS y obtener su aprobación.</li> </ul>
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Establecer durante el desarrollo del Plan y actualizarla a lo largo del proyecto, en caso de que cambie el alcance.	Establecerla durante el desarrollo del plan y actualizarla a lo largo del proyecto en caso de que cambie el Alcance.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

### c) Administración de los Recursos Humanos

Como lo menciona el Project Management Institute (2008, p. 215) la administración de los recursos humanos incluye los proceso que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto, e incluye como entregable más importante el plan de recursos humanos.

- Desarrollar el Plan de Recursos Humanos

El desarrollo del plan de recursos humanos es el proceso por el cual se identifican y documentan los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, y se crea el plan de recursos humanos (Project Management Institute, 2008, p. 218).

La planificación de los recursos humanos se utiliza para determinar e identificar aquellos recursos, que posean las habilidades requeridas para el éxito del proyecto, éste además documenta los roles y responsabilidades dentro del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan para la dirección de personal, incluyendo el cronograma para la adquisición y posterior liberación del personal. También, puede incluir la identificación de necesidades de capacitación, las estrategias para fomentar el espíritu de equipo, los planes de reconocimiento y los programas de recompensas, las consideraciones en torno al cumplimiento, los asuntos relacionados con la seguridad y el impacto del plan para la dirección de personal a nivel de la organización (Project Management Institute, 2008, p. 218).

El desarrollo del plan de recursos humanos tiene por objetivo más importante, el lograr el mejor desempeño de las personas participantes en el proyecto.

Incluye dos herramientas para la planeación de los recursos humanos: diagrama organizacional del proyecto y matriz de roles y funciones, tal y como se detalla en la tabla 2.

**Tabla 2** Resumen componentes Administración de los Recursos Humanos

	<b>Diagrama Organizacional del Proyecto</b>	<b>Matriz de Roles y Funciones</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	Es una representación gráfica que utilizamos para definir la línea de autoridad, la dependencia organizacional y la toma de decisiones.	Herramienta basada en el WBS, que integra a los involucrados en el proyecto y asegura la distribución adecuada de roles (quién hace qué) y funciones (quién decide qué).
<b>¿Qué incluye?</b>	Personas, compañías y dependencias organizacionales. Deben considerarse todas las organizaciones involucradas, tanto interna como externas, directivos y ejecutores.	Incluye todo el trabajo expuesto en el WBS y las personas clave, sus roles y funciones.
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	Elaborar un organigrama indicando el orden jerárquico de las organizaciones involucradas y personas a cargo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar una matriz, donde en la columna izquierda se incluyan todos los entregables del WBS y en el reglón superior los nombres de los involucrados.</li> <li>• En cada una de las celdas incorporamos el rol o la responsabilidad.</li> </ul>
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Prepararla durante el desarrollo del Plan y autorizarla a lo largo del proyecto.	Se diseña durante el desarrollo del Plan y actualizarla a lo largo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

#### d) Administración de la Comunicación

El Project Management Institute (2008, p. 243) define la administración de las comunicaciones incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados

- Planificar las comunicaciones

El proceso de planificar las comunicaciones consiste en determinar las necesidades de información de los interesados en el proyecto y para definir cómo abordar las comunicaciones (Project Management Institute, 2008, p.243). Además se emplea para identificar las necesidades de información de los interesados y determinar una forma adecuada de satisfacer dichas necesidades constituyen factores importantes para el éxito del proyecto (Project Management Institute, 2008, p.243)


Dentro de sus objetivos se encuentra lograr una comunicación efectiva entre los involucrados y asegurar la oportuna y apropiada generación, recolección, distribución, archivo y disposición final de la información del proyecto (Chamoun, 2002, p. 98).



Como se muestra en la tabla 3, la Administración de las Comunicaciones incluye además cuatro herramientas para la planeación de la comunicación: matriz de comunicación, calendario de eventos, estatus semanal y reporte mensual (Chamoun, 2002, p. 100).

**Tabla 3** Resumen componentes Administración de las Comunicaciones

	<b>Matriz de Comunicación</b>	<b>Estatus Semanal</b>	<b>Reporte Mensual</b>	<b>Calendario de Eventos</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	La utilizamos para mantener informados a los involucrados y asegurar una comunicación efectiva. Facilita la toma oportuna de decisiones y la tranquilidad de los involucrados clave.	Permite confirmar prioridades semanalmente, presentando un indicador de tiempo, costo, riesgo, abastecimiento, cambios y avances generales.	Informa mensualmente a los involucrados claves y al Cliente sobre el desempeño del proyecto y presenta recomendaciones sobre tendencias, áreas de oportunidad y prioridades.	Permite una visión gráfica completa de los eventos más importantes a lo largo del calendario del proyecto, facilitando la integración de sus objetivos
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de reportes de avance y contenidos.</li> <li>• Documentos de planeación relevante y contenidos.</li> <li>• Lista de distribución.</li> <li>• Periodicidad de distribución.</li> <li>• Medio de la distribución de la información.</li> <li>• Responsable de emitir el reporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioridades de la semana y plan de acción:</li> <li>• ¿Qué debe hacerse la próxima semana?</li> <li>• Amenazas.</li> <li>• Áreas de oportunidad.</li> <li>• WBS resumido, con fechas de inicio, avances y terminación.</li> <li>• Lo programado contra lo real y sus diferencias.</li> <li>• Lo programado contra lo real y sus diferencias.</li> <li>• Curva “S” de Valor Ganado.</li> <li>• Fechas clave.</li> <li>• Lecciones aprendidas.</li> <li>• Cambios relevantes de la última semana que incluyen el importe acumulado de costos por cambios de fecha.</li> <li>• Control presupuestal.</li> <li>• Estatus de abastecimientos clave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué ha pasado?: logros, desviaciones.</li> <li>• Recomendaciones: acción correctiva, áreas de oportunidad, riesgos, tendencias, prioridades.</li> <li>• Estatus de Definición del Alcance.</li> <li>• Estatus del tiempo.</li> <li>• Estatus del Presupuesto.</li> <li>• Estatus del Presupuesto.</li> <li>• Estatus de Calidad.</li> <li>• Estatus de Riesgos.</li> <li>• Estatutos de Abastecimientos.</li> <li>• Documentación fotográfica, si aplica.</li> </ul>	Fechas de los eventos repetitivos relevantes del proyecto como: reuniones, pagos, trámite de facturas, fecha de entregables parciales y final, hitos y eventos clave, entregas de reportes mensuales.
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en la primera columna de la izquierda, a los involucrados relevantes por empresa o</li> </ul>	Diseñar un formato para su proyecto que considere la información anterior, o la más relevante en su	Diseñar un formato para su proyecto que incluye la información anterior, o la más relevante, en su caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalar cada evento relevante en un calendario como todo proyecto. Utilizamos</li> </ul>

	departamento y en la segunda columna, su rol. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir en cada celda de los renglones superiores, el tipo de reporte o documento y su superioridad.</li> <li>• Indicar en cada celda con símbolos el medio a utilizar: @= email o  = impreso, y (*) para señalar quién genera información.</li> </ul>	caso.		simbología gráfica.
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Se diseña durante la planeación y se actualiza a lo largo del proyecto.	Se establece el formato y los contenidos generales durante el desarrollo del Plan y se genera y distribuye según la Matriz de Comunicación a lo largo del proyecto. Debe ajustarse de acuerdo a las necesidades del Cliente.	Diseñar el formato y contenidos generales durante el desarrollo del Plan y generar y distribuir según la Matriz de Comunicación a lo largo del proyecto, Ajustarla de acuerdo con las necesidades del Cliente.	Elaborarla durante la planeación y actualizarla a lo largo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

#### e) Administración del Tiempo

La administración del tiempo incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo (Project Management Institute, 2008, p. 129).

Tiene como entregable más importante el cronograma en donde se analiza el orden de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.

La incorporación de las actividades, duraciones y recursos a la herramienta de planificación genera un cronograma con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 152).

Entre los objetivos más importantes de la administración del tiempo se encuentra realizar los procesos requeridos para asegurar que el proyecto termine de acuerdo al programa ( Ver tabla 4).

Incluye el Programa del Proyecto, herramienta que se utiliza en la planeación del tiempo: Programa de Proyecto-Ruta Crítica (Chamoun, 2002, p. 106).

**Tabla 4** Resumen de componentes Administración del Tiempo

	<b>Programa del Proyecto</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta que desglosa los entregables del WBS en término de actividades, incluyendo la interrelación entre ellas y su secuencia a lo largo de la duración del proyecto. Permite establecer las fechas de inicio y terminación del proyecto, cada fase, de cada fase, de cada entregable y de cada actividad.</li> <li>• Permite identificar las actividades críticas, es decir, actividades que afectan directamente la fecha de terminación del proyecto.</li> </ul>
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WBS detallado en actividades. Cuando sea requerido, desarrollar el SBS (desglose estructurado del programa).</li> <li>• Duración de actividades.</li> <li>• Interrelación de actividades:</li> <li>• SS, indica que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto inicia la actividad.</li> <li>• FS, expresa que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto termine la actividad predecesora.</li> <li>• SS+80%, significa que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto la actividad predecesora logre un avance del 80%.</li> <li>• SS+1 día, indica que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto la actividad predecesora avance 1 día.</li> <li>• FF, indica que la actividad sucesora no podrá terminar hasta que la actividad predecesora termine.</li> <li>• Fechas de inicio y término.</li> </ul>
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<p>Considerando como base el mapa mental de entregables y el WBS, definir las actividades.</p> <p>Para cada actividad, identificar sus actividades predecesoras y sucesoras. Calcular la duración y establecer la fecha de inicio.</p> <p>Utilizar el programa computacional el MSProject, Primavera, Timeline, etc.</p>
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Establecerla durante el desarrollo del Plan y actualizarla conforme con los involucrados

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

#### f) Administración del Costo

La administración del costo incluye procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (Project Management Institute, 2008, p. 165).

Dentro del proceso de planificación de la administración del costo se encuentran dos procesos claves: estimación de los costos y determinación del presupuesto.

- Estimar los costos

La estimación de costos abarca el desarrollo una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 168).

Las estimaciones de costos son una predicción basada en la información disponible en un momento determinado (Project Management Institute, 2008, p. 174).

Para lograr un costo óptimo para el proyecto, debe tomarse en cuenta el equilibrio entre costos y riesgos, como hacer en lugar de comprar, comprar en lugar de alquilar, y el intercambio de recursos (Project Management Institute, 2008, p. 174).

- Determinar el presupuesto

La determinación del presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una idea base de costos autorizados (Project Management Institute, 2008, p. 174).

Los presupuestos del proyecto constituyen los fondos autorizados para ejecutar el proyecto. El desempeño de los costos del proyecto se medirá con respecto al presupuesto autorizado (Project Management Institute, 2008, p. 174).

El objetivo primordial de la planificación del costo es asegurar que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado (Chamoun, 2002, p. 118).

Se disponen de tres herramientas que se utilizan para la planeación del costo: Estimación de Costo, Presupuesto Base, Programa de Erogaciones como se aprecia en la tabla 5 (Chamoun, 2002, p. 118).

**Tabla 5** Resumen componentes Administración de los Costos

	<b>Estimación de Costos</b>	<b>Presupuesto Base</b>	<b>Programa de Erogaciones</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	La utilizamos para calcular el costo del proyecto, que servirá como soporte para desarrollar el Presupuesto Base.	Es una gráfica del presupuesto acumulado a lo largo del tiempo y sirve como base contra la cual comparar el desempeño del proyecto en tiempo y costo.	Proyecta el importe de recursos financieros requeridos para el proyecto a través del tiempo.
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WBS</li> <li>• Unidades</li> <li>• Cantidades</li> <li>• Precios unitarios.</li> <li>• Importes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimado de Costos autorizado que equivale al Presupuesto Base.</li> <li>• Programa del Proyecto.</li> </ul>	Presupuesto Base. Programa del Proyecto. Forma de pago para cada paquete de contratación.
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear una hoja de cálculo con las siguientes columnas: WBS, unidad, cantidad, precio unitario e importe.</li> <li>• Calcular el costo total e importe, sumando los montos de cada partida del WBS.</li> </ul>	Asignar a las partidas del WBS en el programa, un monto presupuestal siguiendo el más apropiado de los métodos que se presentan a continuación.	Establecer las fechas de pago para cada paquete de contratación de acuerdo con el programa. Sumar todos los importes de todos los paquetes, por periodos. Obtener el importe acumulado por periodo y graficar con una curva S de erogaciones a través del tiempo.
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Elaborarla durante el desarrollo del Plan y relación Alcance-Tiempo-Costo. Una vez autorizado convertimos el Estimado de Costos en el Presupuesto Base que tratamos como una de las herramientas siguientes.	Establecerla al elaborar el Plan del Proyecto y actualizarla según el Sistema de Control de Cambios.	Establecerla durante el desarrollo del Plan, cuando definamos los paquetes de contratación y actualizarla según vayamos contratando con base en el sistema de Control de Cambios en la selección.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

#### g) Administración de la Calidad

El proceso de administrar la calidad en los proyectos incluye procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin que el proyecto satisfaga las necesidades por los cuales fue emprendido (Project Management Institute, 2008, p. 189).

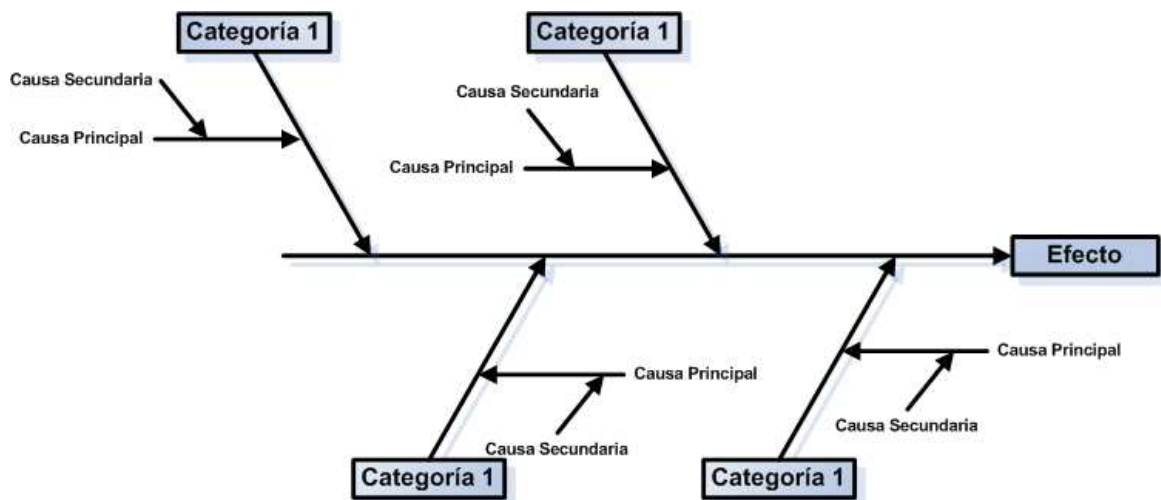
- Planificar la calidad

En lo que refiere a la planificación de la calidad, este se define como proceso por el cual se identifican los requisitos de calidad y normas para el proyecto y el producto, y se documenta la manera en que el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos (Project Management Institute, 2008, p. 192).

La planificación de la calidad debe realizarse en forma paralela a los demás procesos de planificación del proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 192).

Dentro de sus objetivos más importantes se encuentra el asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales inició, identificar los estándares de calidad relevantes al proyecto y determinar como satisfacer dichos estándares (Chamoun, 2002, p. 128).

La herramienta utilizada en la planeación de la calidad es el Diagrama Causa-Efecto(Ver figura 2)/Lista de Verificación (Ver tabla 6) (Chamoun, 2002, p. 132).



**Figura 2** Esquema Diagrama Causa Efecto

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6** Resumen componentes Administración de la Calidad

	<b>Diagrama Causa-Efecto/Lista de Verificación</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica todas las actividades necesarias para lograr satisfacer los requerimientos de calidad establecidos tanto en el Charter y la Declaración del Alcance, así como durante el desarrollo del diseño.</li> <li>• También la usamos para identificar las causas raíz de problemas de calidad y así tomar acción correctiva necesaria para la mejora continua. Enfoque más hacia las causas que hacia los síntomas.</li> <li>• La Lista de Verificación confirma efectivamente el desempeño de los factores incluidos en el Diagrama Causa-Efecto con fines preventivos.</li> </ul>
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregables con sus criterios de aceptación.</li> <li>• Factores indispensables para lograr dichos criterios.</li> </ul>
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo con el ejemplo que presentamos, establecer el efecto deseado en el extremo derecho, marcando una línea horizontal.</li> <li>• Derivar las causas principales para dicho efecto.</li> <li>• Integrar factores indispensables que influyen en cada una de las causas principales.</li> <li>• Una vez depurado, vaciar la información en formato de listado, donde incluimos el programa de revisión, estatus, fecha de revisión real, observaciones y firma.</li> </ul>
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Establecerla durante el desarrollo del Plan y utilizarla durante la ejecución del proyecto para asegurar la calidad.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

#### h) Administración del Riesgo

La gestión de los riesgos del proyecto incluyen los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su seguimiento y control en un proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 273).

- Planificar la gestión de riesgos

En lo que respecta a la planificación de los riesgos, este es un proceso por el cual se define cómo realizar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto (Project Management Institute, 2008, p. 275).

Una planificación cuidadosa y explícita mejora la probabilidad de éxito de los otros cinco procesos de gestión de riesgos (Project Management Institute, 2008, p. 276).

La planificación también es importante para proporcionar los recursos y el tiempo suficientes para las actividades de gestión de riesgos, y para establecer una base cordada para evaluar los riesgos. El proceso Planificar la Gestión de Riesgos debe iniciarse tan

pronto como se concibe el proyecto y debe completarse en las fases tempranas de planificación del mismo (Project Management Institute, 2008, p. 276).

Su objetivo más importante es el reducir la repercusión negativa de los riesgos en nuestro proyecto (Chamoun, 2002, p. 134). También, está el identificar las áreas de oportunidad por lograr y las amenazas por controlar. Establecer un Plan de Manejo de Riesgos con sus respectivos responsables (Chamoun, 2002, p. 134).

La esencia de la Administración de Riesgos está en proveer continuamente posibles problemas para llevar a cabo acciones a tiempo en vez de improvisar y buscar soluciones tardías (Chamoun, 2002, p. 137).

Se emplean dos herramientas que se utilizan para la planeación del riesgo: Mapa de Riesgos (Ver figura 3) y Matriz de Administración de Riesgos (Ver tabla 7) (Chamoun, 2002, p. 137).



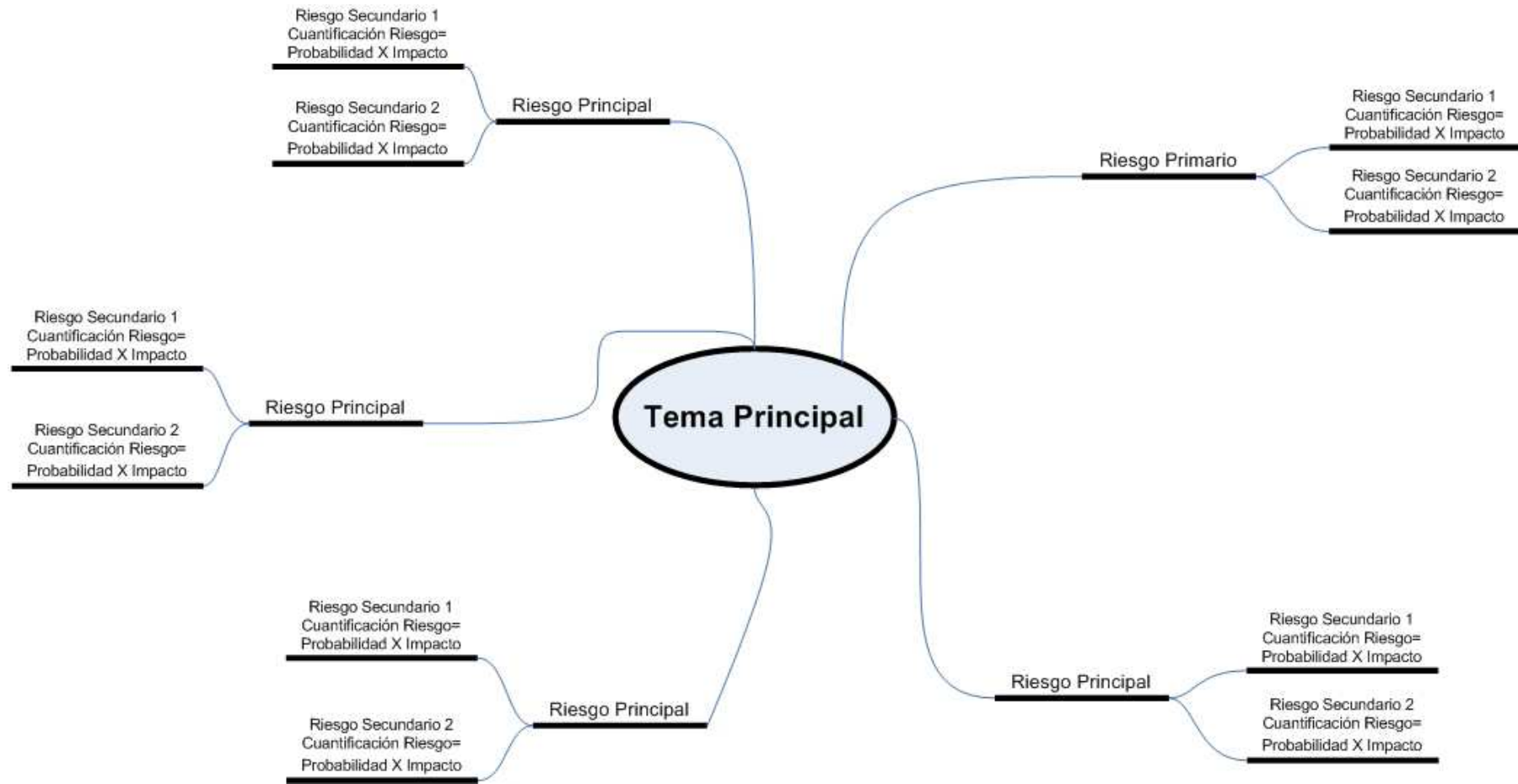


Figura 3 Esquema Mapa de Riesgos

Fuente: Elaboración Propia basado en Chamoun, 2002

**Tabla 7** Resumen de componentes Administración de los Riesgos

	<b>Mapa de Riesgos</b>	<b>Matriz de Administración de Riesgos</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	Para identificar y cuantificar riesgos, definiendo qué amenazas debemos controlar y qué oportunidades hay que aprovechar.	Para desarrollar respuestas y asignar responsables para el manejo de riesgos
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos identificados.</li> <li>• Oportunidades por aprovechar.</li> <li>• Cuantificaciones o evaluaciones de riesgos.</li> <li>• Definición de amenazas y oportunidades por aprovechar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amenazas y oportunidades seleccionadas.</li> <li>• Posibles respuestas.</li> <li>• Plan de acción.</li> <li>• Identificación del responsable de administrar el riesgo.</li> </ul>
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el apoyo de expertos, utilizar un Mapa Mental para identificar los riesgos y las oportunidades que se puedan presentar en el proyecto.</li> <li>• Asignar a cada riesgo un valor del 1 al 5 en función de la probabilidad de que suceda; donde 1 es poco probable y 5 es muy probable.</li> <li>• Igualmente, asignar a cada riesgo un valor del 1 al 5 en función del impacto que tendría en caso de presentarse, donde 1 es bajo impacto y 5 es alto impacto.</li> <li>• Multiplicar para cada riesgo identificando, su probabilidad por su impacto, y definir así las amenazas por controlar y las oportunidades por aprovechar.</li> <li>• Identificar los riesgos con mayor puntaje y en base a ellos elaborar la Matriz de Administración de Riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada riesgo seleccionado (del Mapa de Riesgos), escoger la(s) respuesta(s) de acuerdo con la tabla previa. Desarrollar alternativas de contingencia: plan A, plan B y posiblemente C.</li> <li>• Asignar responsables para cada uno de los riesgos.</li> </ul>
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Establecerla durante la elaboración del Plan y actualizarla periódicamente mientras dura el desarrollo del proyecto identificando y administrando nuevos riesgos.	Establecerla durante la elaboración del Plan y actualizarla mientras dure el desarrollo del proyecto, cuando las situaciones del riesgo común.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

i) Administración del Abastecimiento

El proceso de la gestión de adquisiciones del proyecto incluye procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto.

- Planificar las adquisiciones

La planificación de las adquisiciones, es el proceso que consiste en documentar las decisiones de compra para el proyecto, especificar el enfoque e identificar posibles vendedores.

Identifica qué necesidades del proyecto pueden satisfacerse de mejor manera, o deben satisfacerse, mediante la adquisición de productos, servicios o resultados fuera de la organización del proyecto, y qué necesidades del proyecto pueden ser resueltas por el equipo del proyecto.

Este proceso implica determinar si es preciso obtener apoyo externo y, si fuera el caso, qué adquirir, de qué manera, en qué cantidad y cuándo hacerlo (Project Management Institute, 2008, p. 317).

El proceso Planificar las Adquisiciones también incluye la consideración de posibles vendedores (Project Management Institute, 2008, p. 317).

El objetivo de la planificación de las adquisiciones es optimizar la adquisición de bienes y servicios externos a la organización a cargo del proyecto (Chamoun, 2002, p. 138).

La herramienta más utilizada es la Matriz de Abastecimientos (Ver tabla 8 y figura 4).

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Tipo de Contratación								Fecha Concurso	Fecha de Contratación
		Staff Interno	Alquiler Equipo	Consultoría Externa	Contrato Diseño	Contrato Construcción	Compra e Instalación Equipo	Compra de Materiales	Contratación Staff		

**Figura 4** Esquema Matriz de Abastecimientos

Fuente: Elaboración Propia, basado en Chamoun, 2002

**Tabla 8** Resumen de componentes Matriz de Abastecimiento

	<b>Matriz de Abastecimiento</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	Permite definir cómo será contratado cada paquete de trabajo asegurando que todo el WBS está cubierto. Esto también incluye trabajos a ejecutarse dentro de la organización del cliente.
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WBS</li> <li>• Paquete de contratación.</li> <li>• Tipo de contrato.</li> <li>• Relación contractual.</li> <li>• Criterio de selección.</li> <li>• Forma de pago.</li> <li>• Tipo de proveedor (interno/externo).</li> <li>• Importe del contrato.</li> <li>• Anticipo aproximado.</li> <li>• Fecha planeada del concurso.</li> <li>• Fecha planeada de contratación.</li> </ul>
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listar el WBS en la columna de la izquierda de la matriz.</li> <li>• Distribuir los paquetes de contratación en los encabezados de las columnas siguientes.</li> <li>• Marcar en las celdas qué trabajos incluiremos en cada paquete.</li> <li>• Determinar, para cada paquete, las modalidades de contratación: esquema de contratación, tipo de contrato, relación contractual, criterio de selección, tipo de proveedor, importe del contrato, anticipo aproximado, fecha planeada de concurso y fecha planeada de contratación.</li> </ul>
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Establecerla durante el desarrollo del Plan y actualizarla a lo largo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

#### j) Administración de Integración

La administración de la integración incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de las dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de la dirección de proyectos (Project Management Institute, 2008, p. 71).

A nivel planificación la integración tiene el objetivo de Asegurar que los diferentes elementos del proyecto sean propiamente coordinados (Chamoun, 2002, p. 147).

La integración comprende: el desarrollo del plan de proyecto, el sistema de control de cambios y las lecciones aprendidas (Ver tabla 9) (Chamoun, 2002, p. 149).

**Tabla 9** Resumen componentes Administración de la Integración

	<b>Sistema de Control de Cambios</b>	<b>Lecciones Aprendidas</b>
<b>¿Para qué sirve?</b>	Administrar los cambios acontecidos de tal forma que: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadan valor al proyecto.</li> <li>• Lograr la autorización tanto de los cambios como de sus efectos en tiempo, costo, calidad y alcance.</li> <li>• Actualizar todos los documentos correspondientes.</li> </ul>	Las Lecciones Aprendidas permiten al equipo aprender, tanto de sus logros como de sus errores, para buscar un mejor desempeño en la próxima experiencia.
<b>¿Qué incluye?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitud de cambio.</li> <li>• Justificación.</li> <li>• Evaluación del impacto.</li> <li>• Autorización.</li> <li>• Relación de cambios.</li> <li>• Actualización de documentos afectados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterio de búsqueda efectiva para futuras consultas áreas de las nueve, tipo de proyecto, fase, etc.</li> <li>• Situación.</li> <li>• Consecuencias.</li> <li>• Evaluación.</li> <li>• Con el conocimiento que tengo ahora, ¿qué haría diferente en esa situación?</li> <li>• ¿Cómo se resolvió?</li> </ul>
<b>¿Cómo desarrollarla?</b>	Revisa el proceso anterior y los documentos anexos.	Documentar los parámetros previamente establecidos y capturarlos en una base de datos con sus apropiadas explicaciones.
<b>¿Cuándo utilizarla?</b>	Establecerla durante el desarrollo del Plan y actualizarla mientras dure el proyecto, al presentarse los cambios.	Cada vez que haya un cambio o una desviación (positiva o negativa), respecto a lo planeado.

Fuente: Elaboración propia, basada en Chamoun, 2002.

## **E. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

Si bien es cierto la electricidad producida a partir del potencial existente en el agua, es una de las formas más antiguas que existe desde su descubrimiento, no es sino a raíz de la necesidad evidenciada en los últimos años de buscar alternativas de producción de energía más limpia que se han generado proyectos a nivel mundial tendientes a aprovechar este gran potencial que dentro de sus beneficios se encuentra la nula producción de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) y la accesibilidad a una gran variedad de capitales (desde pequeños hasta grandes) en países desarrollados.

En países en vías de desarrollo, los pequeños proyectos de generación eléctrica se han convertido en una alternativa viable principalmente en poblados alejados de las grandes urbes cuyo acceso a la energía eléctrica por medio de los tendidos públicos resulta casi imposible.

Es por ello que algunos autores como Ortiz (2001, p. 1) señalan algunas ventajas y limitaciones del establecimiento de pequeñas centrales hidroeléctricas, tales como:

a) Ventajas

- Solución a problemas de costos crecientes y dificultades en el abastecimiento de combustible.
- Tecnologías de fácil adaptación.
- Reducción de costos de operación
- Simplicidad de mantenimiento.
- Larga vida útil de las estructuras hidráulicas.
- Impacto ambiental reducido o nulo, en función de la concepción del proyecto.
- El uso de agua puede compatibilizarse para otros fines, mejorando el esquema de inversiones.

b) Limitaciones

- Elevadas inversiones unitarias por kilovatios instalados.
- Estudios costosos con relación a la inversión total.
- Aplicación condicional de recursos hidroenergéticos generalmente retirados de los puntos de demanda.
- Producción de energía afectada por condiciones meteorológicas estacionales.
- Necesidad de resolver eventuales contradicciones en las prioridades del uso del agua.
- Su continuidad operativa depende de las características tecnológicas de las instalaciones, de una adecuada base de economía productiva para el

aprovechamiento de la energía generada y de adecuados esquemas institucionales para la administración, operación y mantenimiento.

### **1. Principio de Funcionamiento de una Central Hidroeléctrica**

Una central hidroeléctrica puede definirse como un aprovechamiento en donde el objetivo es convertir la energía potencial de una masa de agua situada en un punto - el más alto del aprovechamiento – en energía eléctrica, disponible en el punto más bajo, donde está ubicada la casa de máquinas. La potencia eléctrica que se obtiene en un aprovechamiento es proporcional al caudal utilizado y a la altura del salto (Ver figura 5) (ESHA, 2006, p. 3).



**Figura 5** Esquema general componentes para una pequeña central hidroeléctrica

Fuente: ESHA, 2006

### **2. Clasificación de las Centrales Hidroeléctricas**

No existe un estándar sobre cómo clasificar las centrales hidroeléctricas, sobre todo las de tamaño pequeño. En latitudes como Europa cada país tiene su propia forma de clasificarlas, sin embargo, para efectos prácticos se tomará en consideración la clasificación brindada por OLADE (1981, p. 5-6) que toma en consideración aspectos como la potencia, altura, caudal, tipo de captación de agua, regulación, vinculación al sistema eléctrico y concepción tecnológica.

c) Según Potencias y Saltos.

**Tabla 10** Clasificación de centrales hidroeléctricas según potencia y salto

Tamaño Central	Rango Potencia	Salto		
		Bajo	Medio	Alto
Micro Centrales Hidroeléctricas	Hasta 49	menos de 15	15-50	más de 50
Mini Centrales Hidroeléctricas	50-500	menos de 20	20-100	más de 100
Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	500-5000	menos de 25	25-130	más de 130

Nota: La unidad de medición de la potencia es en Kilo Watt (kW).

Fuente: OLADE, 1981.

Los saltos bajos medios y elevados corresponde aproximadamente al empleo típico de turbinas Axiales, Francis y Pelton respectivamente.

La denominación Pequeñas centrales Hidroeléctricas corresponde también al conjunto de centrales de potencia hasta de 5000 kW.

d) B) Según captación.

- A filo de agua (toma lateral desde un cauce principal).
- Con embalse o represa.

e) c) Según su regulación.

- Regulable (control del caudal al ingreso de la turbina), a su vez puede ser manual o automática.
- De carga constante, sea por la naturaleza propia de la carga o por la disipación del exceso de energía.

f) D) Según su vinculación con el sistema eléctrico.

- Centrales aisladas.
- Centrales integradas a grandes redes zonales o nacionales.
- Centrales integrales a pequeñas sistemas eléctricos.



g) e) Según su concepción tecnológica.

Es una clasificación indicativa referida a la naturaleza de los principales elementos tecnológicos de una central.

- Centrales con tecnologías convencionales. Comprenden obras civiles de calidad en la toma, canal y cámara de carga; desarenado en toma, tubería de presión en acero, equipo electromecánico de alto costo y construido con los más exigentes criterios de materiales y procesos de fabricación tableros ampliamente instrumentados.
- Centrales con tecnologías no-convencionales. Frecuentemente emplean tomas y canales de riego existentes que son mejorados, cámara de carga instalada en línea sobre el canal e incluyendo el desarenador, tuberías de presión en materiales no metálicos, equipos electromecánicos diseñados y construidos con tecnología adecuadas al nivel de desarrollo industrial del país y considerando la disponibilidad de materiales nacionales equipos estandarizados, tableros modulares y con un mínimo de instrumentación

### ***3. Determinación de la Demanda***

La mayoría de proyectos de generación eléctrica a pequeña escala están enfocados a una población aledaña, por lo cual los métodos de estimación de la demanda basan sus procedimientos en tratar de predecir el crecimiento futuro de la población beneficiada, así como su consumo potencial. Es por ello que para los proyectos de autoabastecimiento no se dispone de información documentada en relación al tema, aunque existen algunos lineamientos específicos para calcular la demanda industrial y comercial.

a) Demanda industrial y comercial.

La demanda industrial puede prever casos individuales de acuerdo con el tipo de industria y podría considerar, según el caso una muestra representativa de una industria mayoritaria, si fuese necesario (Ortiz, 2001, p. 17).

Según OLADE (1981, p. 13-14-15) los requerimientos de energía para las actividades productivas y de servicios deben estudiarse considerando lo siguiente:

- Posibilidad de utilización de la disponibilidad de planta existente para fines productivos durante el día y la madrugada, perspectivas de expansión de la actividad productiva, excedentes diurnos de disponibilidad para eventual utilización doméstica.
- Limitaciones en el uso del durante el día debido a otras prioridades, esto puede ser significativo en microcentrales que utilizan canales de riesgo existentes; considerar aspectos institucionales.
- El arranque de motores eléctricos pueden duplicar transitoriamente los requerimientos de potencia de cada unidad.
- Posibilidades de utilización directa de energía mecánica.

La suma de consumos de cada periodo del día determina el consumo diario de energía y la suma de los consumos de cada sector durante el día equivale al consumo diario del sector.

b) Demanda potencial.

Según Ortiz (2001, p. 19) para calcular la demanda potencial, se requiere conocer el consumo durante un día representativo, que proyectado refleje la demanda energética de la comunidad en la semana, mes u otro periodo.

Para esto se puede emplear una encuesta en donde se obtiene información característica de la comunidad o instalaciones a abastecer en sus hábitos de consumo, distribuidos de acuerdo con el tipo de necesidad que hemos visto en la demanda actual.

c) Demanda Futura.

Es el pronóstico del crecimiento de la demanda potencial en energía y potencia en un periodo preestablecido por el diseñador de la pequeña central (Ortiz, 2001, p. 23).

#### ***4. Determinación de la Producción***

a) Medición del Caudal

El caudal puede ser definido como la cantidad de agua aprovechada por unidad de tiempo medida en metros cúbicos por segundo (ONUDI & OLADE, 1981, p. 6).

Novillo (1986, p. 43) recomiendan algunos datos hidrometeorológicos relacionados con el caudal que deben ser obtenidos para el diseño de un proyecto hidroeléctrico:

- Caudal aprovechable del río que se toma igual al que tiene 90% de probabilidad de ocurrencia en la curva de duración
- Caudales máximos de creciente tanto para el diseño del vertedero como para las obras de desvío durante la construcción.

Para ello se puede realizar una medición directa del caudal en cuyo caso si no existiesen series temporales para el tramo de río en estudio, y se dispone de tiempo para ello, se pueden medir los caudales a lo largo de un año como mínimo ya que, una serie de medidas instantáneas no tienen ningún valor (ESHA, 2006, p. 47).

Un método convencional empleado en ríos grandes y medianos para medir el caudal potencial disponible, consiste en medir la sección transversal del río, en un punto dado, y la velocidad media de la corriente de agua que la atraviesa. Para ello hay que contar, aguas abajo de un tramo recto de razonable longitud, en lo que se conoce como .sección de control, donde se pueda establecer, de una manera fiable, una relación entre alturas de lámina de agua y caudales (ESHA, 2006, p. 47).

b) Medición de la Caída

El salto bruto es la distancia vertical  $H$ , entre los niveles de la lámina de agua, medidos en la toma de agua y en el canal de descarga (ESHA, 2006, p. 66).

c) Estimación del Salto Neto

Conocido el valor del salto bruto, es necesario estimar las pérdidas por fricción en la tubería forzada y las originadas por turbulencias en las rejillas, codos, válvulas etc. En algunos tipos de turbina hay que tener en cuenta además que la descarga tiene lugar a una altura superior a la de la lámina de agua en el canal de restitución. El salto neto es el resultado de restar al salto bruto todas esas pérdidas (ESHA, 2006, p. 67).

d) Estimación de la Producción

La potencia que se puede generar (medida en kilowatios), es igual a la disponibilidad en el agua luego de descontar las pérdidas de eficiencia que ocurren en cada elemento que integra el sistema de una MCH y es proporcional al producto del salto y el caudal (ONUDI & OLADE, 1981, p. 6).

Ortiz (2001, p. 3) define la potencia del recurso es igual a:

$$P = 9,8 * H * Q * \eta \text{ (kw)}$$

En donde:

**P**= a la potencia del recurso en kilo watt

**Q**= es el caudal en m<sup>3</sup>/ seg. Es decir, la cantidad de agua medida en m<sup>3</sup> que pasa por una superficie determina en un segundo.

**H**= la altura en metros. Es decir, la diferencia entre la altura en metros sobre el nivel del mar del punto de origen del agua, con respecto al punto de llegada o punto mas bajo en altura sobre el nivel del mar.

**9,8**= es una constante que expresa la fuerza de la gravedad o en este caso el peso específico del agua.

**$\eta$** = la eficiencia de la PCH. Dato específico para cada proyecto que relaciona tanto la eficiencia del sistema de generación dado por el fabricante y la disponibilidad real de funcionamiento de la PCH que contempla los tiempos perdidos varios en los que la central no se encuentre produciendo.

Estas características indican que la potencia instalada en la PCH debe ser superior a la demanda máxima y disponer del suficiente caudal en la corriente de agua para cubrir la demanda de la energía de la comunidad.

La Potencia media (P med) equivale a:

$$P \text{ med} = A/T 0$$

Donde A es la energía total en kwh, suministrados durante el tiempo T 0 en nuestro caso 24 horas.

e) Estimación de la Energía Generada

Según Ortiz (2001, p. 70) definido el caudal de diseño (en este caso  $Q_m - Q_{res}$ ) y conocido el salto neto, habrá que identificar la turbina más apropiada. Para cada tipo de turbina, se conoce su caudal mínimo técnico (por debajo del cual la turbina no puede funcionar eficientemente) y su rendimiento en función del caudal (en por ciento del de diseño).

La energía anual producida (E en Kwh.) viene dada por la ecuación:

$$E = f_n(Q \text{ medio}, H_n, \eta_{\text{turbina}}, \eta_{\text{multiplicador}}, \eta_{\text{generador}}, \eta_{\text{transformador}}, Y, h)$$

Donde:

$Q$  diseño = caudal (en  $m^3/s$ )

$H_n$  = salto neto (en m)

$\eta_{\text{turbina}}$  = rendimiento de la turbina, función de  $Q$  medio

$\eta_{\text{multiplicador}}$  = rendimiento del multiplicador,

$\eta_{\text{generador}}$  = rendimiento del generador

$\eta_{\text{transformador}}$  = rendimiento del transformador

$h$  = número de horas durante la que fluye un caudal

$\gamma$  = peso específico del agua ( $0,81 \text{ KN}/m^3$ )

### ***5. Diseño de Obras Civiles***

Son muchos los componentes que posee el sistema completo de una pequeña central hidroeléctrica, sin embargo, en términos generales OLADA (1981, p. 6) establece los siguientes componentes:

- Obra de toma: es la obra de embalse presas cortinas del cauce principal captación del flujo de agua.
- Conducción: transporta el agua desde la toma hasta la cámara de carga o más lejos.
- Cámara de carga: taza tanque de carga reservorio.
- Desarenador: separador de sólidos sedimentador.
- Compuertas: dispositivo para controlar el flujo en tomas.
- Rejillas: dispositivo que se utiliza para evitar el paso de sólidos.
- Tubería de presión. Transporta el agua desde la cámara de carga hasta la turbina y que permite aprovechar la energía.
- Válvula principal: elemento de aislamiento de la turbina con respecto a la tubería de presión
- Turbina: motor hidráulico que aprovecha la energía hidroeléctrica convirtiéndola en energía mecánica.
- Transmisión turbina generador: Sistema para transmitir la energía desde el eje de la turbina.
- Generador: máquina eléctrica que convierte la energía mecánica en energía eléctrica.
- Tablero de control: sistema de control de tablero de mando
- Línea de transmisión: en pequeñas centrales hidroeléctricas se emplean bajas y medias tensiones para la transmisión.
- Línea de distribución: abastece los sistemas domiciliarios a baja tensión.

a) Obras de Captación

Una toma de agua tiene que desviar el caudal requerido, respetando el medio ambiente en que se integra, con la mínima pérdida de carga posible y sea cual sea la altura de la lámina de agua en el río. La toma actúa como zona de transición entre un curso de agua, que puede ser un río tranquilo o un torrente turbulento, y el canal de derivación por donde circula un caudal de agua, que debe estar controlado, tanto en cantidad como en calidad. Su diseño, basado en consideraciones geomorfológicas, hidráulicas, estructurales y económicas, requiere un cuidado especial para evitar problemas de funcionamiento y conservación a todo lo largo de la vida de la central.

El diseño de una toma de agua obedece a tres criterios:

- Hidráulicos y estructurales, que son comunes a todas las tomas de agua.
- Operativos - p.e. control del caudal, eliminación de basuras, esclusado de los sedimentos- que varían de toma a toma.
- Relacionados con el medio ambiente - barreras para impedir el paso de peces, escalas de peces - que son característicos de cada proyecto (ESHA, 1998, p. 116-117).

En cuanto a los tipos de tomas de agua ESHA (1998, p. 117) propone que lo primero que hay que hacer es identificar el tipo de toma de agua que necesita el aprovechamiento. Pese a la gran variedad de tomas existentes, estas pueden clasificarse como Tomas de Montaña y Tomas en Sifón, con arreglo a los siguientes criterios:

- La toma de agua alimenta directamente la tubería forzada. Es lo que se conoce como cámara de carga, aunque este término suele reservarse para cuando está situada al final del canal de derivación
- La toma de agua alimenta una conducción de agua a presión atmosférica: canal, túnel, canaletas, etc., que termina en una cámara de carga.

- El aprovechamiento no utiliza, para desviar el agua, una estructura de derivación tipo azud, sino que emplea otro tipo de estructuras como las tomas de sifón o las de montaña, que se describen más adelante.
- En los embalses multiuso - embalses construidos para regadíos, suministro de agua potable, regulación de avenidas, etc., - la toma de agua puede construirse en forma de torre, con tomas a distinto nivel para poder extraer el agua a distintas alturas y consecuentemente a distintas temperaturas, o utilizando un desagüe de fondo

#### b) Cámaras de Presión

La cámara de presión es un tanque con capacidad suficiente para garantizar la partida o parada brusca de las turbinas; está conectada al canal por medio de una transición, de la cual el agua pasa a la tubería de presión a través de una rejilla que evita la entrada de elementos sólidos flotantes (Ortiz, 2001, p. 195).

Según Ortiz (2001, p. 196) la Cámara de Presión debe cumplir con las siguientes funciones:

- Crea un volumen de reserva de agua que permite satisfacer las necesidades de las turbinas durante los aumentos bruscos de demanda.
- Impide la entrada a la tubería de presión de elementos sólidos de arrastre y flotantes.
- Produce la sedimentación de los materiales sólidos en suspensión en el canal y permite su eliminación.
- Desaloja el exceso de agua en las horas en las que el caudal de agua consumido por las turbinas es inferior al caudal de diseño.
- Mantiene sobre la tubería una altura de agua suficiente para evitar la entrada de aire.
- Dispone de un volumen que le permite amortiguar el golpe de ariete, originando por paradas bruscas.



c) Tubería de Presión

Según Ortiz (2001, p. 214) la conducción a presión se encarga de llevar las aguas desde el tanque de presión hasta las turbinas, en donde la energía cinética es transformada en energía mecánica. La conducción a presión está conformada por la tubería de presión, sus accesorios y un sistema de sujeción y suspensión.

La tubería de presión está compuesta por los siguientes elementos:

- Toma de agua, la cual está acompañada de la rejilla.
- Codos para variación de la pendiente.
- Juntas de unión.
- Juntas de expansión ubicadas entre los anclajes, las cuales asimilan la contracción o dilatación del material por variación de temperatura.
- Bifurcaciones que le permiten dividir el caudal para varias unidades.
- Válvulas independientes a la tubería de presión, ubicadas entre el final de la tubería y la turbina.
- Anclajes y apoyos que se encargan de sostener y variar la pendiente de la tubería de presión.

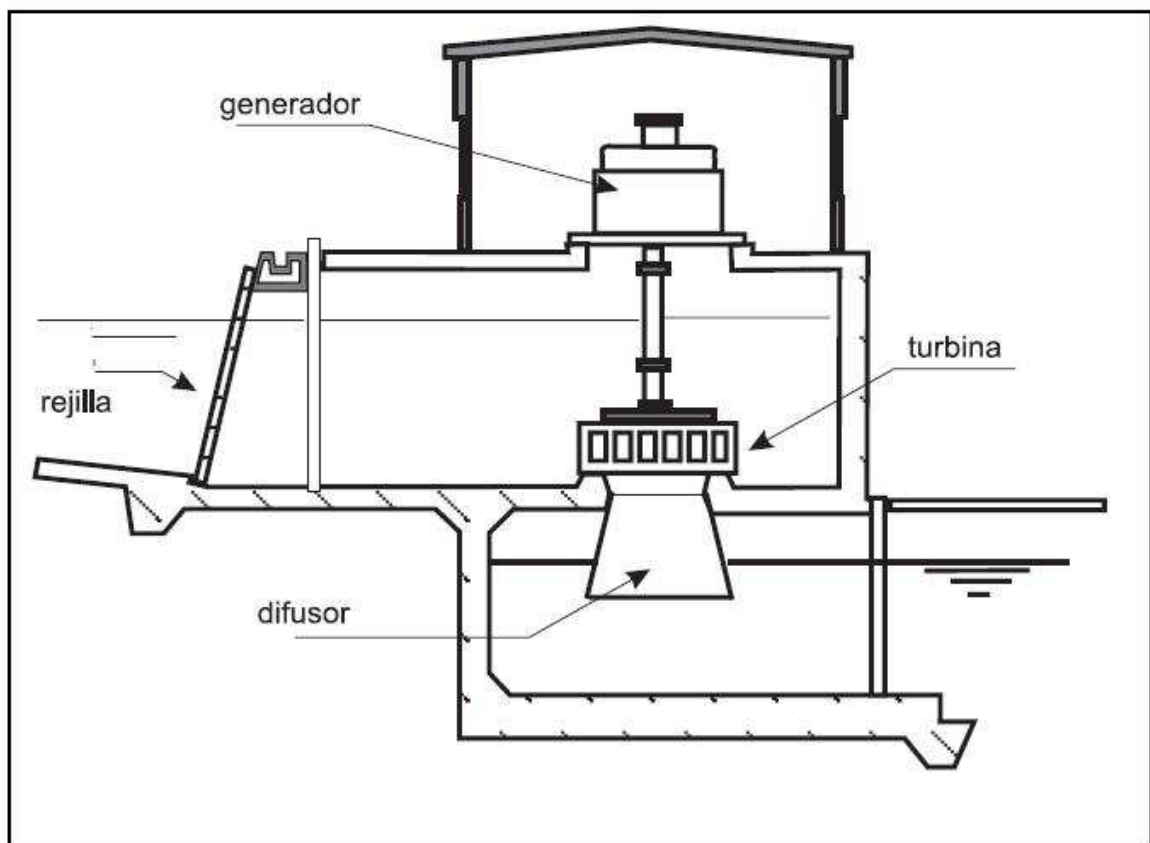
Para su diseño, una Tubería de Presión debe considerarse por el material empleado en su construcción, su diámetro y espesor de pared y el tipo de unión previsto para su instalación.

- El material se escoge de acuerdo con las condiciones del mercado, teniendo presente su peso, volumen, sistema de unión y coste.
- El diámetro se escoge para que las pérdidas por fricción se mantengan dentro de límites razonables

- El espesor de pared se calcula para resistir la máxima presión hidráulica interna incluido, cuando sea previsible, el golpe de ariete y eventualmente los esfuerzos inherentes a su trabajo como viga (ESHA, 1998, p. 147).

d) Casa de Máquinas

A nivel macro, la Casa de Máquinas representa uno de los componentes más importantes dentro de la estructura general de una central hidroeléctrica, y tiene el objetivo de proteger de las adversidades climatológicas, el equipo electro-hidráulico que convierte la energía potencial del agua en electricidad. El número, tipo y potencia de las turbinas, su disposición con respecto al canal de descarga, la altura de salto y la geomorfología del sitio, condicionan la topología del edificio. Existen efectivamente muchas configuraciones posibles de casa de máquinas (Ver figura 6) (ESHA, 1998, p. 161).



**Figura 6** Esquema de una casa de máquinas convencional

Fuente: ESHA, 1998.

- Criterios de Diseño

La ubicación como tal de la Casa de Máquinas dependerá en gran medida de la zona o región del país en la que se construirá la PCH, y se tendrá que pensar en las características del lugar tales como el clima y las siguientes condiciones según Novillo (1986, p. 219):

- Materiales de construcción.
- Facilidades de acceso.
- Simplicidad de la construcción.
- Ubicación de la casa de máquinas.
- La fundación de la casa de maquinas.
- La fundación de los equipos.
- Prever vivienda para el operador (en caso de requerirse).
- Considerar la necesidad de colocar un sistema de izaje.

Una vez definido geográficamente hablando el sitio donde se ubicará la Casa de Máquinas, se debe realizar una evaluación de las condiciones geofísicas del terreno, ya que, las obras hidroeléctricas ejercen presiones sobre el terreno en el que se encuentra y a su vez reciben presiones del terreno que las contiene y del agua interior o exterior, por lo que es importante contemplar a nivel estructural materiales como hormigón o mampostería de piedra hierro, rejillas y compuertas. Además de muros de gravedad, que son aquellos que resisten las fuerzas que actúan sobre ellos (Novillo (1986, p. 226):

- Componentes de la Casa de Máquinas

Ya dentro de las casa de máquinas existen una serie de componentes cuyo tamaño y diseño dependerá principalmente del salto, caudal y por ende la potencia estimada de la central hidroeléctrica. Sin embargo, a nivel Novillo (1986, p. 259) propone los siguientes componentes:

- Rejillas de limpieza.

- Equipo válvula.
- Equipo turbina.
- Equipo regulador de velocidad.
- Equipo transmisión turbina generadora.
- Equipo generador.
- Equipo de control para la casa de Maquinas.
- Equipo transformadoras.
- Equipo red de transmisión o red primaria.
- Equipo sub estación
- Equipo de red distribución red secundaria.
- Estructura de descarga.

- Sistema de Turbinas

Otro componente clave dentro del sistema que compone una Central Hidroeléctrica son las turbinas hidráulicas, las cuales tienen como misión transformar la energía potencial y cinética del agua en energía mecánica de rotación. Para lo cual es importante tener claro los criterios para elegir el tipo de turbina aconsejable en cada caso. Es conveniente subrayar que no hay información tan fiable como la ofrecida por los propios fabricantes de turbinas a los que conviene recurrir, ya en fase de anteproyecto (ESHA, 1998, p. 165).

A nivel general, las turbinas se pueden clasificar en los tipos expuestos en la Tabla 11.

**Tabla 11** Características generales de las turbinas de uso más generalizado en pequeños proyectos de generación eléctrica

Tipo	Características Generales
Pelton	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una turbina de acción, de flujo tangencial, formada por una o mas toberas y un rodete provisto de un determinado número de cucharas.</li> <li>- El rango de aplicación de las turbinas Pelton está delimitado a velocidades específicas bajas.</li> <li>- Aprovecha grandes saltos y caudales reducidos, pudiéndose obtener eficiencias del orden del 85%.</li> <li>- Para su fabricación se requiere una planta industrial que cuente con fundición, equipos de soldadura y corte, maquinas herramientas básicas (torno, cepillo y taladro) generalmente se fabrica el rodete y las toberas por fundición.</li> </ul>
MICHELL BANKI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una turbina de acción de flujo transversal, entrada radial y admisión parcial formada por un inyector y un rodete provistos de un número determinado de álabes curvos.</li> <li>- El rango de aplicación de esta turbina está comprendida entre las Pelton de doble inyector y la turbina Francis lenta trabajando principalmente con saltos medios y grandes caudales y pudiendo obtener eficiencia del orden del 80% y generando potencia hasta de 1,000 kw.</li> <li>- Posee una geometría que facilita su fabricación y que la caracteriza como la turbina de más bajo costo.</li> <li>- Para su fabricación se requiere una planta industrial que cuente con equipo de soldadura, corte y maquinas herramientas básicas (torno, cepillo y taladro), se puede fabricar a base de partes soldadas.</li> </ul>
FRANCIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su aplicación está limitada a velocidades específicas medias operando, al igual que la turbina Michel- BAnki, con saltos medios y grandes caudales; su eficiencia está comprendida entre el 83 y 90%.</li> <li>- Para su fabricación se requiere una planta industrial que cuente con fundición, equipos de soldadura y corte además de maquinas y herramientas.</li> </ul>
Axial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una turbina de reacción de flujo axial cuyo sistema de regulación de velocidad está incorporado al rebote en el caso particular de las turbinas KAPLAN.</li> <li>- Su rango de aplicación está delimitado a velocidades específicas bastantes altas. Opera con saltos muy pequeños y grandes caudales pudiendo alcanzar eficiencia hasta del 90%.</li> <li>- Para su fabricación se requiere una planta industrial que cuente con fundición equipos de soldadura y corte además de maquinas y herramientas.</li> </ul>

Fuente: ONUDI & OLADE, 1981.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### A. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández, Fernández & Baptista (1991) existen cuatro tipos principales de investigación a saber: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Por lo cual es importante tener un panorama lo suficientemente claro de lo que implica cada uno de estos tipos de investigación para delimitar el tipo de investigación de este estudio.

#### 1. *Estudios Exploratorios*

Los estudios exploratorios “se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que únicamente hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio.” (Hernández, Fernández & Baptista, 1991, p. 70). Para el caso del presente estudio, si bien es cierto existe poca experiencia a nivel nacional en el desarrollo de Proyectos de Autogeneración Eléctrica o de Pequeñas Centrales, si existen iniciativas a nivel de Costa Rica e incluso documentación de proyectos a nivel internacional en donde se han aplicado con éxito proyectos de esta índole, tal y como fue expuesto en el marco teórico, por lo cual habría que descartar a esta investigación como de tipo *exploratoria*.

#### 2. *Estudios Descriptivos*

Hernández, Fernández & Baptista (1991, p. 71) define los Estudios Descriptivos como aquellos en donde se “midan y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así -y valga la redundancia- describir lo que se investiga”. Dicha definición definitivamente se acerca a la realidad del presente estudio, ya que, es precisamente con la descripción de diversos elementos relacionados con la inversión y el planeamiento del proyecto que se podrá responder con total seguridad al final del estudio ¿el para qué? del mismo.

### **3. Estudios Correlacionales**

Los estudios correlacionales por su parte está más orientados al medir – como su nombre lo indica- el grado de correlación entre dos variables, ya que, tal y como lo indica Hernández, Fernández & Baptista (1991, p. 72) “este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables”. Lo cual a primera vista excluiría a este estudio como una investigación de tipo correlacional, sin embargo, hay que recordar que un componente del Estudio Financiero es el Análisis de Sensibilidad, en donde se proyectará el comportamiento de las posibles respuestas de las variables económicas como el VAN, y PR a diferentes escenarios económicos, por lo que este estudio definitivamente tiene componentes correlacionales.

### **4. Estudios Explicativos**

A simple vista los Estudios Explicativos parecieran ser muy similares a los Descriptivos sin embargo, Hernández, Fernández & Baptista (1991, p. 74) le confiere a los Estudios Explicativos un análisis más profundo de los conceptos o fenómenos, en comparación a los Estudios Descriptivos, en donde estos “están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales” (Hernández, Fernández & Baptista, 1991, p. 74), definición que definitivamente excluye al estudio como de tipo explicativo.

Recapitulando lo manifestado en las definiciones anteriores, la presente investigación se ubica como de tipo Descriptivo en su mayoría, más sin embargo, en algunos tramos se efectuará una Investigación Correlacional para solventar necesidades particulares del proceso investigativo.

## **B. SUJETOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

Como parte del proceso para construir un concepto a través del desarrollo de una investigación, se requieren tanto sujetos como fuentes de información adecuada y clara para cumplir con los objetivos planteados.

### **1. Sujetos de Información**

Para la realización de este proyecto se hace necesario el acudir a diferentes Sujetos de Información ubicados tanto dentro como fuera de la Organización (PINDECO), a saber:

- Personeros de Coopesca R.L., con experiencia en el establecimiento de pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- Representantes de empresas dedicadas a la instalación y mantenimiento de proyectos hidroeléctricos.
- Personeros de PINDECO Pacífico, con amplia experiencia en temas de hidráulica y construcción de obra civiles como edificaciones y sistemas de conducción de agua, así como el manejo de aspectos diseño topográfico.
- Personal del Departamento de Ingeniería Agrícola de PINDECO Pacífico, encargado del control y seguimiento del consumo de electricidad de las distintas edificaciones y operaciones de la División.
- Regente ambiental para Del Monte Costa Rica, experto legal en trámites de Viabilidad Ambiental ante el SETENA y permisos de Uso de Aguas ante el Departamento de Aguas del MINAET.
- Personeros del Departamento de Innovación del ICE, expertos en temas de legislación sobre proyectos de autogeneración eléctrica

## ***2. Fuentes de Información***

Para las investigaciones en general se pueden emplear tres tipos de Fuentes de Información básicas a saber: Primarias, Secundarias y Terciarias.

### **a) Fuentes Primarias**

Constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura y proporcionan datos de primera mano (Hernández, Fernández & Baptista, 2003, p. 26-27).

Basado en esta definición, para este Estudio se emplearán las siguientes fuentes primarias:

- Libros impresos y digitales de colección privada o de bibliotecas de Universidades como ITCR y UCR, relacionados con el tema pequeñas centrales hidroeléctricas, proyectos de inversión, administración de proyectos y producción de piña.



- Informes históricos producidos por el Departamento de Ingeniería Agrícola de PINDECO Pacífico, con el propósito de estimar el consumo de electricidad.

b) Fuentes Secundarias

Hernández, Fernández & Baptista (1991, p. 27) define las fuentes secundarias como aquellas “compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en una área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias). Es decir, reprocesan información de primera mano. Por lo cual en el caso de esta investigación se utilizarán las siguientes fuentes secundarias:

- Bases de datos como los reservorios de trabajos finales de graduación de la biblioteca José Figueres Ferrer del ITCR, en temas relacionados a Proyectos de Inversión o Planeamiento de Proyectos.
- Bases de datos ubicadas en sitios web del PMI, CANAPEP, CNP, PRINCE2, ARESEP, MINAET. Con el propósito de obtener información relacionada a la planeación de proyectos, producción de piña, mercado de la piña, administración de proyectos y trámites de viabilidad ambiental respectivamente.

## C. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para la definición de las técnicas de investigación que incluye además el establecimiento de las variables, se propone el empleo de la técnica “Operacionalización de las Variables” para los dos objetivos específicos planteados para el presente estudio, descritos en las tablas 12 y 13.

### *1. Establecimiento de Variables*

Basado en los objetivos específicos del presente estudio, se establecen las variables inherentes a dichos objetivos:

- Factibilidad del establecimiento de centrales hidroeléctricas

- Componentes y procedimientos necesarios para la ejecución de acuerdo a la “Guía de PMBOK” (PMI, 2008)

Una vez establecidas las variables, se identificaron los instrumentos, indicadores y técnicas requeridos para poder operacionalizar los objetivos (Ver tablas 12 y 13).

a) Objetivo Específico N° 1

**Tabla 12** Operacionalización del objetivo específico # 1

Objetivo 1:	Analizar la factibilidad del establecimiento de centrales hidroeléctricas por PINDECO Pacífico para determinar la rentabilidad financiera del proyecto.					
Variable	Conceptualización	Dimensiones	Instrumentos	Indicadores	Técnica	
Factibilidad del establecimiento de centrales hidroeléctricas	Factibilidad a nivel legal, ambiental, organizacional, técnico, financiero y de mercado del establecimiento de centrales hidroeléctricas como alternativa de autogeneración eléctrica en Fincas de PINDECO Pacífico	Estudio Mercadeo	Demanda presente y futura	kWH	Análisis datos históricos	
		Estudio Legal-Ambiental	Matriz de responsables	-	Análisis de documentos	
			Matriz de costos	\$	Entrevistas nos estructuradas	
			Lista de trámites requeridos	-	Revisión instrumentos jurídicos	
			Definición de proceso	-	Diagrama de flujo	
		Estudio Organizacional	Matriz perfiles y funciones	-	Análisis de documentos	
			Organigrama equipo trabajo	-	Organigrama/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos	
		Estudio Técnico	Matriz de costos	\$	Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos	
			Estimación producción mínima y máxima	Estimación producción mínima y máxima	kWH	Análisis de datos
				Requerimiento y diseño infraestructura	unidades/m2/m3	Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos/Observación directa
			Matriz de costos	\$	Análisis de documentos/Entrevistas nos estructuradas	
			Estudio Financiero	Relación costo:beneficio	\$	Análisis de datos/Sensibilización de los flujos de caja
				Tasa Costo Capital	%	Análisis de datos/Entrevistas nos estructuradas
		VAN		\$	Análisis de datos/Sensibilización de los flujos de caja	
		TIR		%	Análisis de datos/Sensibilización de los flujos de caja	
		PR	años	Análisis de datos/Sensibilización de los flujos de caja		
ID	%	Análisis de datos/Sensibilización de los flujos de caja				

Fuente: Elaboración Propia

b) Objetivo Específico N° 2

**Tabla 13** Operacionalización del objetivo específico # 2

Variable	Conceptualización	Dimensiones	Instrumentos	Indicadores	Técnica
Componentes y procedimientos necesarios para la ejecución de acuerdo a la "Guía de PMBOK®(PMI, 2008)	Componentes requeridos por las nueve áreas del conocimiento dictadas por la "Guía de PMBOK®(PMI, 2008) para el planeamiento de proyectos	Alcance	Acta del Proyecto	-	Análisis de documentos
			Charter	-	Recopilación de la información/Análisis de documentos
			E.D.T	-	Descomposición de las actividades
		Tiempo	Diagrama de red	-	Análisis de documentos/Diagramación por precedentes
			Cronograma	Días	Diagramación por precedentes
		Costo	Estimaciones de costos	\$	Análisis de datos/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
			Flujo de Caja	\$	Análisis de datos/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
		Calidad	Listado estandares de calidad	-	Diagrama de flujo/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
			Métricas	unidades	Diagrama de flujo/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
			Porgrama Calidad	-	Diagrama de flujo/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
		Recursos Humanos	Matriz de roles y responsabilidades	-	Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
			Organigrama del proyecto	-	Organigrama/Entrevistas nos estructuradas/Análisis de documentos
			Plan de administración del Recurso Humano	-	Diagrama de flujo/Análisis de documentos
		Comunicaciones	Análisis de involucrados	-	Análisis de datos
			Matriz de comunicaciones	-	Análisis de documentos
		Riesgos	Matiz de riesgos	unidades	Análisis de documentos/Análisis de datos/Diagrama de flujo/Entrevistas no
		Adquisiciones	Programa de adquisiciones	-	Análisis de documentos/Diagrama de flujo/Entrevistas no estructuradas
		Integración	Plan de proyecto	-	Análisis de documentos/Análisis de datos/Diagrama de flujo/Entrevistas no
			Esquema de administración de	-	Diagrama de flujo/Análisis de documentos

Fuente: Elaboración Propia

**2. Definición de las Técnicas**

Las técnicas identificadas por medio de la operacionalización de las variables se describen a continuación:

a) Análisis de Datos Históricos

Los datos históricos se refiere a la información relevante recopilada y registrada por parte del Departamento de Ingeniería Agrícola de PINDECO, especialmente la referida consumo de electricidad, esta información deberá ser identificada y procesada con el propósito de obtener datos relevantes de demanda pasada, presente y futura, de las diferentes instalaciones presentes en PINDECO Pacífico.

b) Análisis de Documentos

Los documentos a ser analizados se refiere a todos aquellos que puedan ofrecer información relevante, principalmente de carácter teórico que pueda ofrecer sustento y dar forma a ideas conceptuales relevantes al tema de estudio. También se refiere a toda aquella información documental ofrecido por PINDECO Pacífico.

Dentro de estos documentos se encuentran: libros impresos y digitales, informes y reglamentos manejados a lo interno de la empresa y documentos elaborados en ciertos momentos del proceso de elaboración del estudio.

c) Revisión Documentos Jurídicos

La revisión de documentos jurídicos se realizará principalmente para el Estudio Legal, en donde se revisarán y extraerá la información más relevante a temas ligados a viabilidad ambiental y generación eléctrica. Información extraída de las bases de datos del SETENA e ICE:

d) Entrevistas no Estructuradas

La técnica de entrevistas no estructuradas se utilizará para aprovechar el conocimiento y juicio de expertos, que para el caso específico del presente estudio se realizarán a expertos de las siguientes áreas del conocimiento: estudio técnico y establecimiento de centrales hidroeléctricas, legislación nacional referente a otorgamiento de viabilidad ambiental y operación de centrales hidroeléctricas, principios de hidráulica, construcción de obras civiles y de conducción de agua.

e) Organigrama

El organigrama será la técnica empleada tanto para el Estudio Organizacional como la Planificación de los Recursos Humanos, con el propósito de ubicar de una forma esquemática los puestos de trabajo requeridos para la ejecución y operación del proyecto, así como su ubicación dentro estructura organizacional de PINDECO Pacífico.

f) Análisis de Datos

Con el propósito de analizar todos aquellos datos que se genere durante el desarrollo de la investigación tendiente a ofrecer información de relevancia asociado los instrumentos

indicados para cada una de las variables identificadas en la “Operacionalización de las Variables”.

g) Observación Directa

La observación directa se empleará para recoger datos de campo necesarios principalmente para el Estudio Técnico, referente a condiciones y ubicación de terrenos en donde se ubicaría eventualmente la infraestructura proyecto en ejecución y operación.

h) Recopilación de Información

La recopilación de información generada durante el desarrollo del estudio será una técnica requerida debido a que los entregables de varios procesos, son los insumos de procesos subsiguientes, es ahí donde radica la importancia de esta técnica.

i) EDT

La técnica Estructura Desglosada del Trabajo (EDT) consiste en realizar un desglose detallado de los entregables, sub-entregables y sub sub-entregables requeridos para asegurar a cabalidad el cumplimiento del alcance establecido para el proyecto. Dicha técnica se empleará en la Planificación del Alcance.

j) Diagramación por precedentes

La diagramación por precedentes consiste colocar de forma esquemática todas las actividades requeridas e identificadas durante la planificación del alcance del proyecto para su ejecución. Esta técnica denota las actividades predecesoras y subsiguientes, así como la ruta crítica del proyecto, todo durante la Planificación del Tiempo.

k) Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo será la técnica empleada para de una forma esquemática detallar los procesos, entradas, salidas y momentos de decisión en un sistema determinado para algunas áreas del conocimiento durante la planificación del proyecto.

## **D. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

### ***1. Procesamiento de Información***

Toda la información recabada a través de las técnicas descritas anteriormente serán procesadas mediante los siguientes programas de cómputo:

- Microsoft Excel 2003: empleado como apoyo para el análisis de datos presentes e históricos.
- Microsoft Word 2003: para el proceso y digitación documental.
- Microsoft Visio 2003: programa utilizado para la elaboración del los diagramas de flujo y organigramas.
- Microsoft Project 2003: programa utilizado para la diagramación de lo entregables por precedentes.
- WBS Chart Pro: programa utilizado para realizar el EDT principalmente en la Planificación del Alcance.

### ***2. Análisis de Información***

La información recabada bajo las técnicas descritas anteriormente será analizada de la siguiente forma:

- En primera instancia se analizará la información procedente de la investigación de documentos (todos tipo) empleado a su vez para la confección del Marco Referencial, Teórico y Metodológico.
- Posteriormente se analizará la información recabada a partir de datos históricos, observaciones directas y entrevistas no estructuradas, además de la revisión de los instrumentos jurídicos para a partir de ello establecer el estudio de prefactibilidad, y desarrollar los diferentes estudios que lo integran.

- Toda la información previamente generada en los análisis anteriores se empleará como insumo para la creación del Plan de Proyecto, el cual será integrado por los siguientes planes: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones, Recursos Humanos y Abastecimiento.

## **CAPÍTULO IV: PROPUESTA**

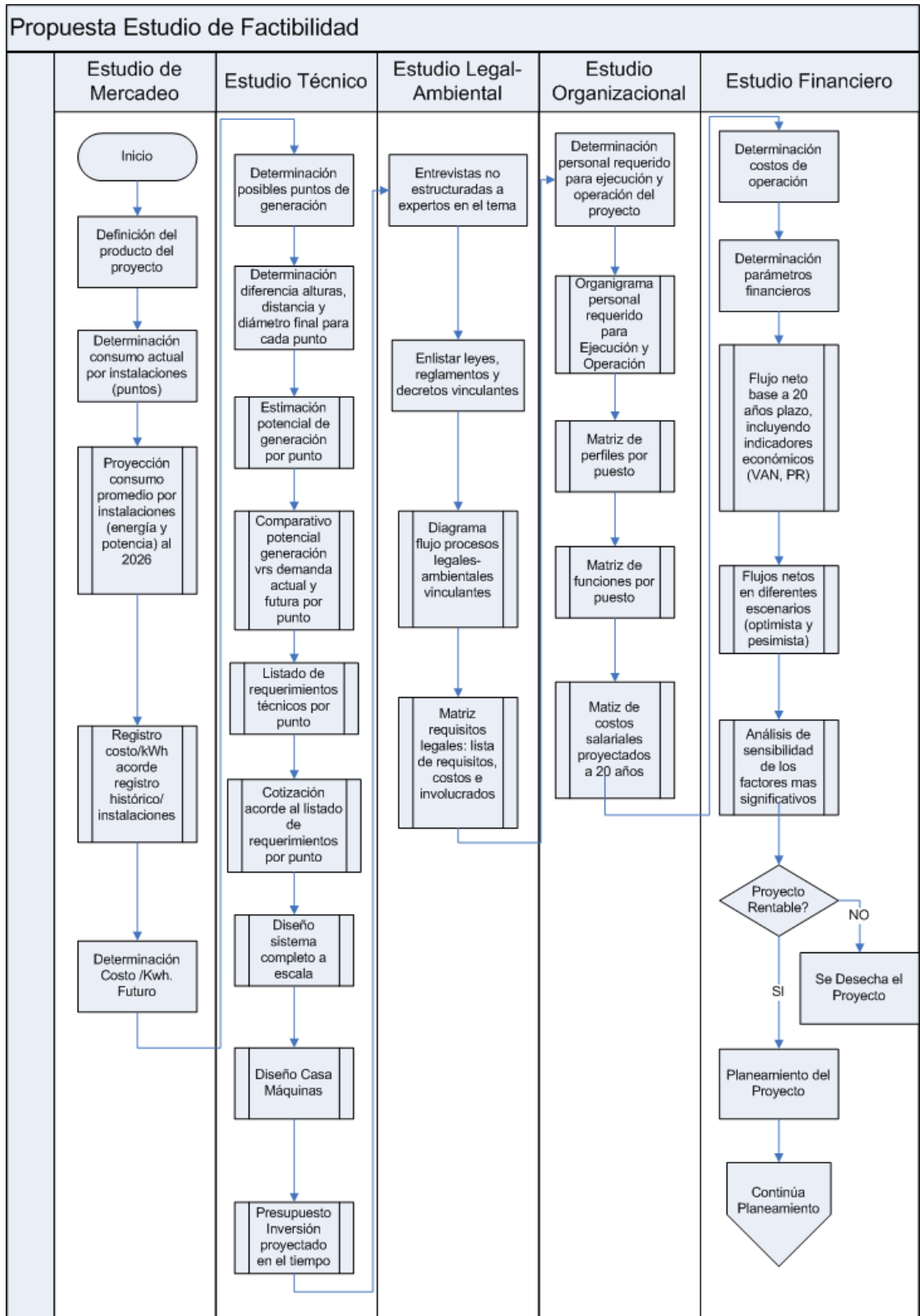
### **A. GENERALIDADES DE LA PROPUESTA**

La propuesta del presente proyecto se encuentra dividida en dos componentes principales; el estudio de pre-inversión, que permite analizar la factibilidad de un proyecto basándose en la información obtenida de fuentes secundarias, terciarias e incluso primarias, para definir de forma aproximada la posibilidad de implementar un determinado proyecto.

El segundo componente es el planeamiento del proyecto, el cual consiste en la descripción y gestión de cada uno de los componentes de las nueve áreas de conocimiento establecidas por el PMBOK en su versión 2008. La base para la gestión del planeamiento será los componentes más importantes de cada componente del estudio de factibilidad.

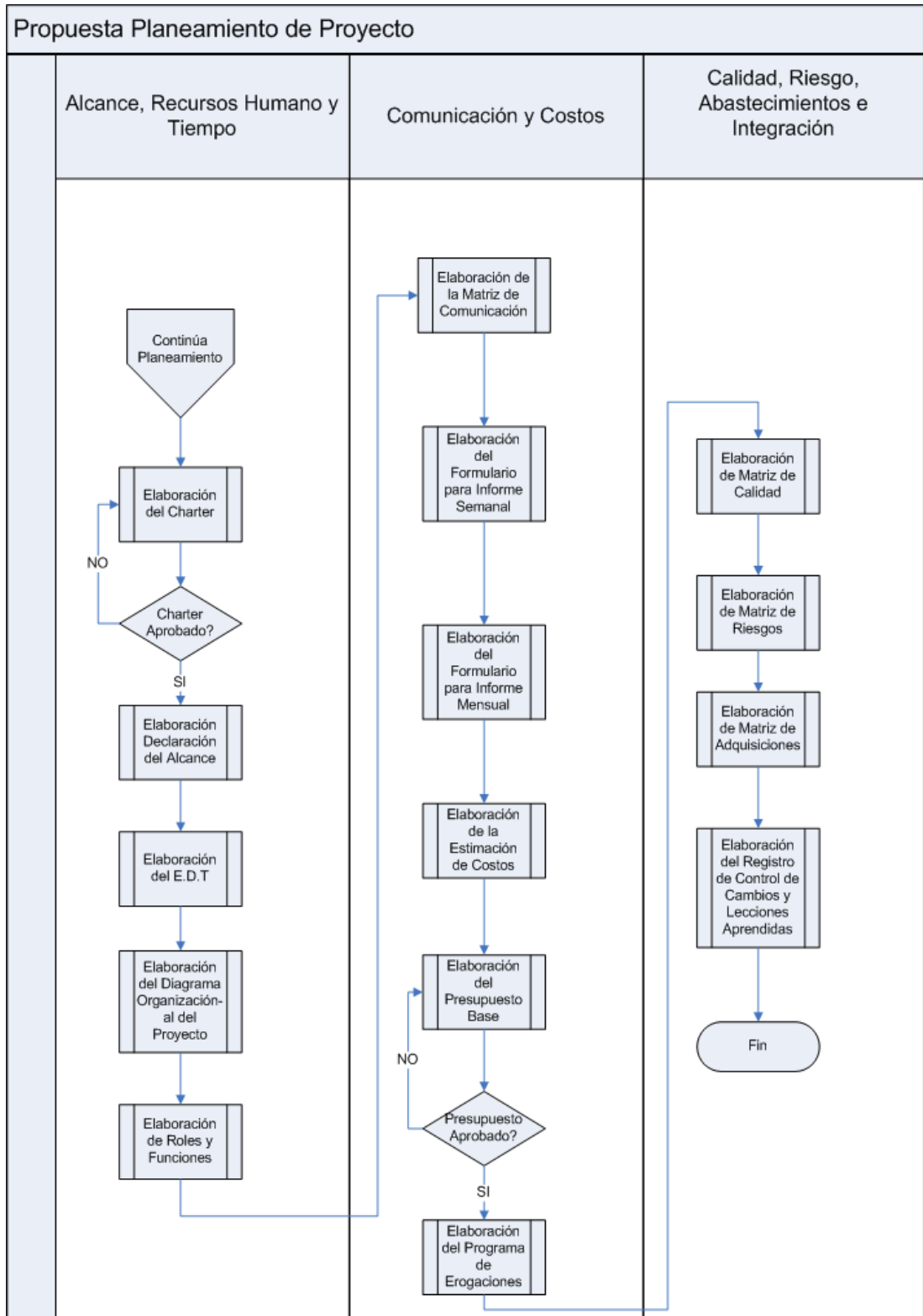
La propuesta completa de ambos componentes se representa de forma esquemática en los diagramas de flujo de las figuras 7 y 8.





**Figura 7** Propuesta Estudio de Factibilidad

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 8** Propuesta Planeamiento del Proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

## **B. ESTUDIO DE PRE-INVERSIÓN**

### ***1. Estudio de Mercadeo***

En el estudio de mercado se define de forma aproximada la demanda presente, y futura de potencia y energía que presenta las instalaciones de PINDECO Pacífico, también seleccionados e identificados en este estudio. Por otro lado, se estima el costo por kW y kWh histórico que dichas instalaciones han pagado al ICE, en los últimos años, así como la proyección de costos que se incurrirían en los siguientes 20 años posteriores al establecimiento del proyecto, esto con el fin de poder comparar el potencial de ahorro que implicaría para PINDECO poder producir total o parcialmente de forma autónoma su propia electricidad en comparación de seguir siendo uno de los clientes más grandes del I.C.E. en la Zona Sur, también se define en el estudio de mercado el producto a ofrecer por parte del proyecto.

Es importante aclarar que tanto la determinación de la oferta, como el precio del producto final serán establecidos en el estudio técnico, por medio de la estimación de costos de establecimiento y operación del proyecto, así como el potencial de generación del mismo, ambos aspectos dependientes de componentes técnicos analizados en dicho estudio.

#### **a) Definición del Producto**

El proyecto persigue como fin último el establecimiento de al menos una pequeña central hidroeléctrica en alguna de las fincas de PINDECO Pacífico, la cual se alimentaría durante la época de invierno (de abril a diciembre) del sistema de conducción de agua, propio del sistema de riego prácticamente en subutilización durante este época del año, con el propósito de generar electricidad medida en kilo watts (kW) y kilo watts hora (kWh), siendo esto el producto final.

El kilo watt es una unidad que generalmente expresa la potencia requerida por un mecanismo eléctrico para su funcionamiento. Desde el punto de generación, representa la cantidad de potencia que una central hidroeléctrica puede generar al convertir la energía hidráulica en mecánica.

El kilo watt hora es una unidad que mide la energía (1000 watts) que un mecanismo o instalación eléctrica puede consumir por hora. A nivel de generación equivale a la cantidad

de energía (kWh) que una central –en este caso hidroeléctrica- puede generar durante un periodo de tiempo.

A nivel de mercado eléctrico costarricense, ambas unidades son la base con que se calcula el consumo de electricidad tanto a nivel residencial como industrial, es por ello que el producto final del proyecto es la electricidad que la o las centrales hidroeléctricas puedan ofrecer a las instalaciones más cercanas al punto de generación medido tanto en kilo watts como kilo watts hora.

#### b) Definición Lugares e Instalaciones Beneficiadas

Normalmente en el estudio de mercado no se incluye aspectos relacionaos con la definición del sitio del proyecto, sin embargo, para este en particular en el estudio de mercado, además de definir el producto se definieron de previo los lugares en donde se establecería el proyecto, con el propósito de definir tanto el consumo histórico de energía (kWh y kW) como la proyección de consumo en los 20 años siguientes al establecimiento del mismo.

La selección de instalaciones beneficiadas se realizo considerando el potencial de generación del lugar basado en sus condiciones particulares (caudal y caída neta), además se consideró el tipo de instalación existente incluyendo el consumo de energía y potencia, de tal forma que exista relación entre la cantidad de electricidad producida y la consumida.

Además de seleccionar el lugar, se clasificaron las instalaciones presentes en cada uno de los puntos de acuerdo al medidor de electricidad colocado por el I.C.E, de tal forma se pueda determinar el consumo histórico y futuro de cada una las inflaciones y compararlo con el potencial eléctrico generado por la o las centrales hidroeléctricas establecidas por el proyecto.

Es así como se establecieron los siguientes lugares y tipos de instalaciones para ser considerados en el establecimiento de las pequeñas centrales hidroeléctricas (Ver tabla 14):

**Tabla 14** Lugares e instalaciones beneficiadas de las plantas de autogeneración eléctrica

<b>Id. Punto Generación</b>	<b>Nombre del Lugar</b>	<b>Finca</b>	<b>Instalaciones Beneficiadas</b>
1	Santa Fe	Santa Fe	Planta Empacadora
			Oficinas
			Talleres
			Bodega
2	Verde Vigor	Santa Fe	Aserradero
			Oficinas
			Bodega
3	Sonador	Santa Fe	Planta Empacadora
			Oficinas
			Talleres
			Bodega
4	Volcán	Volcán	Oficinas
			Talleres
			Bodega

Fuente: Elaboración Propia

c) Consumo Actual

Una vez seleccionados los puntos e instalaciones beneficiadas con las plantas de generación hidroeléctrica, se realizó una revisión histórica del consumo tanto de energía como de potencia de cada una de estas instalaciones desde 1998 (Volcán) y 2008 (Santa Fe, Verde Vigor y Sonador), con el propósito de poder determinar tanto el consumo histórico como el presente y futuro, seguidamente se tendrá el insumo requerido para posteriormente comparar la cantidad de energía y potencia requerido versus el potencial de generación de las plantas hidroeléctricas.

Para dicha revisión se tomó como referencia la cantidad de kilo watts (potencia) y kilo watts hora (energía) de cada uno de los recibos pagados al I.C.E mes a mes para cada uno de los medidores de las instalaciones seleccionadas.

Finalmente, como consumo actual se definió el registro del 2010, es el año, que más se acerca a la realidad actual y contempla además los incrementos recientes en el consumo de electricidad producto de ampliaciones operativas y estructurales en algunas instalaciones.

El consumo actual de cada una de las instalaciones seleccionadas se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 15** Registro de consumo actual por instalación y posible lugar de generación

Rubro	Santa Fe				Verde Vigor			Sonador	Volcán
	Planta Empacadora (000786)	Oficinas (005428)	Taller y Bodega (005430)	Total	Aserradero (000226)	Oficinas y Bodega (962076)	Total	Planta Empacadora, Bodega, Taller y Oficinas (958677)	Taller y Bodega (458639)
Promedio Energía/Mes (kWh)	33.076	4.895	2.507	40.478	8.331	777	9.108	73.651	6.811
Promedio Demanda (kW)	108	19	5	132	73	0	73	223	22
Demanda Máxima (kW)	113	20	9	142	78	0	78	236	40
Costo Promedio Mensual (¢/mes)	¢4.556.833	¢572.782	¢357.702	5.487.318	¢1.639.225	¢107.989	1.747.214	7.004.969	720.427
Costo/kWh (¢)	¢138	¢117	¢143	¢136	¢197	¢139	¢192	¢95	¢106
Consumo Energía/Año (kWh)	396.914	58.745	30.082	485.740	99.975	9.323	109.298	883.815	81.737

Fuente: Departamento de Ingeniería, PINDECO Pacífico

Como se muestra en la tabla anterior, las instalaciones que consumen más energía y potencia son las empacadoras ubicadas en Santa Fe y Sonador. Dentro de los lugares o puntos seleccionados, el de mayor consumo es Sonador y el menor es Volcán, hechos importantes a considerar al realizar tanto el estudio técnico como financiero.

d) Proyección de Consumo Futuro

Tomando como base el consumo actual para cada una de las instalaciones de previo seleccionadas y analizando con los involucrados, en el tema de manejo del consumo de electricidad y de infraestructura a nivel de PINDECO Pacífico, se estimó el posible crecimiento a nivel de infraestructura o modificaciones operativas a suceder en los próximos años, así como su posible impacto en el consumo de energía y potencia en los diez años posteriores al establecimiento del proyecto, mismas que se resumen en la tabla 16.

**Tabla 16** Crecimiento porcentual en consumo (demanda y potencia) anual hasta el 2026 por instalación

Punto de Generación	Instalación	Año Incremento	Incremento Porcentual
Santa Fe	Empacadora	2013	49%
	Oficinas	2017	5%
	Taller y bodega	2017	5%
Verde Vigor	Aserradero	2012	100%
	Oficinas y Bodegas	2017	5%
Sonador	Todas	2012	64%
Volcán	Taller y bodega	2017	5%

Fuente: Elaboración Propia

Resulta evidente que las instalaciones con mayor crecimiento en los siguientes años serían:

- Empacadora de Santa Fe, producto de la colocación de un nuevo sistema de bombeo desde un pozo subterráneo y un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Aserradero de Verde Vigor, el cual tiene proyectado duplicar su producción a partir del 2012, esto implica jornadas de trabajo las 24 horas del día a diferencia de solo una jornada diurna de ocho horas como la actual.
- Empacadora de Sonador, misma que será ampliada prácticamente al doble de su capacidad actual a partir del 2012 con fines operativos.

Este comportamiento también resulta clave al momento de comparar la oferta potencial de las nuevas plantas de generación contra el consumo esperado de las instalaciones beneficiadas tanto en el presente como en el mediano plazo, analizado posteriormente en el estudio técnico.

e) Costo Histórico por Kilo Watt (Tarifas I.C.E)

Las instalaciones de PINDECO como la mayoría en la Zona Sur de Costa Rica se abastecen de electricidad por medio del servicio suministrado por el I.C.E, el cual posee diferentes tarifas acorde a las necesidades y el consumo que sus clientes registran. Es así como para el caso de los clientes de tipo industrial como PINDECO se tienen las tarifas de

carácter general para instalaciones convencionales (oficinas por ejemplo) y de media tensión (T-MT) en donde la tensión eléctrica de sus instalaciones está entre los 1000 y 34.500 voltios (Ver tablas 17 y 18).

**Tabla 17** Tabla de tarifas generales oficiales para el I.C.E 2011

Para consumos menores o iguales que 3 000 kWh	
Por cada kWh	¢ 67
Cargo por energía, por cada kWh	¢ 34
Cargo por potencia, por cada kW	¢ 8 002

Fuente: I.C.E, 2011

**Tabla 18** Tabla de tarifas de tipo tensión media (T-MT) oficiales para el I.C.E 2011

Cargo por potencia por cada kilovatio	
Período punta	¢ 9 686
Período valle	¢ 6 763
Período nocturno	¢ 4 331
Cargo por energía, por cada kWh	
Período punta	¢ 60
Período valle	¢ 22
Período nocturno	¢ 14

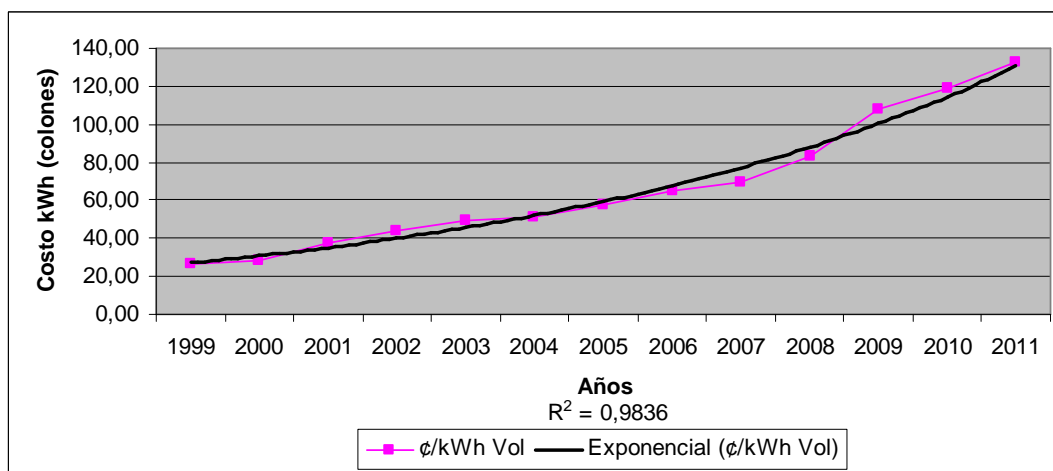
Fuente: I.C.E, 2011

Si se analiza los consumos de energía y potencia de cada una las instalaciones seleccionadas, resulta evidente que existen registros de alto consumo que califican como T-MT acompañados de algunos consumos más moderados y que son considerados dentro de la tarifa general.

Si bien es cierto, esta información resulta importante debido a que el comportamiento histórico de los costos eléctricos de cada una de las instalaciones varía dependiendo de su condición de consumo, para efectos del análisis del presente estudio se efectuó una simple operación aritmética, que contempló el dividir el costo total del importe de cada recibo entre los kilo watts hora del mismo, de tal forma se pueda obtener una unidad estándar para representar el costo/kWh, dicho costo se comparó de forma general y anualmente a partir del 2008 (Santa Fe, Verde Vigor y Sonador) y 1998 (Volcán) (Ver figura 9).



El I.C.E emplea diferentes fuentes energéticas para suplir las necesidades de sus clientes y con base a estas es que establece el monto de sus diversas tarifas, sin embargo para el análisis de este apartado no se detalla este factor, y el monto obtenido por kWh representa un valor de referencia real sobre el cual se comparará más adelante en el estudio el costo de producción por medio de las microcentrales y el costo actualmente incurrido con el I.C.E.



**Figura 9** Costo histórico ¢/kWh para instalaciones de Volcán desde 1999

Fuente: Departamento de Ingeniería, PINDECO Pacífico

Dicho comportamiento histórico resulta clave, ya que, provee información que permite comparar posteriormente de forma financiera el costo por kilo watt que PINDECO debe (actualmente) y debería (años posteriores al establecimiento del proyecto de autogeneración) pagar al I.C.E versus el costo que eventualmente le costaría la electricidad autogenerada y con ello plantear el potencial de ahorro esperado.

f) Proyección Costo por Kilo Watt Futuro (Tarifas I.C.E)

Una vez obtenido el costo/kWh (¢) histórico para cada una de las instalaciones, se estableció una línea de tendencia que correlacionara las variaciones anuales, de tal forma se pueda establecer de forma bastante acertada el comportamiento a futuro del costo que eventualmente las mismas instalaciones deberían pagar al I.C.E. De esta forma se obtuvo que la correlación de la tendencia exponencial se relacionada de forma muy cercana, tal y como se demuestra en la tabla 19.

**Tabla 19** Correlación (R2) para diferentes tipos de líneas de tendencia

Tipo de Tendencia	Correlación (R2)
Exponencial	0,984
Polinómica	0,982
Lineal	0,923
Potencial	0,8884
Logarítmica	0,713

Fuente: Elaboración Propia

Con este parámetro se procedió a aplicar la misma tendencia exponencial a los datos históricos y con ello proyectar el costo/kWh (¢) en los 20 años posteriores al establecimiento del proyecto, tal y como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 20** Proyección Costo/kWh según tarifa del I.C.E hasta el 2036

Año	Costo/kWh (¢)
2016	250,13
2017	289,93
2018	332,70
2019	381,24
2020	435,49
2021	490,44
2022	552,76
2023	635,00
2024	728,79
2025	835,41
2026	956,06
2027	1093,74
2028	1247,03
2029	1420,23
2030	1617,90
2031	1846,20
2032	2108,73
2033	2411,45
2034	2760,60
2035	3155,98
2036	3599,80

Fuente: Elaboración Propia

Es importante anotar que a pesar de que el estudio de factibilidad para el establecimiento del proyecto de autogeneración se realiza en el 2011, no es sino hasta el 2016 en que este podría iniciar, debido a todo el proceso burocrático que el mismo debe sobrellevar para su puesta en marcha, de ahí la amplia proyección realizada y para efectos de análisis se consideraran las líneas resaltadas en amarillo.

## 2. Estudio Técnico

El objetivo principal de este estudio es establecer de forma acertada la posibilidad técnica del proyecto propuesto y se orienta a verificar los requerimientos y posibilidades técnicas para generar el producto planteado en el estudio de mercado. Además el detalle de requerimientos de infraestructura asociados tanto al costo de inversión como de operación constituye la principal base para desarrollar el estudio financiero.

### a) Definición de Puntos de Generación

El punto preciso en donde serán colocados los puntos de generación es el primer eslabón calve en el éxito técnico y por ende financiero del proyecto, ya que, tiene relación directa con el potencial de generación de cada una de las futuras plantas hidroeléctricas, además sobre los componentes de infraestructura y por ende en el monto de inversión y de mantenimiento.

El criterio de selección contempló un balance entre aprovechar las mayores caídas netas (altura neta) y caudales del sistema, de tal modo se maximice el potencial de generación. Al mismo tiempo, se consideró obtener la mayor cercanía a las instalaciones beneficiadas de la autogeneración eléctrica, ya que, el costo del tendido eléctrico de interconexión representaría un costo significativo para el proyecto. Es así como se seleccionaron 4 puntos con el mayor potencial de generación posible, tal y como se analizará en el punto b del estudio técnico, los mismos se muestran a nivel de mapa en el apéndice B y a nivel de coordenadas en la tabla 21.

**Tabla 21** Ubicación en coordenadas los puntos de generación seleccionados

Punto de Generación	Lugar	Finca	Ubicación Eje X	Ubicación Eje Y
1	Santa Fe	Santa Fe	541.559	1.028.182
2	Verde Vigor	Santa Fe	552.928	1.024.468
3	Sonador	Santa Fe	556.062	1.021.532
4	Volcán	Volcán	559.481	1.018.225

Fuente: Elaboración Propia con la colaboración del Departamento de Ingeniería de PINDECO Pacífico

b) Estimado Potencial de Generación

Una vez seleccionados los puntos de generación se procedió a calcular el potencial de generación de cada uno de ellos, el cual debe contemplar los siguientes factores:

- Diámetros y longitudes de tubería del sistema de conducción.
- Caudal esperado acorde al diámetro de tubería.
- Altura sobre el nivel del mar en cada uno de los puntos más relevantes del sistema de conducción como reservorios, quiebra gradientes, cambios en los diámetros de tubería y por supuesto puntos de generación.
- Diámetro final de la tubería de conducción a la llegada al punto de generación.
- Material de la tubería del sistema de conducción.
- Eficiencia esperada del sistema de generación, basado en los datos proveídos por el proveedor de los componentes del sistema de generación. Dichos datos son extraídos del manual del fabricante.
- Cantidad de horas por día, días al mes y meses al año en que el sistema de generación funcionaría.
- Eficiencia de funcionamiento esperado. Dato obtenido de la información histórica del funcionamiento de los sistemas de irrigación de las fincas. Cabe mencionar que la eficiencia del sistema en Finca Santa Fe (Santa Fe, Verde Vigor y Sonador) tiene un valor diferente y menor en comparación a Volcán, debido a que el diseño y materiales es de menor calidad, lo que desfavorece la eficiencia del funcionamiento.
- Factor "C" Willimas-Hanzen específico para cada material de tubería.

Una vez conjuntada esta información por medio de diversas fuentes como opinión de expertos en el tema de hidráulica y generación eléctrica, datos proveídos por parte del Departamento de Ingeniería y datos de campo recolectados durante el análisis de este

proyecto, se consolidaron en una sola matriz que provee como dato primordial el potencial de generación de cada uno de las posibles plantas, tal y como se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22** Estimación teórica potencial de generación eléctrica/zona de acuerdo a concesión y capacidad sistema conducción actual

Infraestructura Incluida	Santa Fe	Verde Vigor	Sonador	Volcán
	<i>Empacadora, oficinas y taller</i>	<i>Aserradero, oficinas y bodega</i>	<i>Empacadora, bodega y taller</i>	<i>Oficinas, bodega y taller</i>
Longitud Total Tubería (ml)	2.323	3.049	1.575	4.228
Diámetro Tubería Llegada (pulgadas)	10	10	10	15
Caudal Disponible/Tubería(m <sup>3</sup> /s)	0,076	0,076	0,076	0,171
Diferencia Altura (m)	134,11	37,42	19,92	163,33
Eficiencia Sistema Conducción (%)	93%	75%	62%	90%
Eficiencia Esperada Sistema Generación (%)	85%	85%	85%	85%
Potencial Generación Tubería/hora (Kw)	64,0	8,4	15,0	15,0
Meses/Año (solo de abril a diciembre)	9	9	9	9
Disponibilidad Funcionamiento (%)	48%	48%	48%	60%
Potencial Generación Tubería/Mes (kWh)	22.118	2.903	5.184	6.480
Potencial Generación Tubería/Invierno (kWh)	199.066	26.127	46.656	58.320

Fuente: Elaboración Propia

Después de analizar la tabla 22, resalta el hecho que el punto número 1 correspondiente a Santa Fe, es el que posee el mayor potencial de generación, así como también Verde Vigor es el que posee el menor, debido principalmente a la relación de caudal disponible y diferencia de altura neta. Es importante además, analizar con detenimiento al momento del estudio financiero las implicaciones técnicas y sobre todo a nivel de inversión el punto ubicado en Verde Vigor y Sonador, ya que, el potencial es bastante bajo, por lo que es muy probable que el costo/kW sea mucho más alto que en los otros.

### c) Comparativo Potencial de Generación-Proyección de Consumo

Analizar los datos de potencial de generación de cada central de forma aislada no tiene mayor significado si no son comparados con las necesidades de energía y potencia de cada una de las instalaciones seleccionadas por punto de generación. Es por ello que en la tabla 23 se compara el potencial de generación contra el consumo actual tanto en potencia como energía de las instalaciones aledañas, con el propósito de identificar el porcentaje de consumo que eventualmente las centrales de autogeneración podrían proveer.

**Tabla 23** Comparativo entre potencial de generación vrs consumo actual (Energía y Potencia), por punto

Rubro	Santa Fe				Verde Vigor				Sonador				Volcán			
	Empacadora, oficinas y taller				Aserradero, oficinas y bodega				Planta Empacadora, Bodega, Taller y Oficinas				Taller y Bodega (458639)			
	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %
Promedio Energía/Mes (kWh)	22.118	40.478	-18.360	-45%	2.903	9.108	-6.205	-68%	5.184	73.651	-68.467	-93%	7.776	6.811	965	14%
Promedio Demanda (kW)	64	132	-68	-52%	8	73	-64	-88%	15	223	-208	-93%	18	22	-4	-17%
Demanda Máxima (kW)	64	142	-78	-55%	8	78	-69	-89%	15	236	-221	-94%	18	40	-22	-55%
Consumo Energía/Año (kWh)	199.066	485.740	-286.675	-59%	26.127	109.298	-83.171	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	81.737	-11.753	-14%

Fuente: Elaboración Propia

Es así como se demuestra el gran potencial que tiene las diferentes centrales para generar gran parte de la energía y potencia que consumen actualmente sus instalaciones, sin embargo, el punto ubicado en Verde Vigor y Sonador el aporte que harían las centrales sería bajo en comparación a lo requerido (ver tabla 24), asunto crucial a considerar al momento de realizar el estudio financiero y determinar la relación costo beneficio.

**Tabla 24** Comparativo entre potencial de generación versus consumo actual (Energía y Potencia), por punto del 2016 al 2036

Año	Santa Fe				Verde Vigor				Sonador				Volcán			
	<i>Empacadora, oficinas y taller</i>				<i>Aserradero, oficinas y bodega</i>				<i>Planta Empacadora, Bodega, Taller y Oficinas (958677)</i>				<i>Taller y Bodega (458639)</i>			
	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %	Potencial Generación	Consumo Esperado	Diferencia Absoluta	Diferencia %
2016	56.876	681.177	-624.301	-92%	7.465	109.298	-101.833	-93%	13.330	883.815	-870.485	-98%	19.995	81.737	-61.742	-76%
2017	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2018	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2019	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2020	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2021	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2022	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2023	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2024	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2025	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2026	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2027	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2028	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2029	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2030	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2031	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2032	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2033	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2034	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2035	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%
2036	199.066	687.405	-488.340	-71%	26.127	109.765	-83.637	-76%	46.656	883.815	-837.159	-95%	69.984	85.824	-15.840	-18%

Fuente: Elaboración Propia



d) Instalaciones Requeridas

Una vez determinada los puntos donde deben estar ubicados las futuras centrales hidroeléctricas así como el potencial de generación, es el momento para establecer las necesidades de infraestructura requeridas para la puesta en marcha de cada una de las centrales, en donde además se deben considerar los siguientes aspectos:

- Ubicación exacta de la central de generación.
- Distancia de la tubería del sistema de conducción desde el punto de salida hasta el punto de generación.
- Diámetro de llegada de la tubería del sistema de conducción al punto de generación.
- Caída neta y caudal disponible para la generación eléctrica.
- Distancia desde el punto de generación hasta el medidor en donde se conectaría el cableado de la central de generación con el sistema de distribución del I.C.E.
- Tipo de acometida requerido por las instalaciones beneficiadas. Ya sea trifásica o monofásica.

Es así como en la tabla 25 se establecen los diferentes conceptos (requerimientos), su descripción y cantidad, así como el costo para cada punto de generación.

**Tabla 25** Detalle de inversiones requeridas a nivel de infraestructura y equipo

**Parte A**

Rubro	Costo total instalado (\$)	Punto 1 (Santa Fe)		Punto 2 (Verde Vigor)		Punto 3 (Sonador)		Punto 4 (Volcán)		TOTAL	
		Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total Inversión 2016 (\$)
Tubería Principal HD 10"	\$97	0	\$0	0	\$0	150	\$14.616	0	\$0	150	\$14.616
Tendido Eléctrico para Interconexión (incluye cableado, transformadores, posteo, instalación y demás accesorios requeridos)	\$59.406	3,45	\$205.069	3,13	\$186.178	0,01	\$297	2,41	\$143.406	9,01	\$534.950
Casa de Máquinas (Incluye paredes, techo, puertas, estructura metálica, diseño y mano de obra)	\$495	12	\$5.941	12	\$5.941	12	\$5.941	12	\$5.941	48	\$23.762
Canal de Desfogue	\$100	5	\$500	60	\$6.000	15	\$1.500	15	\$1.500	95	\$9.500
Turbina marca Cornell Pump Co., modelo 4TR3-F18DB de hierro fundido con rodete de bronce, sello mecánico. +Generador de inducción 75 KW, 1800 rpm, 3 fases, 240/480, 60 Hz ODP	\$45.448	1	\$45.448	0	\$0	0	\$0	0	\$0	1	\$45.448
Valvula mariposa marca Henry Pratt, 10", MKII con Duracyl, valvula solenoide de cuatro vias, control de velocidad de apertura y cierre, switch de limite	\$4.298	1	\$4.298	0	\$0	1	\$4.298		\$0	2	\$8.596
Valvula mariposa, 8"	\$3.859	1	\$3.859	0	\$0	1	\$3.859	1	\$3.859	3	\$11.577
Junta de expansion Metraflex, reduccion concentrico, 8 x 4 x 8	\$785	1	\$785	0	\$0	1	\$785	0	\$0	2	\$1.570

**Parte B**

Rubro	Costo total instalado (\$)	Punto 1 (Santa Fe)		Punto 2 (Verde Vigor)		Punto 3 (Sonador)		Punto 4 (Volcán)		TOTAL	
		Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total (\$)	Unidades Requeridas	Costo Total Inversión 2016 (\$)
Varillas de Control para junta de expansion	\$166	1	\$166	0	\$0	1	\$166	0	\$0	2	\$332
Panel de Control y Proteccion	\$11.628	1	\$11.628	0	\$0	0	\$0	0	\$0	1	\$11.628
Coneccion especial suplir agua a la turbina (img242)	\$7.738	1	\$7.738	1	\$7.738	1	\$7.738	1	\$7.738	4	\$30.952
Turbina marca Cornell Pump Co., modelo 2.5TR1-F16, resto igual a Punto 1. Generador de inducción 10 KW	\$28.156	0	\$0	1	\$28.156	0	\$0	0	\$0	1	\$28.156
Valvula mariposa 16"	\$6.782	0	\$0	1	\$6.782	0	\$0	0	\$0	1	\$6.782
Valvula mariposa 6"	\$3.686	0	\$0	1	\$3.686	0	\$0	0	\$0	1	\$3.686
Junta de expansion Metraflex, reduccion 6 x 2.5 x 6	\$680	0	\$0	1	\$680	0	\$0	0	\$0	1	\$680
Varillas de Control para junta de expansion	\$124	0	\$0	1	\$124	0	\$0	0	\$0	1	\$124
Panel de Control y Proteccion	\$10.260	0	\$0	1	\$10.260	1	\$10.260	1	\$10.260	3	\$30.780
Turbina marca Cornell Pump Co., modelo 4TR2-F18DB, resto igual a Punto 1. Generador de inducción 20 KW, 1200 rpm	\$32.686	0	\$0	0	\$0	1	\$32.686	0	\$0	1	\$32.686
Turbina marca Canyon Hydro, modelo 1051-1 tipo Pelton+Generador de inducción de 18.6 KW, 1800 rpm, 3 fases, 480 VAC, 60 Hz	\$47.539	0	\$0	0	\$0	0	\$0	1	\$47.539	1	\$47.539
Valvula mariposa 18"	\$12.154	0	\$0	0	\$0	0	\$0	1	\$12.154	1	\$12.154
Junta de expansion Metra Flex Metra-Mini modelo MM0800 8 x 12	\$598	0	\$0	0	\$0	0	\$0	1	\$598	1	\$598
Reduccion de hiero 8 x 4 con bridas	\$300	0	\$0	0	\$0	0	\$0	1	\$300	1	\$300
<b>TOTAL INFRAESTRUCTURA</b>			<b>\$211.510</b>		<b>\$198.119</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$22.354</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$150.847</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$582.829</b>
<b>TOTAL EQUIPO E INMOBILIA</b>			<b>\$73.922</b>		<b>\$57.426</b>		<b>\$59.792</b>		<b>\$82.448</b>		<b>\$273.588</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$285.432</b>		<b>\$255.545</b>		<b>\$82.146</b>		<b>\$233.295</b>		<b>\$856.417</b>

Fuente: Elaboración Propia.

e) Costos y Cronograma de Inversiones

Con el monto de inversión definido, se procede a establecer el momento idóneo para realizar las compras e instalaciones de los componentes de cada una de las centrales de generación, para lo cual se consideró los siguientes criterios:

- Tiempo requerido para la realización de los trámites previos al inicio de la construcción e instalaciones de la infraestructura requerida. Esto debido principalmente a que para este tipo de proyectos se requiere un plazo importante tan solo para llegar los permisos de instalación y construcción requeridos.
- Una vez definido la fecha o el periodo más o menos probable para su ejecución se debe ubicar una época climatológicamente hablando idónea para la realización de las obras, esto principalmente debido a que este tipo de edificaciones requieren de condiciones preferiblemente secas para obtener mejor eficiencia a nivel de tiempo y costo.

A nivel de empresa el tema de las inversiones son manejadas de forma muy rigurosa y calendarizada por lo menos anualmente, sin embargo, como cualquier proyecto de inversión dentro de Del Monte una vez que un proyecto de inversión es aprobado, no se tiene límites específicos para los respectivos desembolsos, es decir para este proyecto se parte del supuesto que no existe limitante financiera de la empresa para la puesta en marcha del proyecto siempre y cuando este sea financieramente viable o que tenga impacto importante positivo en algunos de los objetivos estratégicos de la compañía.

Es así como se establece en la Tabla 26 el cronograma de inversiones y por ende de desembolsos que deben ser sufragados para la puesta en marcha del proyecto.

La instalación y por ende el inicio de labores de los generadores de cada uno de los puntos de generación seleccionados será simultáneo, esto con el propósito de minimizar los costos de instalación, aprovechando además el pequeño tamaño de las centrales y la poca afectación que la instalación de las centrales le ocasionaría al sistema de irrigación de cada una de las operaciones.

**Tabla 26** Cronograma de inversiones, según requerimientos del proyecto de autogeneración eléctrica

<b>Rubro</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Tramitología</b>	\$0	\$19.444	\$23.332	\$23.332	\$7.777	\$3.889	\$77.775
<b>Infraestructura</b>	\$0	\$0	\$0	\$0	\$145.707	\$437.122	\$582.829
<b>Equipo</b>	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$273.588	\$273.588
<b>TOTAL</b>	\$0	\$19.444	\$23.332	\$23.332	\$153.485	\$714.598	<b>\$934.191</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3. Estudio Legal-Ambiental

El propósito de este estudio es determinar los aspectos legales relacionados también con el plano ambiental muy vigente en nuestros tiempos y que deben considerarse en el proyecto.

#### a) Marco Regulatorio del Proyecto

El proyecto una vez establecido tiene como propósito generar parte del consumo eléctrico de algunas instalaciones de PINDECO es decir, el presente proyecto tiene un propósito enteramente de autoconsumo, es por ello que el mismo se enmarca dentro del “Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo” el cual es un programa limitado de escala experimental, diseñado por el ICE, aplicado a sus clientes, para estimular la instalación de pequeños sistemas de generación distribuida basados en fuentes renovables. Tiene el doble propósito de estudiar tanto las nuevas tecnologías, como el efecto de la generación distribuida sobre las redes (ICE, 2011).

Está claro que a futuro el proyecto de autogeneración pueda convertirse en un proyecto de generación eléctrica que venda su producto; la electricidad a organizaciones de distribución eléctrica como el I.C.E, sin embargo por la inexperiencia de la empresa en este tipo de proyectos, además de que la naturaleza del negocio de PINDECO en la actualidad es diferente al producto del proyecto, definitivamente se tomará como único propósito la autogeneración eléctrica.

#### b) Leyes y Reglamentos Vinculantes

Previo a la determinación de los aspectos legales más relevantes, es importante tener claridad sobre los diferentes actores y sus competencias en la temática de generación hidroeléctrica a pequeña escala en Costa Rica, aspectos resumidos en la tabla 27.

Leyes y reglamentos relacionados con trámites meramente ambientales son uno de los componentes legales más importantes para el proyecto, debido a su necesidad inherente de explotar un recurso natural crucial como es el agua, el cual se encuentra regulado tanto por la Ley de Aguas como la Forestal y Ley Orgánica del Ambiente tramitados con el SETENA y Departamento de Aguas. Así también aspectos relacionados con permisos de construcción y por su puesto la generación, consumo y distribución de electricidad por alguna entidad para autoconsumo, son componentes también claves a ser considerados para su gestión previa y durante la ejecución del proyecto, que deben ser tramitados con el I.C.E, M.S, Municipalidades y C.F.I.A.

**Tabla 27** Listado de leyes, reglamentos y decretos vinculantes a proyectos de generación eléctrica para autoconsumo

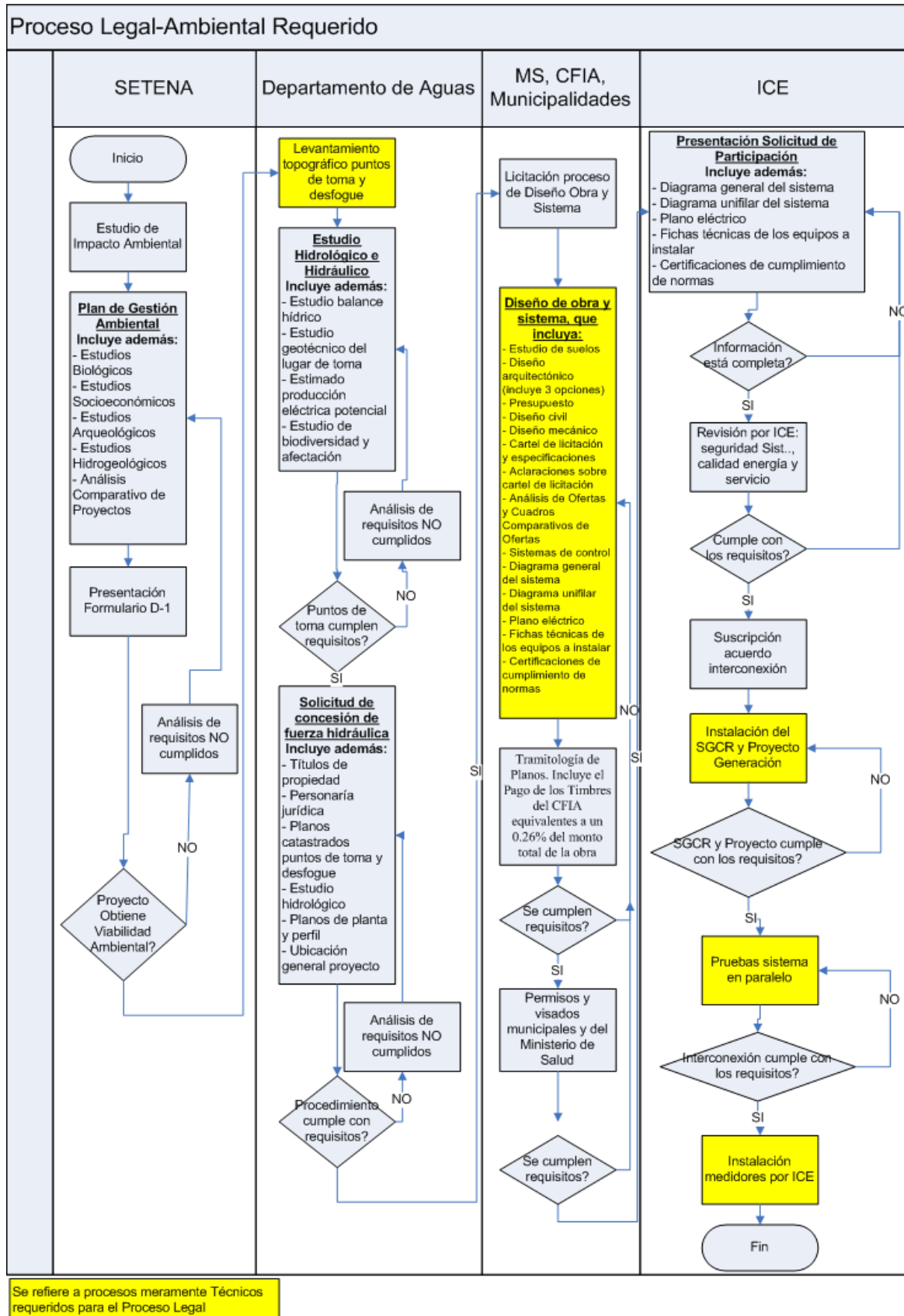
Item	Ley, Reglamneto o Decreto	Entidad Ejecutora
1	Ley orgánica del colegio federado de ingenieros y de arquitectos	C.F.I.A
2	Reglamento para la contratación de servicios de consultoría en ingeniería y arquitectura	C.F.I.A
3	Decreto Ejecutivo N° 18636-MOPT	C.F.I.A
4	Reglamento de empresas consultoras y constructoras	C.F.I.A
5	Decreto Ejecutivo No. 17481-MOPT	C.F.I.A
6	Reglamento de planos tipo	C.F.I.A
7	Reglamento para el trámite de planos y la conexión de los servicios eléctricos, telecomunicaciones y de otros en edificios	C.F.I.A
8	Reglamento especial del administrador de proyectos de construcción (apc) del colegio federado de ingenieros y de arquitectos	C.F.I.A
9	Reglamento para el Trámite de Revisión de los Planos para la Construcción (N° 36550-MP-MIVAH-S-MEIC)	CFIA, AyA, I.C.E, M.S, M.O.P.T, INVHU
10	Ley General de Salud N° 5395, Artículos 276, 287, 289, 309, 312, 323.	MS
11	Ley Forestal N° 7575, Artículos 33 y 34.	MINAET, SETENA
12	Ley de Construcciones N° 833 del 4 de noviembre de 1949, Artículos 1, 2, 18, 28, 74, 75 y 83.	C.F.I.A
13	Ley del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados N° 2726 del 14 de abril de 1961 y sus reformas, Artículo 21.	AyA
14	Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, Artículo 17.	MINAET, SETENA
15	Código Municipal N° 7794, Artículo 179.	Municipalidades
16	Reglamento para el trámite de visado de planos para la construcción, Decreto Ejecutivo N° 27967-MP-MIVAH-S-MEIC.	C.F.I.A
17	Reglamento para el trámite de planos y la conexión de los servicios eléctricos, teleunicaciones y de otros en edificios. Gaceta N° 39 del 25 de febrero de 1999	C.F.I.A
18	Decreto Ejecutivo 34375-MINAE-2007	MINAET, SETENA
19	Decreto Ejecutivo 32712-MINAE-2005	MINAET, SETENA
20	Decreto Ejecutivo 35550-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC-2009	MINAET, SETENA
21	Decreto canon por concepto de aprovechamiento de aguas N° 32868-MINAE del 30 de enero 2006	MINAET, DA
22	Ley de Aguas No. 276 del 26 de agosto de 1942	MINAET, DA
23	Ley de Co-Generación Hidroeléctrica No. 7200 y No. 7520:	MINAET, DA, ICE
24	Manual Técnico del Departamento de Aguas del 20 de mayo del 2004	MINAET, DA, ICE
25	Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo	ICE

Fuente: Elaboración Propia

c) Proceso Legal Requerido

Con la identificación de las leyes, reglamentos y decretos vinculantes mas el apoyo de expertos en temas legales, ambientales y procedimientos a seguir, se procedió a estructurar de forma esquemática y procesal los componentes legales más relevantes, esto como una forma práctica para comprender de forma precisa las implicaciones a nivel de requisitos, costos y tiempo de todo el proceso legal requerido, tal y como se muestra en la figura 7. Dicho proceso contempla además la realización de aspectos meramente técnicos, importantes para poder seguir con los procesos legales y ambientales.

Es clave entender este proceso para realizar la gestión más adecuada de los involucrados, riesgos y demás componentes del planeamiento del proyecto posteriormente.



**Figura 10** Diagrama de flujo del proceso legal requerido para la instalación de proyectos de autogeneración  
Fuente: Elaboración Propia.



d) Matriz de Trámites Legales

Resulta evidente la intrincada y muy laboriosa gestión que se requiere para hacer una adecuada consecución de los trámites legales, a lo cual queda pendiente agregar no solo las implicaciones monetarias de cada rubro, sino también el tiempo requerido para cada uno de ellos así como los responsables de su ejecución, insumo además clave no solo para el análisis financiero posterior si no para la planificación completa de la ejecución del proyecto.

La matriz expuesta a continuación, expresa de forma resumida todos estos factores claves durante cada uno de los componentes legales involucrados en el proyecto.

Es importante considerar las implicaciones monetarias que conlleva el desarrollo de cada uno de los componentes legales-ambientales del mismo, ya que, sin lugar a duda resulta evidente el fuerte impacto que estos rubros pudiesen tener en su factibilidad, analizado mediante el estudio financiero posterior.

**Tabla 28** Matriz de trámites legales requeridos por el proyecto de autogeneración

Rubro	Ente Externo Responsable	Responsable PINDECO	Responsable Externo	Costo ¢	Costo \$	Tiempo Estimado Duración (Meses)	Observaciones
Estudio de Impacto Ambiental	SETENA	Supervisor Ingeriría-Responsable Ambiental-Abogado Interno	Empresas o Profesionales Consultores	¢20.000.000	\$39.604	3	
Plan de Gestión Ambiental	SETENA	Supervisor Ingeriría-Responsable Ambiental-Abogado Interno	Empresas o Profesionales Consultores	¢6.000.000	\$11.881	4	
Formulario D-1	SETENA	Supervisor Ingeriría-Responsable Ambiental-Abogado Interno	-	¢1.818.000	\$3.600	15	Incluye todo el proceso de revisión llevado a cabo por la SETENA, así como todos sus anexos
Planos catastrados puntos de toma y desfogue	Departamento de Aguas-MINAET	Supervisor Ingeriría	Empresas o Profesionales Consultores	¢690.810	\$1.368	3	Equivale 0,5 % del valor total de la obra
Estudio hidrológico e hidráulico	Departamento de Aguas-MINAET	Supervisor Ingeriría-Responsable Ambiental	Empresas o Profesionales Consultores	¢3.500.000	\$6.931	3	Incluye además: Estudio balance hídrico, Estudio geotécnico del lugar de toma, Estimado producción eléctrica potencial, Estudio de biodiversidad y afectación
Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	Departamento de Aguas-MINAET	Supervisor Ingeriría-Responsable Ambiental-Abogado Interno	-	¢0	\$0	12	Incluye todo el proceso de revisión llevado a cabo por DA MINAET, así como todos sus anexos
Diseño de obra y sistema	-	Supervisor Ingeriría	Empresas o Profesionales Consultores	¢6.908.097	\$13.679	1,5	Equivale al 5% del valor total de la obra/ Incluye; Estudio de suelos, Diseño arquitectónico, Presupuesto, Diseño civil, Diseño mecánico, Cartel de licitación y especificaciones, Aclaraciones sobre cartel de licitación, Análisis de ofertas y cuadros comparativos, Sistemas de control, Diagrama general del sistema, Diagrama unifilar del sistema, Plano eléctrico, Fichas técnicos de los equipos a instalar, Certificaciones de cumplimiento de normas
Tramitología de Planos	CFIA	Supervisor Ingeriría	Empresas o Profesionales Consultores	¢359.221	\$711	0,5	Incluye el Pago de los Timbres del CFIA equivalentes a un 0,26% del monto total de la obra
Permisos y visados municipales	Municipalidades	Supervisor Ingeriría	-	¢1.381.619		0,5	Equivale al 1% del costo total de la obra
Permisos ICE, MS y AyA	ICE, MS y AyA	Supervisor Ingeriría	-	¢0	\$0	2	
Presentación solicitud de participación	ICE	Supervisor Ingeniería-Técnico Mantenimiento	-	¢0	\$0	1	
Suscripción de acuerdo de interconexión	ICE	Supervisor Ingeriría, Abogado Interno-Gerente General	-	¢0	\$0	1	
<b>TOTAL</b>				<b>¢40.657.747</b>	<b>\$77.775</b>	<b>46,5</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4. Estudio Organizacional

El estudio organizacional es la herramienta sistemática que permite identificar las necesidades de recurso humano requerido para la ejecución y operación del proyecto. También contempla el perfil, funciones, necesidades de capacitación e implicaciones monetarias de cada uno de los puestos requeridos.

##### a) Determinación del personal requerido

El recurso humano requerido para la ejecución y operación del proyecto debe ser en su mayoría proveído por las mismas operaciones de PINDECO Pacífico, hecho que requiere una gestión importante en una empresa, que a pesar de estar acostumbrada a trabajar con proyectos, no posee una estructurada ni siquiera por proyectos, y más bien es completamente funcional. El propósito de aprovechar el recurso humano ya existente radica en el hecho de minimizar costos innecesarios que a la larga podrían debilitar la rentabilidad del proyecto.

Es importante mencionar que PINDECO Pacífico posee más de 30 años de experiencia en proyectos de ingeniería de gran amplitud, además posee profesionales vinculados a aspectos relacionados con algunos de los componentes técnicos, legales y administrativos del proyecto.

Es así como se determinó que los puestos requeridos para la ejecución del proyecto son los identificados en la Tabla 29.

**Tabla 29** Puestos requeridos para la ejecución y operación del proyecto

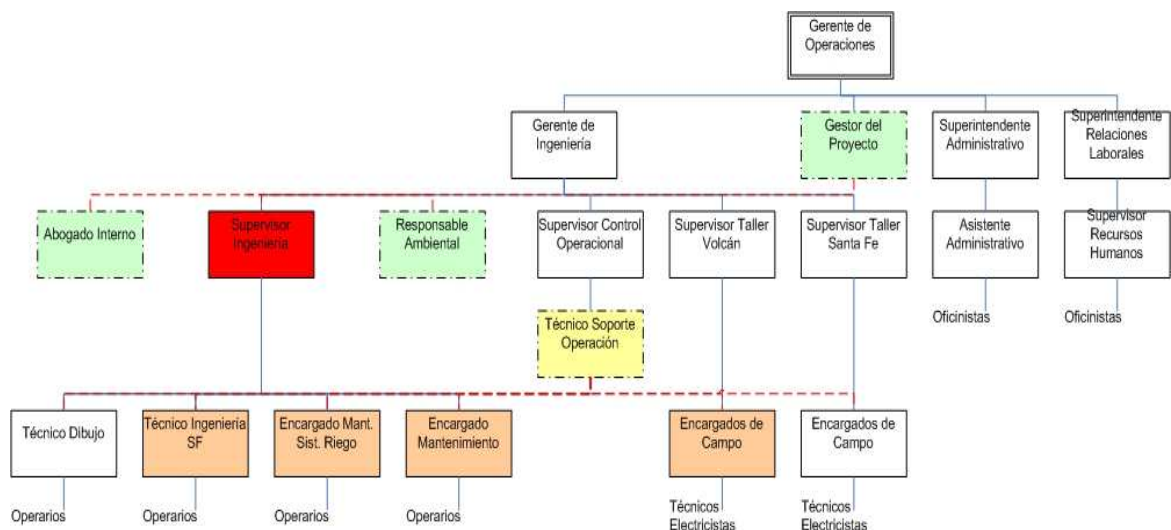
Puesto Proyecto	Puesto Actual PINDECO
Gestor de Proyecto	Supervisor de Agricultura
Gerente de Proyecto	Supervisor de Ingeniería
Consultores Internos	Abogado Interno y Responsable Ambiental
Staff Técnico	Técnico Dibujo, Técnico Soporte Operación y Supervisor Control Operacional
Staff Interno	Encargado de Mantenimiento, Técnico de Ing. Civil, Encargado Mantenimiento de Riego, Operarios y Técnicos Electricistas

Fuente: Elaboración Propia

b) Organigrama de Personal Requerido

Como se mencionó anteriormente, el personal requerido para la ejecución y operación del proyecto se obtendrá de los mismos departamentos funcionales de PINDECO Pacífico, es por ello, que en la figura 11, se muestra como los diferentes colaboradores del proyecto desde sus puestos habituales en cada una de sus áreas aportarían conocimiento y tiempo para la ejecución del proyecto. Ya a nivel de “staff” interno y de carácter obrero, su dedicación sería casi exclusiva al proyecto especialmente en puestos como técnicos electricistas y operarios.

Además de esquematizar la ubicación de los puestos requeridos por el proyecto, el organigrama permite visualizar de forma clara las diferentes relaciones entre los involucrados directos, lo cual es clave para el posterior análisis y planificación de los involucrados y de las comunicaciones.



**Figura 11** Organigrama de personal requerido e involucrado en la gestión y ejecución del proyecto de autogeneración eléctrica en PINDECO Pacífico.

Fuente: Elaboración Propia

c) Matriz de Perfiles

Previo a la designación de los puestos, es clave definir los perfiles que cada uno de ellos debe tener, acorde a las exigencias propias del proyecto. Para definir dichos perfiles se analizó con detenimiento las habilidades a nivel de actitud, aptitud, ejecución y cognitivas acorde a lo exigido por el proyecto.

Es así y tomando como referencia de apoyo adicional el manual de puestos establecido por el Departamento de Recursos Humanos de PINDECO, que se consideran para la descripción de puestos los siguientes componentes:

- Nacionalidad.
- Edad mínima.
- Sexo.
- Requerimiento de dedicación exclusiva.
- Tipo de licencia de conducir.
- Grado académico.
- Área de estudio.
- Grado académico.
- Segunda lengua.
- Experiencia requerida.

El análisis de dichos componentes se compila en la siguiente matriz de perfiles (Ver tabla 30).

**Tabla 30** Matriz de perfiles para el personal asignado a la gestión del proyecto de generación

**Parte A**

Nombre del Puesto	Unidad de Trabajo	Requerimientos del Puesto			Aspectos Organizativos		Formación				Experiencia Requerida
		Nacionalidad	Edad mínima	Sexo	Requiere dedicación exclusiva	Licencia Conducir	Grado Académico	Área de Estudio	Segunda Lengua	Dominio Segunda Lengua	
Gestor del Proyecto	Gerencia Operaciones	Indiferente pero mínimo 10 años de residir C.R	25 años	No relevante	NO	B1	Maestría	Ingeniería Agrícola o Ingeniería Civil, además de Gerencia de Poryecyos	Inglés	Intermedio o superior	Experiencia mínima de 5 años como gestor o gerente de proyectos preferiblemente relacionados con sistemas de irrigación, generación eléctrica o producción de piña
Encargado Ambiental	Gerencia General	Indiferente pero mínimo 10 años de residir C.R	30 años	No relevante	NO	B1	Licenciatura	Ingeniería Agrícola o Biología preferiblemente	Inglés	Intermedio o superior	Experiencia mínima de 5 años como regente ambiental de proyectos preferiblemente relacionados con sistemas de irrigación, generación eléctrica o producción de piña
Abogado Interno	Departamento Legal	Indiferente pero mínimo 10 años de residir C.R	25 años	No relevante	NO	B1	Licenciatura	Abogacía y Notariado	Inglés	Intermedio o superior	Experiencia mínima de un año en empleos relacionados con aspectos legales corporativos, en el área de notariado, legislación medioambiental y agraria

**Parte B**

Nombre del Puesto	Unidad de Trabajo	Requerimientos del Puesto			Aspectos Organizativos		Formación				Experiencia Requerida
		Nacionalidad	Edad mínima	Sexo	Requiere dedicación exclusiva	Licencia Conducir	Grado Académico	Área de Estudio	Segunda Lengua	Dominio Segunda Lengua	
Supervisor de Ingeniería	Gerencia de Ingeniería	Indiferente pero mínimo 10 años de residir C.R	22 años	No relevante	NO	B1	Bachillerato	Ingeniería Civil o Construcción	Inglés	Intermedio o superior	Experiencia mínima de un año en empleos relacionados al diseño y ejecución de proyectos de obra civil
Técnico Soporte de Operación	Gerencia de Ingeniería	Indiferente pero mínimo 10 años de residir C.R	22 años	No relevante	NO	B1 y A3	Bachillerato	Ingeniería Mantenimiento Industrial	Inglés	Intermedio o superior	Experiencia mínima de un año en empleos relacionados al mantenimiento industrial, especialmente de motores eléctricos
Técnicos Electricistas	Gerencia de Ingeniería	Costarricense o con permiso de residencia al día	20 años	No relevante	NO	B1 y A3	Técnico	Electromecánica	Ninguna	Ninguna	Mínimo 1 años de experiencia en el área industrial, con motores eléctricos, reductores, corriente trifásica.
Operarios	Gerencia de Ingeniería	Costarricense o con permiso de residencia al día	20 años	No relevante	NO	B1 y A3	Secundaria	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Fuente: Elaboración Propia

d) Matriz de Funciones

La descripción de funciones para cada puesto es un proceso clave no solo para el estudio de factibilidad sino también para la posterior planificación del proyecto ya que, define de forma clara y de previo el alcance de cada uno de los involucrados directos del proyecto. Es así como acorde a las necesidades del mismo y basado en las expectativas de cada puesto, se establecen las funciones requeridas en la tabla 31.

**Tabla 31** Matriz de funciones por puesto requerido para el proyecto

**Parte A**

Nombre del Puesto	Funciones
Gestor del Proyecto	Gestar la formulación y planeación del proyecto según estándares internacionales
	Establecer los lineamientos para la ejecución, control y cierre efectivo del proyecto
	Brindar la asesoría requerida a los ejecutores del proyecto cuando estos últimos lo requieran
	Establecer nuevos parámetros o ajustes en caso de ser requerido por el personal ejecutante durante el desarrollo del proyecto
Encargado Ambiental	Presentar a la SETENA los informes técnicos correspondientes, de acuerdo con los plazos y condiciones establecidos previamente en la resolución de aprobación de la Evaluación de Impacto Ambiental respectivo, así como aquellos adicionales que se le requieran, dentro del marco del Plan de Gestión Ambiental o resolución que exigió el ejercicio de la responsabilidad ambiental.
	Emitir las recomendaciones ambientales necesarias, conforme las situaciones diversas que se vayan presentando en cualquiera de las etapas de la ejecución del proyecto.
	Velar por el fiel cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por el Desarrollador del Proyecto, Obra o Actividad en la Evaluación de Impacto Ambiental.
	inmediatamente a la SETENA, a la Municipalidad y a las autoridades correspondientes, sobre las irregularidades que en materia ambiental se produzcan en el proyecto, obra o actividad
	Mantener estrecha comunicación con la SETENA. Cuando sea requerido, acompañará a los técnicos de ésta durante las inspecciones de control, fiscalización y supervisión.
	Velar por las recomendaciones técnicas adicionales dadas por la SETENA, quienes deberá comunicar al desarrollador por medio escrito de las modificaciones y ampliaciones a aplicar.
	Dejar constancia en la Bitácora Ambiental de: a. el estado del proyecto, obra o actividad, y su avance en cada inspección, b. el cumplimiento de los compromisos ambientales, según lo verificado en el sitio, y cualquiera otra información ambiental relevante. c. Otras actividades a desarrollar, tiempo de implementación y tiempo de reporte. d. Proceder al cierre de la Bitácora conforme al artículo 78 de este Reglamento.
Abogado Interno	Gestionar y dar seguimiento a los permisos de uso del recurso hídrico ante el Departamento de Aguas.
	Gestionar y coordinar con el Encargado Ambiental toda la documentación oficial y trámites legales requeridos por este último para los trámites de Viabilidad Ambiental ante el SETENA.
	Gestionar y coordinar con el Supervisor de Ingeniería todos la documentación oficial y trámites legales requeridos para la obtención de los permisos de construcción ante el CFIA, AyA, MOPT y Municipalidades.
	Gestionar y coordinar con el Técnico de Soporte de Operación toda la documentación oficial y trámites legales requeridos para la obtención de los permisos de interconexión eléctrica con el ICE.
	Además debe: A) Aplicar la legislación nacional relacionada con la administración de justicia y con el desarrollo empresarial. B) Conocer e interpretar la jurisprudencia de los tribunales y la doctrina jurídica. C) Conocer, aplicar y actuar utilizando los procedimientos, instancias y la técnica jurídica en materia jurisdiccional y administrativa.



## Parte B

Nombre del Puesto	Funciones
Supervisor Ingeniería	Coordinar con el Técnico de Soporte de Operación las reparaciones relacionadas con el sistema de conducción y abastecimiento de agua al sistema de generación, así como el sistema de interconexión.
	Dinámico, buen comunicador, dispuesto a laborar en diferentes jornadas, creativo y con liderazgo.
	Coordinar con los representantes del ICE todos los trámites relacionados al Plan Generación Distribuida.
	Coordinar con el Abogado Interno, Responsable Ambiental y Asesores Externos la planificación y ejecución del proyecto.
	Control administrativo del planeamiento y ejecución del proyecto de las centrales hidroeléctricas.
Técnico Soporte de Operación	Asesoramiento y supervisión del funcionamiento de las centrales hidroeléctricas.
	Dinámico, buen comunicador, dispuesto a laborar en diferentes jornadas, creativo y con liderazgo.
	Coordinar con los representantes del ICE todos los trámites relacionados al Plan Generación Distribuida.
	Coordinar con el Supervisor de Ingeniería y Supervisores de Taller los programas de mantenimiento y reparación.
	Control administrativo del funcionamiento y costos de las centrales hidroeléctricas.
Técnicos Electricistas	Debe saber interpretar planos eléctricos y manuales de equipo eléctrico, tales como motores, generadores, montacargas.
	Conocimientos básicos de neumática e hidráulica.
	Atender funciones varias aledañas al mantenimiento de motores eléctricos como: engrase de muñoneras, revisión de montacargas, revisión de los controles de red de frío, revisión de componentes hidráulicos (elevador, bomba de la pila, etc.), revisión de bandas.
	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo.
	Disponibilidad para trabajar con horarios rotativos, algunas veces jornadas extensas. Deben mostrar capacidad de trabajar bajo presión.
Operarios	Atender labores manuales relacionadas con el mantenimiento y reparaciones del sistema de conducción de agua (incluye tanto tubería como accesorios).
	Disponibilidad para trabajar con horarios rotativos, algunas veces jornadas extensas. Deben mostrar capacidad de trabajar bajo presión.
	Eventualmente chequeo de maquinaria alquilada requerida para reparaciones o modificaciones.
	Atender reparaciones y mantenimiento de las edificaciones.

Fuente: Elaboración Propia.

### e) Distribución y Proyección de Salarios

Si bien es cierto el proyecto podría ponerse en marcha a partir del 2016, es decir dentro de casi 5 años posterior a su planificación, los salarios base considerados para la proyección a diez años plazo dentro de los flujos de efectivo requeridos por el análisis financiero son los actuales al primer semestre del 2011, de acuerdo al rango de salarios por clave establecidos por la empresa anualmente, sin embargo basado en un aumento anual salarial de un 6% se estimó el año 1 (2016) de la puesta en marcha del proyecto, es así como el 2016 es una proyección de los salarios del 2011. Otros salarios como el del abogado interno y el encargado ambiental fueron considerados según el estándar manejado para puestos similares en otras empresas (Ver tabla 32). Todos los salarios incluyen cargas sociales y aguinaldos.

**Tabla 32** Matriz de distribución salarios por puesto a 10 años plazo

**Parte A**

Nombre del Puesto	Año 0 (2016)	Año 1 (2017)	Año 2 (2018)	Año 3 (2019)	Año 4 (2020)	Año 5 (2021)	Año 6 (2022)
Técnico Soporte de Operación	2.558.254	2.737.332	2.928.945	3.133.972	3.353.350	3.588.084	3.839.250
Técnicos Electricistas	4.880.880	5.222.542	5.588.120	5.979.288	6.397.838	6.845.687	7.324.885
Operarios	3.281.971	3.511.709	3.757.529	4.020.556	4.301.995	4.603.134	4.925.354
Supervisor Ingeniería	866.777	927.451	992.373	1.061.839	1.136.168	1.215.700	1.300.799
Abogado Interno	1.262.297	1.350.657	1.445.203	3.092.735	1.654.613	1.770.436	1.894.367
Encargado Ambiental	1.262.297	1.350.657	1.445.203	3.092.735	1.654.613	1.770.436	1.894.367
Gestor del Proyecto	1.262.297	1.350.657	1.445.203	3.092.735	1.654.613	1.770.436	1.894.367
<i>TOTAL SIN Cargas Sociales</i>	<i>¢15.374.772</i>	<i>¢16.451.006</i>	<i>¢17.602.577</i>	<i>¢23.473.860</i>	<i>¢20.153.190</i>	<i>¢21.563.913</i>	<i>¢23.073.387</i>
<b>TOTAL MAS Cargas Sociales</b>	<b>¢23.830.897</b>	<b>¢25.499.059</b>	<b>¢27.283.994</b>	<b>¢36.384.482</b>	<b>¢31.237.444</b>	<b>¢33.424.065</b>	<b>¢35.763.750</b>

**Parte B**

Nombre del Puesto	Año 7 (2023)	Año 8 (2024)	Año 9 (2025)	Año 10 (2026)	Año 11 (2027)	Año 12 (2028)	Año 13 (2029)
Técnico Soporte de Operación	4.107.997	4.395.557	4.703.246	5.032.474	5.384.747	5.761.679	6.164.996
Técnicos Electricistas	7.837.627	8.386.261	8.973.299	9.601.430	10.273.530	10.992.677	11.762.164
Operarios	5.270.128	5.639.037	6.033.770	6.456.134	6.908.063	7.391.628	7.909.042
Supervisor Ingeniería	1.391.854	1.489.284	1.593.534	1.705.081	1.824.437	1.952.148	2.088.798
Abogado Interno	2.026.972	2.168.861	2.320.681	2.483.128	2.656.947	2.842.934	3.041.939
Encargado Ambiental	2.026.972	2.168.861	2.320.681	2.483.128	2.656.947	2.842.934	3.041.939
Gestor del Proyecto	2.026.972	2.168.861	2.320.681	2.483.128	2.656.947	2.842.934	3.041.939
<i>TOTAL SIN Cargas Sociales</i>	<i>¢24.688.524</i>	<i>¢26.416.721</i>	<i>¢28.265.891</i>	<i>¢30.244.504</i>	<i>¢32.361.619</i>	<i>¢34.626.932</i>	<i>¢37.050.818</i>
<b>TOTAL MAS Cargas Sociales</b>	<b>¢38.267.213</b>	<b>¢40.945.917</b>	<b>¢43.812.132</b>	<b>¢46.878.981</b>	<b>¢50.160.509</b>	<b>¢53.671.745</b>	<b>¢57.428.767</b>

**Parte C**

<b>Nombre del Puesto</b>	<b>Año 14 (2030)</b>	<b>Año 15 (2031)</b>	<b>Año 16 (2032)</b>	<b>Año 17 (2033)</b>	<b>Año 18 (2034)</b>	<b>Año 19 (2035)</b>	<b>Año 20 (2036)</b>
Técnico Soporte de Operación	6.596.546	7.058.304	7.552.386	8.081.053	8.646.726	9.251.997	9.899.637
Técnicos Electricistas	12.585.516	13.466.502	14.409.157	15.417.798	16.497.044	17.651.837	18.887.466
Operarios	8.462.674	9.055.062	9.688.916	10.367.140	11.092.840	11.869.339	12.700.192
Supervisor Ingeniería	2.235.014	2.391.465	2.558.868	2.737.988	2.929.647	3.134.723	3.354.153
Abogado Interno	3.254.875	3.482.716	3.726.506	3.987.362	4.266.477	4.565.130	4.884.689
Encargado Ambiental	3.254.875	3.482.716	3.726.506	3.987.362	4.266.477	4.565.130	4.884.689
Gestor del Proyecto	3.254.875	3.482.716	3.726.506	3.987.362	4.266.477	4.565.130	4.884.689
<i>TOTAL SIN Cargas Sociales</i>	<i>¢39.644.375</i>	<i>¢42.419.481</i>	<i>¢45.388.845</i>	<i>¢48.566.064</i>	<i>¢51.965.688</i>	<i>¢55.603.287</i>	<i>¢59.495.517</i>
<b>TOTAL MAS Cargas Sociales</b>	<b>¢61.448.781</b>	<b>¢65.750.196</b>	<b>¢70.352.709</b>	<b>¢75.277.399</b>	<b>¢80.546.817</b>	<b>¢86.185.094</b>	<b>¢92.218.051</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5. *Estudio Financiero*

El Estudio Financiero se genera a partir de la información recabada en los estudios previos, y se orienta a la realización de una proyección financiera a nivel de inversión inicial, costos de operación e ingresos, que permite disponer de mayores elementos de juicio para determinar la rentabilidad del proyecto.

### a) Supuestos y parámetros

Para la elaboración del Estudio Financiero, se consideraron los siguientes supuestos y parámetros:

- Las utilidades de operación en los flujos de efectivo resultó de la resta de los costos que la compañía debería pagar al ICE, en caso de seguir conectado enteramente al sistema público, menos los costos operativos del sistema de autogeneración, que a su vez también incluye el costo del consumo restante que efectivamente debe pagarle la compañía al ICE.
- El terreno donde se establecerían las centrales hidroeléctricas no tendrían ningún valor financiero para el proyecto.
- No se considera apreciación de los terrenos en donde se establecerían las centrales hidroeléctricas.
- El método de depreciación del equipo e inmobiliario sería lineal a 10 años plazo, iniciando en el año 0 que en este caso sería el 2016, momento en el cual se instalarían las centrales y entrarían en funcionamiento.
- El método de depreciación de las edificaciones e infraestructura sería lineal a 50 años plazo, iniciando en el año 0 que en este caso sería el 2016, momento en el cual se instalarían las centrales y entrarían en funcionamiento.
- No se consideró capital de trabajo dentro de los flujos de efectivo.

- La tasa de descuento demandado por los socios o la gerencia financiera sería del 15%.
- El escenario normal contemplaría el uso netamente de capital aportado por la empresa y el establecimiento de 4 puntos de generación.
- El período de análisis y por ende de proyección de los flujos de efectivo sería 20 años.
- El tipo de cambio empleado fue de  $\text{¢}505/\text{\$}$ .
- El impuesto antes de las utilidades fue del 30%.
- Se consideró un potencial de generación total para las 4 centrales de generación de 341.833 kWh anuales.
- Se consideró el planteamiento de cuatro escenarios para analizar posibles variantes y efectos de ciertos factores a saber:
  - ❖ Capital requerido para la inversión inicial proveído enteramente por la empresa, contemplando además la instalación de los cuatros puntos de generación planteados desde el Estudio Técnico.
  - ❖ Capital requerido para la inversión inicial financiado mediante préstamo bancario, gestionado en alguna entidad financiera en EEUU, contemplando además la instalación de los cuatros puntos de generación planteados desde el Estudio Técnico.
  - ❖ Capital requerido para la inversión inicial proveído enteramente por la empresa, contemplando además la instalación de los dos puntos de generación que posean el mejor potencial, de acuerdo al Estudio Técnico. Estos puntos serían Santa Fe (punto 1) y Volcán (punto 4).

- ❖ Capital requerido para la inversión inicial financiado mediante préstamo bancario, gestionado en alguna entidad financiera en EEUU, contemplando además la instalación de los dos puntos de generación que posean el mejor potencial, de acuerdo al Estudio Técnico. Estos puntos serían Santa Fe (punto 1) y Volcán (punto 4).
- Para el cálculo relacionado con el escenario financiado se consideraron las siguientes variables:
  - ❖ La tasa de interés se compone de dos variables: Tasa Libor “Spot” proyectada y Tasa Spread fija según información proveído por R. Méndez (2012).
  - ❖ La periodicidad de los pagos sería semestral.
  - ❖ De acuerdo al plan de desembolsos requeridos por el proyecto y mostrados en la Tabla 26, así serían los desembolsos que la entidad financiadora deberá realizar a la empresa para el 100% de la inversión inicial del proyecto, sin embargo por el adelanto de dichos desembolsos se deberá cubrir un costo por compromisos cuyo monto adicional equivalente a un 25% del saldo de los desembolsos.
  - ❖ Sobre cada uno de los montos desembolsados también se pagará un monto de intereses.
- El monto total de inversión es de \$934.191 e incluye:
  - ❖ Trámites y permisos ante instituciones públicas.
  - ❖ Instalación de todos los componentes del sistema de generación de cada central.
  - ❖ Casas de máquinas requeridas para la instalación del equipo de generación.

- ❖ Instalación de los tendidos eléctricos de interconexión.
  - ❖ Adecuación de los sistemas de conducción de agua.
  - ❖ Construcción de obras de desagüe.
  - ❖ Asesoramiento y entrenamiento.
- Por medio de la inflación proyectada para EEUU en los años 2012, 2013, 2014 y 2015 (según R. Méndez, 2012), se llevará a valor futuro los flujos de efectivo afectados básicamente por los desembolsos requeridos como parte del programa de inversiones de esos años previos al año 0 (2016), de tal forma las inversiones realizadas antes del año 0 (2016) sean totalmente actuales y claramente contempladas en el cálculo del VAN del proyecto.
  - Los costos de operación base se realizan tomando como referencia el año 2011, sin embargo, la proyección se realiza tomando como punto partida el año 2016, momento en el cual el proyecto iniciaría operaciones. Por lo que se prevé un aumento de los costos de un 6% desde el 2011 al 2016.

b) Costos de Operación Proyectados

Los costos operativos generalmente son divididos en dos grandes grupos; los fijos cuyo monto no dependen de la magnitud de la operación, y los variables cuyo comportamiento está directamente relacionado con el volumen de la operación. Sin embargo, y para efectos del presente estudio los costos de operación son considerados como un solo grupo, sin distinción de variables o fijos tal y como se aprecia a continuación en la tabla 33, e incluyen la mano de obra, mantenimientos preventivos y correctivos y el pago del canon hídrico.

**Tabla 33** Costos Operativos resumidos para el autogeneración de electricidad

Año	RUBRO			Costo Total Operación (\$)
	Mano de obra (\$)	Mantenimiento Preventivo y Correctivo (\$)	Pago Canon (\$)	
Año 0 (2016)	19.348	4.481	372	<b>\$12.100</b>
Año 1	50.493	4.750	372	<b>\$27.807</b>
Año 2	54.028	5.035	929	<b>\$29.996</b>
Año 3	72.048	5.337	929	<b>\$39.157</b>
Año 4	61.856	16.972	1.486	<b>\$40.157</b>
Año 5	66.186	5.657	1.486	<b>\$36.665</b>
Año 6	70.819	5.997	1.858	<b>\$39.337</b>
Año 7	75.777	6.357	1.970	<b>\$42.051</b>
Año 8	81.081	6.738	2.088	<b>\$44.953</b>
Año 9	86.757	21.427	2.213	<b>\$55.198</b>
Año 10	92.830	7.142	2.346	<b>\$51.159</b>
Año 11	99.328	7.571	2.487	<b>\$54.693</b>
Año 12	106.281	8.025	2.636	<b>\$58.471</b>
Año 13	113.720	8.507	2.794	<b>\$62.510</b>
Año 14	121.681	27.051	2.962	<b>\$75.847</b>
Año 15	130.198	9.017	3.139	<b>\$71.177</b>
Año 16	139.312	9.558	3.328	<b>\$76.099</b>
Año 17	149.064	10.131	3.527	<b>\$81.361</b>
Año 18	159.499	10.739	3.739	<b>\$86.988</b>
Año 19	170.664	11.384	3.963	<b>\$93.005</b>
Año 20	170.664	36.200	4.201	<b>\$105.532</b>

El rubro con mayor influencia sobre el monto total de los costos operativos es la mano de obra, para este tipo de proyecto resulta ser de carácter fijo dato importante sobre todo para la administración adecuada de los recursos al momento de la operación de las instalaciones.

Tal y como se analizó en el Estudio del Recurso Humano, los salarios contemplan el pago de cargas socio-laborales requeridos por la legislación nacional, además contempla un aumento anual del 6%.

El pago del canon corresponde exclusivamente al tipo Fuerza Hidráulica, entendido este como el aprovechamiento del agua para la generación de electricidad o desarrollo de fuerza mecánica, cuyo cálculo y modo de uso está basado y detallado enteramente en el decreto N° 32868-MINAE (Ver Anexo A).

Si bien es cierto, los costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo pueden ser diferentes para cada una de las centrales, a nivel del presente estudio no se detalla esta



información y el monto empleado resulta ser un promedio, es decir el costo total del funcionamiento de todas las centrales, entre el número de centrales a establecer.

Dentro de los costos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, también se incluye un mantenimiento “fuerte” cada 5 años que representa entre otras cosas sustitución de componentes claves del funcionamiento de las centrales, lo cual representa en promedio un 50% adicional al costo anual convencional.

c) Flujos de Efectivo Proyectados

Para determinar la rentabilidad del proyecto se realiza una proyección de los ingresos y gastos correspondientes a diez años de operación, tal y como se aprecia en la tabla 34: para efecto del presente escrito se muestra el flujo de efectivo base que contempla básicamente el financiamiento de la inversión con capital propio y la instalación de las cuatro centrales hidroeléctricas planteadas desde el inicio del estudio.

**Tabla 34** Flujos netos de efectivo proyectados a 20 años plazo (en dólares)

**Parte A**

Rubro	2012	2013	2014	2015	Año 0 (2016)
Préstamo Bancario					
Costo Anual Compra Electricidad ICE	0,00	0,00	0,00	0,00	869.789,18
(-) Costos Anuales Autogeneración	0	0	0	0	833.514
<b>Utilidad de Operación</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$36.276</b>
(-) Costo por compromisos					
(-) Intereses					
(-) Depreciación Equipo y Mobiliario	0	0	0	0	27.359
(-) Depreciación Edificio	0	0	0	0	11.657
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>-\$2.740</b>
(-) Impuestos (30%)	0	0	0	0	0
<b>Utilidad Después Impuestos</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>-\$2.740</b>
(+) Depreciación Equipo y Mobiliario	0	0	0	0	27.359
(+) Depreciación Edificio	0	0	0	0	11.657
(-) Amortización	0	0	0	0	0
(-) Cambio de Equipo	0	0	0	0	0
<b>Flujos Netos Después Depreciación</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$24.619</b>
Inversión Inicial Total (SIN CT)	-19.444	-23.332	-23.332	-153.485	-714.598
<b>Flujo de Caja Neto</b>	<b>-\$19.444</b>	<b>-\$23.332</b>	<b>-\$23.332</b>	<b>-\$153.485</b>	<b>-\$912.629</b>

Proyección Futura Años Previo Inversión						
Año del flujo	Monto	Factor de Interés	Período	Potencia	Total	
2012	(\$19.443,63)	1,0189	1	1,0189	(\$19.811,11)	
2013	(\$43.143,47)	1,0243	1	1,0243	(\$44.191,85)	
2014	(\$67.524,20)	1,0243	1	1,0243	(\$69.165,04)	
2015	(\$222.649,72)	1,0243	1	1,0243	(\$228.060,11)	
Total 2015					(\$228.060,11)	

**Parte B**

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Préstamo Bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Anual Compra Electricidad ICE	1.014.360,77	1.164.006,15	1.333.808,44	1.523.607,28	1.715.880,50	1.933.901,54	2.221.644,71	2.549.770,13	2.922.786,87	3.344.919,39
(-) Costos Anuales Autogeneración	845.915	968.796	1.114.908	1.268.985	1.420.566	1.599.078	1.833.864	2.101.408	2.412.500	2.748.921
<b>Utilidad de Operación</b>	<b>\$168.446</b>	<b>\$195.210</b>	<b>\$218.901</b>	<b>\$254.622</b>	<b>\$295.314</b>	<b>\$334.824</b>	<b>\$387.781</b>	<b>\$448.363</b>	<b>\$510.287</b>	<b>\$595.998</b>
(-) Costo por compromisos										
(-) Intereses										
(-) Depreciación Equipo y Mobiliario	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	0
(-) Depreciación Edificio	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	<b>\$129.430</b>	<b>\$156.194</b>	<b>\$179.885</b>	<b>\$215.607</b>	<b>\$256.299</b>	<b>\$295.809</b>	<b>\$348.765</b>	<b>\$409.347</b>	<b>\$471.272</b>	<b>\$584.342</b>
(-) Impuestos (30%)	38.829	46.858	53.966	64.682	76.890	88.743	104.630	122.804	141.381	175.303
<b>Utilidad Después Impuestos</b>	<b>\$90.601</b>	<b>\$109.336</b>	<b>\$125.920</b>	<b>\$150.925</b>	<b>\$179.409</b>	<b>\$207.066</b>	<b>\$244.136</b>	<b>\$286.543</b>	<b>\$329.890</b>	<b>\$409.039</b>
(+) Depreciación Equipo y Mobiliario	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	27.359	0
(+) Depreciación Edificio	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657
(-) Amortización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Cambio de Equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Flujos Netos Después Depreciación</b>	<b>\$117.960</b>	<b>\$136.695</b>	<b>\$153.279</b>	<b>\$178.283</b>	<b>\$206.768</b>	<b>\$234.425</b>	<b>\$271.494</b>	<b>\$313.902</b>	<b>\$357.249</b>	<b>\$409.039</b>
Inversión Inicial Total (SIN CT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Flujo de Caja Neto</b>	<b>\$117.960</b>	<b>\$136.695</b>	<b>\$153.279</b>	<b>\$178.283</b>	<b>\$206.768</b>	<b>\$234.425</b>	<b>\$271.494</b>	<b>\$313.902</b>	<b>\$357.249</b>	<b>\$409.039</b>

**Parte C**

Rubro	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Préstamo Bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Anual Compra Electricidad ICE	3.826.601,85	4.362.916,22	4.968.879,90	5.660.434,38	6.459.179,59	7.377.674,38	8.436.789,56	9.658.320,93	11.041.605,98	12.594.385,15
(-) Costos Anuales Autogeneración	3.140.944	3.577.273	4.070.038	4.083.374	5.280.669	6.026.380	6.885.846	7.876.669	8.998.340	10.263.223
<b>Utilidad de Operación</b>	<b>\$685.658</b>	<b>\$785.643</b>	<b>\$898.842</b>	<b>\$1.577.060</b>	<b>\$1.178.510</b>	<b>\$1.351.294</b>	<b>\$1.550.944</b>	<b>\$1.781.652</b>	<b>\$2.043.266</b>	<b>\$2.331.162</b>
(-) Costo por compromisos										
(-) Intereses										
(-) Depreciación Equipo y Mobiliario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Depreciación Edificio	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	<b>\$674.001</b>	<b>\$773.987</b>	<b>\$887.186</b>	<b>\$1.565.404</b>	<b>\$1.166.854</b>	<b>\$1.339.638</b>	<b>\$1.539.287</b>	<b>\$1.769.996</b>	<b>\$2.031.609</b>	<b>\$2.319.506</b>
(-) Impuestos (30%)	202.200	232.196	266.156	469.621	350.056	401.891	461.786	530.999	609.483	695.852
<b>Utilidad Después Impuestos</b>	<b>\$471.801</b>	<b>\$541.791</b>	<b>\$621.030</b>	<b>\$1.095.783</b>	<b>\$816.798</b>	<b>\$937.746</b>	<b>\$1.077.501</b>	<b>\$1.238.997</b>	<b>\$1.422.127</b>	<b>\$1.623.654</b>
(+) Depreciación Equipo y Mobiliario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Depreciación Edificio	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657	11.657
(-) Amortización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Cambio de Equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Flujos Netos Después Depreciación</b>	<b>\$471.801</b>	<b>\$541.791</b>	<b>\$621.030</b>	<b>\$1.095.783</b>	<b>\$816.798</b>	<b>\$937.746</b>	<b>\$1.077.501</b>	<b>\$1.238.997</b>	<b>\$1.422.127</b>	<b>\$1.623.654</b>
Inversión Inicial Total (SIN CT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Flujo de Caja Neto</b>	<b>\$471.801</b>	<b>\$541.791</b>	<b>\$621.030</b>	<b>\$1.095.783</b>	<b>\$816.798</b>	<b>\$937.746</b>	<b>\$1.077.501</b>	<b>\$1.238.997</b>	<b>\$1.422.127</b>	<b>\$1.623.654</b>

Fuente: Elaboración Propia

d) Indicadores Financieros Diferentes Escenarios

Para determinar la posible rentabilidad financiera del proyecto se emplearon dos indicadores financieros a saber: valor actual neto y periodo de retorno (Ver tabla 35). Mismos cuyo comportamiento varía dependiendo de los elementos que se incluyan en algunos de los parámetros de los flujos de efectivo, lo cual demuestra cuál sería la rentabilidad del proyecto acorde al comportamiento de ciertos factores clave.

**Tabla 35** Resumen de indicadores financieros bajo 4 diferentes escenarios

Indicador Financiero	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
	Capital Propio+4 MCH	Capital Financiado+4 MCH	Capital Propio+2 MCH	Capital Financiado+2 MCH
VAN	\$929.574	\$389.268	\$686.995	\$402.657
PR	6	12	6	11

Es así como se demuestra que el factor al cual el proyecto resulta ser más sensible es el origen del capital requerido para la inversión inicial, indistintamente el tamaño del proyecto, siendo el capital propio la mejor opción para financiar el proyecto, además del establecimiento de las cuatro centrales hidroeléctricas, se convierte en la mejor combinación con el VAN más alto y el periodo de recuperación menor.

**6. Integración de Resultados del Estudio de Pre inversión al Planeamiento del Proyecto**

El estudio de pre factibilidad proporciona una serie de información necesaria para el planeamiento del proyecto; alternativa de autogeneración eléctrica mediante centrales hidroeléctricas.

En la tabla 37 se presenta un resumen del aporte que hace cada estudio de pre factibilidad a las áreas de conocimiento que describe el PMI.

**Tabla 36** Integración de información generada por el Estudio de Factibilidad al Plan de Proyecto

Área del Conocimiento	Componentes del Estudio de Factibilidad				
	Estudio de Mercado	Estudio Legal-Ambiental	Estudio Técnico	Estudio Organizacional	Estudio Financiero
<i>Alcance</i>	Tamaño del proyecto y tipo de producto	Aspectos legales claves a considerar	Ubicación y tamaño del proyecto	Involucrados clave para el proyecto	Costo total del proyecto
<i>Recurso Humano</i>	No aplica	Personal requerido para la gestión de aspectos legales	Personal y organigrama requerido	Personal y organigrama requerido	Costo de la mano de obra
<i>Comunicaciones</i>	No aplica	Definición de los involucrados	No aplica	Definición de los involucrados	Provee información requerida en los informes de avance
<i>Tiempo</i>	No aplica	Duración de los trámites	Duración total del proyecto y sus actividades	Momento para la contratación del personal, en caso de ser requerido	Cronograma de gastos e inversiones, además de ingresos
<i>Costos</i>	Demanda estimada	Costo estimado de los trámites	Costo del proyecto en inversiones y cronograma de inversiones	Costos del recurso humano a nivel de operación	Cronograma de gastos e inversiones, además de ingresos
<i>Calidad</i>	Características del producto	Cumplimiento de las disposiciones legales tanto a nivel de información como ejecución	Procesos y actividades del proyecto para lograr objetivos planteados	No aplica	Cumplimiento del presupuesto
<i>Riesgos</i>	No aplica	Puntos de inflexión que no puedan ser satisfechos y que generen atrasos significativos al proyecto	Detectar procesos que puedan generar incumplimientos a nivel de plazo, calidad y costos	No aplica	Posibles riesgos financieros
<i>Adquisiciones</i>	No aplica	No aplica	Tipo de recursos y contrataciones requeridos	Personal interno o asesores externos requeridos	No aplica
<i>Integración</i>	Todos los estudios generan información algún tipo de información				

Fuente: Elaboración Propia

### C. PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

El plan de integración del proyecto desarrolla la propuesta de plan de ejecución de una alternativa de generación hidroeléctrica mediante pequeñas centrales en Fincas de PINDECO Pacífico.

El proyecto se plantea de tal forma que sirva como guía para que lo encargados claves de la ejecución del proyecto. Cabe anotar que éste no incluye la fase de operación del proyecto.

Previamente, se efectuó un estudio de factibilidad que proporcionó insumos para crear el plan propuesto y facilitó el diseño de los diferentes planes de gestión que se detallan en este apartado.

Este apartado parte de un Acta Constitutiva del proyecto cuyo objetivo es realizar una breve descripción de éste, sus objetivos y alcance. A partir de aquí se desarrollan los diferentes planes para la administración de proyectos como son:

Plan de Gestión del Alcance,

Plan de Gestión del Recurso Humano,

Plan de Gestión de Comunicaciones,

Plan de Gestión del Tiempo,

Plan de Gestión del Costo,

Plan de Gestión de la Calidad,

Plan de Gestión de Riesgos,

Plan de Gestión de Adquisiciones y

Plan de Gestión de Integración. Todos ellos basados en las áreas de conocimiento que recomienda el PMI en su guía PMBOK para la administración exitosa de un proyecto.

### ***1. Plan de Gestión del Alcance***

La gestión del alcance es el primer eslabón en la construcción de la planificación y por ende de un futuro proyecto exitoso, ya que, brinda el marco de referencia básico, sobre y dentro del cual deba regirse la planificación, ejecución, control y cierre del proyecto.

a) Acta Constitutiva

Para el presente proyecto se estructuró un formulario sobre el cual se ingrese la información más importante del proyecto. Dicho formulario resulta ser innovador considerando que actualmente PINDECO no posee una estructura documental para la gestión de proyectos. Tanto la estructura propuesta como su contenido se muestra en el Apéndice A.

b) Declaración del Alcance

La declaración del alcance viene a ser la herramienta que de forma práctica y resumida enmarca los entregables más importantes del proyecto, describiéndoles y especificando las condiciones bajo las cuales los mismos pueden ser aceptados.

Este paso es crucial para la continuidad de la planificación del proyecto, ya que, enmarca de forma clara el alcance del proyecto. Para el proyecto de generación se estructuró un formato tabular que de forma concreta sintetiza los aspectos más importantes de los diferentes entregables que el proyecto debe completar para asegurar el éxito del mismo (Ver tabla 38).

.



**Tabla 37** Declaración del alcance del proyecto de autogeneración eléctrica

**Parte A**

E.D.T	RUBRO DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1.1	Gestión de Proyectos	Estudio de factibilidad y planeamiento de la ejecución del proyecto con los siguientes entregables: a) Estudio de Factibilidad: estudio técnico, de mercado, legal-ambiental, organizacional y financiero. b) Planeamiento: alcance, recurso humano, calidad, costos, tiempo, integración, riesgos, adquisiciones y comunicaciones	a) Entrega el 22 de octubre del 2011. b) Cumplir con los estándares planteados la Maestría en Gerencia de Proyectos del ITCR. c) Para el caso del planeamiento cumplir con los estándares del PMI en el PMBOK versión 2008.
1.2	Diseño y Tramitología	Análisis y descripción de todos los procesos involucrados en la aprobación del proyecto por parte de Del Monte, estudio ambientales y de diseño, así como todos los trámites de permisos a nivel del SETENA, DA, Municipalidades, CFIA, ICE, MS y AyA.	a) Diagrama de flujo de los procesos de diseño y tramitología. b) Matriz de trámites incluyendo tiempos, costos y responsables. c) Listado de leyes, reglamentos y decretos vinculantes.
1.2.1	Presentación Gerencia General	Resumen ejecutivo y presentación en reunión de gerencia.	El resumen ejecutivo debe incluir aspectos como justificación, objetivos, metodología, componentes relacionados con la rentabilidad del proyecto, así como sus implicaciones a nivel de mercado, marco legal-ambiental, requerimientos a nivel de recurso humano y por su puesto requerimientos e implicaciones técnicas.
1.2.2	Análisis y Aprobación Casa Matriz Del Monte	Resumen que incluye monto de inversión e índices financieros (VAN, TIR, PR, IR)	Resumen según estándares establecidos por la Casa Matriz de Del Monte bajo el método car., el cual es específico para proyectos de inversión.
1.2.3	Estudio de Impacto Ambiental	Análisis de todos los aspectos que pueden tener algún grado de afectación sobre componentes del medio ambiente localizados en las áreas de influencia del proyecto durante su ejecución y operación.	a) Descripción detallada de los componentes biológicos, sociales, edafológicos y de aguas superficiales y subterráneas, involucrados en las zonas de afectación del proyecto, así como su posible afectación por la ejecución y operación del proyecto. b) Estructura y componentes según estándar exigido por el SETENA. c) Debe incluir parámetros de aceptación para cada uno de los aspectos ambientales significativos detectados para el proyecto.
1.2.4	Plan de Gestión Ambiental	Descripción de las alternativas de mitigación ambiental requeridas para mitigar los posibles efectos ambientales adversos de la ejecución y operación del proyecto.	a) Descripción detallada de todos los planes de mitigación requeridos por el proyecto. b) Estructura y componentes según estándar del SETENA. c) El plan debe incluir plazos, costos y encargados.
1.2.5	Formulario D-1	Formulario D-1 exigido por el SETENA debidamente completo con sus anexos.	Debe incluir todos los puntos y aspectos requeridos por el Formulario D-1 exigido por el SETENA.
1.2.6	Planos catastrados puntos de toma y desfogue	Planos catastrados de las propiedad en donde se ubicarán tanto las tomas de agua como los desagües del sistema de conducción de agua.	Los planos deben estar catastrados y deben incluir de forma georeferenciada los puntos de toma y desfogue del sistema de conducción de agua.
1.2.7	Estudio hidrológico e hidráulico	Estudio tanto hidrológico como hidráulico de los afluentes naturales que proveerán el recurso agua de cada uno de los sistemas de generación.	Los componentes del estudio deben poseer los componentes exigidos por el Departamento de Aguas.

**Parte B**

E.D.T	RUBRO DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	Estudio requerido por el Departamento de Aguas específico para concesiones orientadas a la generación hidroeléctrica.	Debe incluir todos los puntos y aspectos requeridos por el Formulario "Solicitud de concesión de fuerza hidráulica" exigidos por el Departamento de Aguas.
1.2.9	Diseño Obra y Sistema	Proceso realizado por consultores externos compuesto por el diseño del proyecto, costos y trámites requeridos para la ejecución del proyecto.	<p>Fase de Prediseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de Suelos.</li> <li>• Diseño Arquitectónico Preliminar.</li> <li>• Presupuesto Estimativo Inicial.</li> <li>• Análisis Económicos de Sistemas de Refrigeración.</li> </ul> <p>Fase Diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño Arquitectónico Final.</li> <li>• Estudio de Suelos.</li> <li>• Diseño Civil.</li> <li>• Diseño Estructural.</li> <li>• Diseño Mecánica.</li> <li>• Sistema contra Incendios.</li> <li>• Sistemas de Potencia e Iluminación.</li> <li>• Sistema de Generación.</li> <li>• Sistema de interconexión eléctrica.</li> <li>• Presupuesto Final.</li> <li>• Cartel de Licitación y Especificaciones.</li> <li>• Aclaraciones Proceso de Licitación.</li> <li>• Análisis de Ofertas y Cuadros Comparativos de Ofertas.</li> <li>• Sistemas de Control.</li> <li>• Tramitología de Planos. Incluye el Pago de los Timbres del CFIA equivalentes a un 0.26% del monto total de la obra. No incluye el pago de la Municipalidad.</li> <li>• Excluye Setena y Viabilidad Ambiental.</li> </ul> <p>Fase de Inspección:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, Control y Seguimiento del Cronograma.</li> <li>• Revisión y Aprobación de Submittals de Equipos y Sistemas Constructivos.</li> <li>• Aprobación de Tablas de Pago por Avance.</li> <li>• Visitas de Inspección Semanales al Proyecto.</li> </ul>
1.2.10	Tramitología de Planos CFIA	Incluye los planos de las obras del proyecto que deben ser presentados bajo los estándares del CFIA para su respectiva aprobación.	Debe incluir todos los puntos y aspectos requeridos por el CFIA, además del pago equivalente al 0.26% del monto total de la obra.
1.2.11	Permisos y Visados Municipales	Formularios y planos del proyecto requeridos por la municipalidades de Buenos Aires y Pérez Zeledón según corresponda.	Debe incluir todos los puntos y aspectos requeridos por las municipalidades de Buenos Aires y Pérez Zeledón según corresponda, además del pago exigido.

### Parte C

E.D.T	RUBRO DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA	Formularios y planos del proyecto requeridos por el ICE, MS y AyA para el otorgamiento de los permisos de construcción.	Debe incluir todos los puntos y aspectos requeridos por el ICE, MS y AyA.
1.2.13	Presentación solicitud de participación al ICE	La "Solicitud de Participación" debe ser presentada por el cliente interesado en instalar el SGCR y anexar los documentos que se indican en el formulario (la Solicitud). Este formulario y sus anexos debe ser entregado en cualquier agencia del ICE	La solicitud y sus anexos debe ser presentada según lo establecido en el Procedimiento de Instalación requerido por el Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo.
1.3	Ejecución del Proyecto	Construcción de cuatro minicentrales hidroeléctricas con un potencial de generación de 64, 8, 15 y 15 kW, por un valor total de \$1.109.990 que deben estar en funcionamiento previo a Agosto del 2016, con capacidad de autoabastecer total o parcialmente las instalaciones ubicadas en Finca Santa Fe, Verde Vigor, Sonador y Volcán.	a) Entrega definitiva antes del 01 de agosto del 2016. b) Cumplir con las especificaciones y estándares de calidad aprobados en el paquete de diseño, incluyendo las solicitadas por el ICE para tal fin.
1.3.1	Adecuación del sistema de conducción	Incluye el proceso de adecuación de algunos tramos del sistema de conducción de agua para que poseen el caudal suficiente para obtener un mayor potencial de generación.	De incluir: a) Suscribir al menos tres cotizaciones de todos los materiales requeridos para la sustitución de los tramos de tubería de diámetro insuficiente, según políticas de contratación de Del Monte. b) Remover los 4.475 m.l que actualmente no poseen el diámetro requerido para el potencial de generación. c) Colocar la nueva tubería y sus respectivos accesorios según los estándares definidos por PINDECO para este tipo de instalaciones.
1.3.2	Construcción de Centrales Hidroeléctricas	Construcción de cuatro mini centrales hidroeléctricas con capacidad acumulada para una potencia de 134 kW. Incluye: - la construcción de las casas de máquinas, - instalación del equipos de generación y transformación de la energía mecánica en eléctrica interconexión con el sistema de conducción de agua.	Los parámetros de construcción deben seguir los estándares establecidos por el ICE para la suscripción de acuerdos de interconexión del Plan Piloto de generación Distribuida.
1.3.3	Interconexión Sist. Eléctrico	Establecimiento del sistema de interconexión entre las 4 centrales hidroeléctricas y el sistema de electricidad del ICE. Incluye: a) Establecimiento Tendido Eléctrico Central-Medidor. b) Colocación del nuevo banco de transformadores. c) Instalación del SGCR y Proyecto Generación. d) Prueba Sist. en Paralelo. e) Instalación de Medidores por el ICE. f) Suscripción de acuerdo de interconexión. g) Puesta en Marcha del Proyecto	Los parámetros de interconexión deben seguir los estándares establecidos por el ICE para la suscripción de acuerdos de interconexión del Plan Piloto de generación Distribuida.

c) Estructura Desglosada de Trabajo

La estructura desglosada de trabajo, viene a detallar aún mejor los entregables del proyecto descritos en la declaración del alcance, por lo cual entre más detallada es mejor ya que, facilita la comprensión de los requerimientos exigidos por el proyecto por parte del equipo de trabajo (Ver tabla 39).

**Tabla 38** Estructura desglosada de trabajo en formato tabular

<b>E.D.T</b>	<b>RUBRO DEL PROYECTO</b>
1.1	Gestión de Proyectos
1.1.1	Estudio de Factibilidad
1.1.2	Planeación Proyecto
1.1.3	Ejecución Proyecto
1.1.4	Control Proyecto
1.1.5	Cierre Proyecto
1.2	Diseño y Tramitología
1.2.1	Presentación Gerencia General
1.2.2	Análisis y Aprobación Cas Matriz Del Monte
1.2.3	Estudio de Impacto Ambiental
1.2.4	Plan de Gestión Ambiental
1.2.5	Formulario D-1
1.2.6	Planos catastrados puntos de toma y desfogue
1.2.7	Estudio hidrológico e hidráulico
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica
1.2.9	Diseño Obra y Sistema
1.2.10	Tramitología de Planos CFIA
1.2.11	Permisos y Visados Municipales
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA
1.2.13	Presentación solicitud de participación al ICE
1.3	Ejecución del Proyecto
1.3.1	Aducación del sistema de conducción
1.3.1.1	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra
1.3.1.2	Remover Tubería Existente
1.3.1.3	Colocar tubería y accesorios tubería nueva y de interconexión
1.3.2	Construcción de Centrales Hidroeléctricas
1.3.2.1	Construcción Casa Máquinas
1.3.2.2	Instalación Equipo de Generación
1.3.2.3	Interconexión con Sist. Conducción de Agua
1.3.3	Interconexión Sist. Eléctrico
1.3.3.1	Establecimiento Tendido Eléctrico Centrl-Medidor
1.3.3.2	Colocación Transformadores
1.3.3.3	Instalación del SGCR y Proyecto Generación
1.3.3.4	Pruba Sist. en Paralelo
1.3.3.5	Instalación de Medidores por el ICE
1.3.3.6	Suscripción de acuerdo de interconexión
1.3.3.7	Puesta en Marcha del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia.

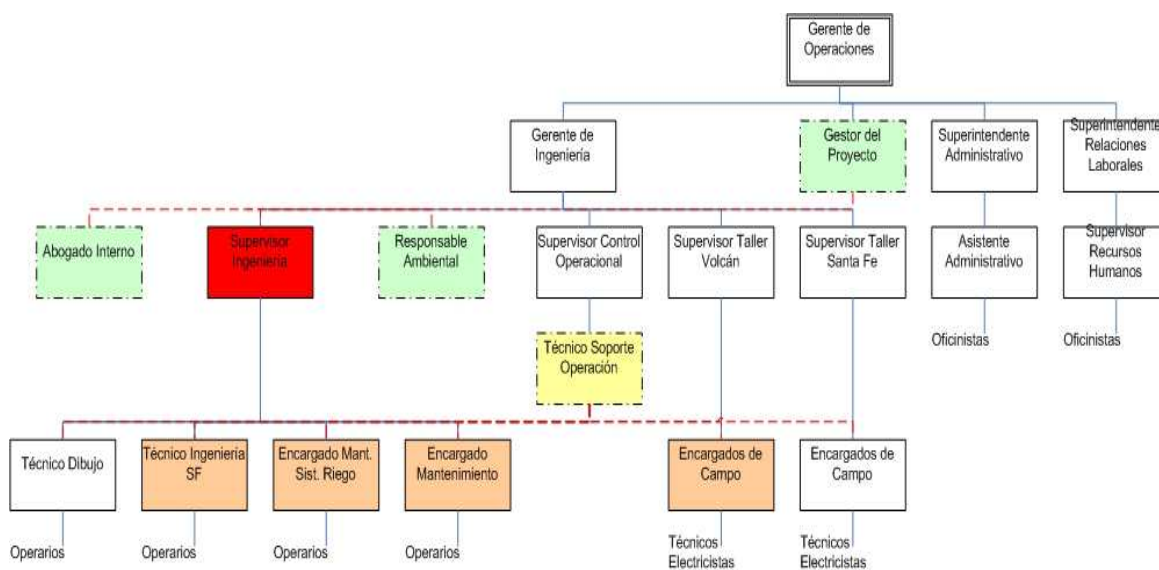
## 2. Plan de Gestión del Recurso Humano

Este Plan se enfoca en determinar el tipo y perfil de puesto del personal que se requiere contratar para el funcionamiento de las centrales de autogeneración. El personal del proyecto será seleccionado o incorporado desde algunos departamentos funcionales actuales de PINDECO Pacífico.

El objetivo del plan de gestión del recurso humano es determinar las características del personal requerido para la creación del centro.

### a) Diagrama Organizacional del Proyecto

Considerando tanto las necesidades de personal, así como parte de la estructura organizacional de PINDECO Pacífico, se expone el siguiente diagrama organizacional basado en el estudio del recurso humano efectuado en el estudio de factibilidad, tal y como se muestra en la figura 12.



**Figura 12** Diagrama de la estructura organizacional propuesta

Fuente: Elaboración Propia.

### b) Matriz de Roles y Funciones

La matriz de roles y funciones toma los ítems enlistados en la E.D.T y el personal ubicado en el diagrama organizacional del proyecto. Se incluyó además las funciones de los proveedores quienes tienen una función clave dentro del proyecto, además la figura del

gerente general quien es el patrocinador más importante del proyecto pero, quien no está incluido dentro del diagrama organizacional.

**Tabla 39** Matriz de roles y funciones para proyecto de autogeneración hidroeléctrica

**Parte A**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Gerte. General	Gerte. Operaciones	Gerte. Ing. Civil	Gestor del Proyecto	Superv. Ing. Civil	Proveedores	Consultores	Abogado Interno	Encargado Ambiental	Técnico C. Oper	Staff
1.1	Gestión de Proyectos											
1.1.1	Estudio de Factibilidad	R/A	R/A	R	E/C	P	P	P	P	P	P	-
1.1.1.1	Estudio Mercadeo	-	-	-	E/C	-	-	-	-	-	P	-
1.1.1.1.1	Demanda Presente y Futura ( potencia, Energía y Demanda Máxima)	-	-	-	E/C	P	-	-	-	-	P	-
1.1.1.2	Estudio Técnico	-	-	-	E/C	P	P	P	-	-	P	-
1.1.1.2.1	Estimación Potencial de Generación por Punto	-	-	-	E/C	-	P	P	-	-	P	-
1.1.1.2.2	Determinación Componentes y Diseño de cada Central	-	-	-	E/C	P	P	P	-	-	P	-
1.1.1.2.3	Determinación Costos de Establecimiento y Operación	-	-	-	E/C	P	P	P	-	-	P	-
1.1.1.3	Estudio Legal-Ambiental	-	-	-	E/C	P	-	P	P	P	P	-
1.1.1.3.1	Definición de Proceso Legal, Burocrático y Ambiental Requerido	-	-	-	E/C	P	-	P	P	P	P	-
1.1.1.3.2	Determinación de las Leyes, Reglamentos y Decretos Vinculantes para este Tipo de Proyectos	-	-	-	E/C	P	-	P	P	P	P	-
1.1.1.3.3	Definir los Procesos y sus Responsables Requeridos	-	-	-	E/C	P	-	P	P	P	P	-
1.1.1.3.4	Determinación del Tiempo y Costo Requerido para cada uno de los Procesos Legales	-	-	-	E/C	P	-	P	P	P	P	-
1.1.1.4	Estudio Organizacional	-	-	-	E/C	-	-	-	-	-	-	-
1.1.1.4.1	Definir el Organigrama de Trabajo	-	-	P	E/C	P	-	-	-	-	-	-
1.1.1.4.2	Definir los Puestos con Perfiles y Funciones Requeridos	-	-	-	E/C	-	-	-	-	-	-	-
1.1.1.4.3	Determinación del Costo a Nivel Operativo del Recurso Humano	-	-	-	E/C	-	-	-	-	-	-	-
1.1.1.5	Evaluación Financiera	-	-	-	E/C	P	P	P	-	-	-	-
1.1.1.5.1	Integrar los Costos Asociados a la Inversión Inicial	-	-	-	E/C	-	-	P	-	-	-	-
1.1.1.5.2	Determinación Rel. Costo-Beneficio (Posible Ahorro)	-	-	-	E/C	-	-	P	-	-	-	-
1.1.1.5.3	Determinación Flujos de Caja Base	-	-	-	E/C	-	-	P	-	-	-	-
1.1.1.5.4	Determinación indicadores financieros: VAN, TIR, Periodo Recuperación	-	-	-	E/C	-	-	P	-	-	-	-
1.1.1.5.5	Sensibilización de los flujos de caja en diferentes escenarios	-	-	-	E/C	-	-	P	-	-	-	-
1.1.1.5.6	Cálculo y Análisis Viabilidad Económica	-	-	-	E/C	-	-	P	-	-	-	-

**Parte B**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Gerte. General	Gerte. Operaciones	Gerte. Ing. Civil	Gestor del Proyecto	Superv. Ing. Civil	Proveedores	Consultores	Abogado Interno	Encargado Ambiental	Técnico C. Oper	Staff
1.1.2	Planeación Proyecto											
1.1.2.1	Adm. Alcance	R/A	R/A	R/A	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.1.1	Charter	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.1.2	Declaración del Alcance	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.1.3	EDT	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.2	Adm. Recursos Humanos	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.2.1	Matriz Roles y Responsabilidades	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.2.2	Organigrama del Proyecto	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3	Adm. Comunicaciones	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3.1	Matriz de Comunicación	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3.2	Anal. Involucrados	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3.3	Informe Semanal	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3.4	Informe Mensual	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.4	Adm. Tiempo	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.4.1	Programa del Proyecto	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.5	Adm. Costo	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.5.1	Estimación de Costos	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.5.2	Presupuesto Base	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.5.3	Plan de Erogaciones	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.6	Adm. Calidad	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.6.1	Plan de Calidad	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.7	Adm. Riesgos	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.7.1	Plan de Riesgos	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.8	Adm. Adquisiciones	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.8.1	Matriz de Adquisiciones	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.9	Adm. Integración	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-
1.1.2.9.1	Matriz de Control de Cambios	-	-	-	E/C	R/P	-	-	-	-	-	-



**Parte C**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Gerte. General	Gerte. Operaciones	Gerte. Ing. Civil	Gestor del Proyecto	Superv. Ing. Civil	Proveedores	Consultores	Abogado Interno	Encargado Ambiental	Técnico C. Oper	Staff
1.1.3	Ejecución Proyecto											
1.1.3.1	Aseguramiento de la Calidad	-	-	-	-	E/C	P	-	-	R	R	E
1.1.3.2	Administración Licitaciones y Cotizaciones	-	-	-	-	E/C	P	P	-	R	R	E
1.1.3.3	Administración de Contratos	-	-	-	-	E/C	P	P	P	R	R	E
1.1.4	Control Proyecto											
1.1.4.1	Reportes de Avance	R	R	R	-	E/C	-	-	-	-	R	P
1.1.4.2	Control de Cambios	R/A	R/A	R/A	-	E/C	-	-	-	-	R	P
1.1.4.3	Control y Seguimiento de Costos	R	R	R	-	E/C	-	-	-	-	R	P
1.1.5	Cierre Proyecto											
1.1.5.1	Reporte Final	R	R	R	R	R/C	-	-	-	-	-	-
1.1.5.2	Actas de Recepción	R	R	R	R	R/A	-	-	-	-	-	-
1.1.5.3	Lecciones Aprendidas	R	R	R	R	R/C	-	-	-	-	-	-
1.1.5.4	Cierre Administrativo	R	R	R	R	R/C	-	-	-	-	-	-

**Equivalencias:**

Ejecuta	Participa	Coordina	Revisa	Autoriza
E	P	C	R	A

Fuente: Elaboración Propia.

### ***3. Plan de Gestión de las Comunicaciones***

El plan de comunicaciones, es el procedimiento que permite identificar los requerimientos de información de los involucrados, y que por medio de la utilización de diferentes herramientas, definir cómo se dará respuesta a dichos requerimientos.

Su objetivo principal es asegurar que el manejo de las comunicaciones sea adecuado, oportuno y claro.

#### a) Análisis de Interesados

Para que el plan de comunicaciones tenga el suceso requerido por el proyecto, es necesario identificar y sobre todo calificar el nivel de interés y poder de los mismos.





Los involucrados son los actores clave dentro de la gestión de cualquier proyecto, ya que, determina de forma significativa el éxito del mismo. Es por ello que se empleó un análisis cualitativo- cuantitativo- gráfico y pictográfico para que -a través de un método desde el subjetivismo del autor- se pueda identificar de la forma más visual, la relevancia de los diversos involucrados (Ver tablas 41, 42 y figura 13).

Resulta interesante ver que involucrados como funcionarios del SETENA, Municipalidades y Departamento de Aguas a pesar de tener un nivel de influencia muy alto su nivel de interés en el proyecto realmente lo relega a posiciones poco trascendentes. Sin embargo, son los mismos funcionarios de PINDECO y Del Monte en sus figuras de más alta jerarquía, quienes tienen el mayor interés y poder sobre el proyecto, ya que, son el primer y gran filtro que de acuerdo a los resultados del estudio de factibilidad determinaría la continuidad del proyecto a su fase de ejecución.

**Tabla 40** Escala numérica y pictográfica de poder e interés de los interesados del proyecto

Escala de Poder/Interés	
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

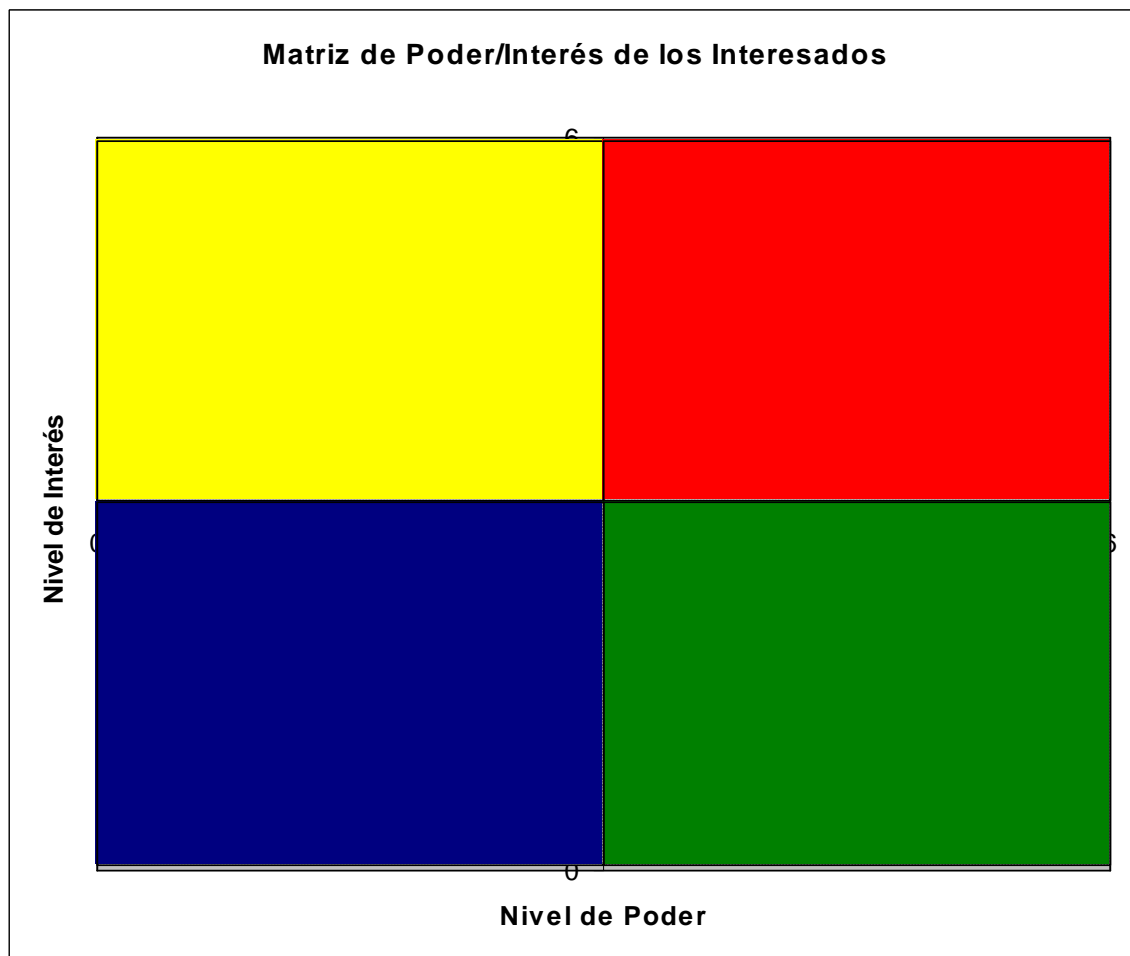
  

Escala Pictográfica de Poder/Interés	
Gestionar Atentamente	
Mantener Satisfecho	
Mantener Informado	
Monitorear	

**Tabla 41** Evaluación de los interesados en el proyecto

Interesado	Código	Poder	Interés	Evaluación del Impacto
CEO Del Monte	A	5	4	20
Gerte. General (Patrocinador)	B	5	4	20
Gerte. Operaciones	C	5	4	20
Funcionarios del ICE	Q	5	4	20
Gerte. Ing. Civil	D	4	4	16
Gestor del Proyecto	E	3	5	15
Superv. Ing. Civil (Gerente de Proyecto)	F	3	5	15
Funcionarios del CFIA	P	5	3	15
Proveedores	G	3	4	12
Consultores	H	3	4	12
Funcionarios de las Municipalidades	O	5	2	10
Encargado Ambiental	J	3	3	9
Funcionarios de SETENA	M	5	1	5
Funcionarios del Departamento de Aguas	N	5	1	5
Abogado Interno	I	2	2	4
Técnico C. Oper	K	2	2	4
Staff	L	2	1	2

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 13** Grafico de interés y poder de los interesados del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

b) Matriz de Comunicación

Para establecer la matriz de comunicación es necesario definir los siguientes aspectos:

- Lista de involucrados así como el papel que cada uno jugaría en la gestión del proyecto.
- Tipo de comunicación requerida: electrónica o escrita.
- Periodicidad con que esta información deba ser suministrada a cada involucrado.
- Formato para presentar la información: Informe Mensual, Informe Semanal, Órdenes de Cambio, Acta de Adjudicación, Minutas, etc.

Todo lo anterior se resume en la tabla 43.

**Tabla 42** Matriz de comunicación para el proyecto

Involucrado	Rol en el Proyecto	Informe Semanal	Informe Mensual	Ordenes de Cambio	Acta de Adjudicación	Comparativo Proveedores	Minutas de Reuniones	Facturaciones	Ordenes de Compra	Plan de Proyecto	Contratos
		Sem.	Men.	Oca.	Oca.	Oca.	Oca.	Quin.	Oca.	Oca.	Oca.
Rodrigo Jiménez	Patrocinador (Gerente General)					-	-	-			
Edward Littleton	Colaborador (Gerente de Operaciones)										
Alejandro Vieto	Colaborador (Gerente Ing. Civil)										
Miguel Gamboa	Gerente de Proyecto (Supervisor Ing. Civil)										
Adrián Jiménez	Gestor del Proyecto (Supervisor Agricultura)	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
Proveedores y Contratistas	Responsable Implementación	*	*			-	-	*		-	
Consultores Varios	Responsable de Diseño e Implementación	*	*			-	-	*		-	
Michael Calderón	Responsable Legal (Abogado Interno)	-	-	*	-	-	-	-	-		*
Mario Cordero	Responsable Ambiental	-		*	-	-	-	-	-		-
Danilo Torres	Responsable de Sistemas y Trámites de Interconexión (Técnico C. Oper)			-	-	*	*	-	-		-
Varios	Staff Interno	-	-	-		-	-	-	*	-	-



Fuente: Elaboración Propia.

Es así como se evidencia que el medio de comunicación más empleado durante el desarrollo del proyecto sería el electrónico, sin embargo, los comunicados escritos también tienen una participación importante sobre todo para tramites que tienen alguna implicación legal, al igual que reportes que deban ser entregados al gerente del proyecto por parte del staff que no tiene acceso a cuenta de correo electrónico.

Resalta también el hecho de que los involucrados con mayor interés y poder son los que reciben el más variado y constante fuente de comunicación, situación que concuerda a lo planteado en el análisis de involucrados.



c) Formato para Reporte Semanal y Mensual

El formato que debe ser empleado para reportar el status semanal y mensual de la ejecución del proyecto se expone a continuación en las figuras 13 y 15:

 Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte División PINDECO Pacífico <b>INFORME SEMANAL</b>		
		Com 03-01
<b>PROYECTO:</b> _____		
Semana:	Patrocinador:	
Fecha:	Gerente de Proyecto:	
Comentarios Generales		
Atrasos Significativos		
Atrasos	¿Resueltos?	
	SI	No
Prioridades (Próxima Semana)		
Amenazas (Problemas Potenciales)		
Oportunidades (Mejoras Potenciales)		
Control de Avance		
Control de Costos		
Control de Cambios		
Fotos de Avance		

**Figura 14** Formato designado para la elaboración del informe de avance semanal

Fuente: Elaboración Propia.

 Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte División PINDECO Pacífico <b>INFORME MENSUAL</b>		Com 04-01	
<b>PROYECTO:</b> _____			
Mes:		Patrocinador:	
Fecha:		Gerente de Proyecto:	
Comentarios Generales			
Atrasos Significativos			
Atrasos		¿Resueltos?	
		SI	No
Logros/Avance			
Acciones Correctivas a Efectuar			
Oportunidades (Mejoras Potenciales)			
Control de Avance			
Control de Costos			
Control de Cambios			
Prioridades			
Fotos de Avance			

**Figura 15** Formato Establecido para la elaboración del informe avance mensual

Fuente: Elaboración Propia.

Ambos formatos contemplan información básica y resumida de carácter ejecutivo de tal forma le permita a los involucrados claves estar plenamente informado acerca del “status” real del proyecto. Este estilo de informe resulta ser también una innovación dentro del esquema de trabajo de PINDECO Pacífico, ya que, actualmente no se dispone de un formato similar para reporte tanto el avance de operaciones como de proyectos.

#### ***4. Plan de Gestión del Tiempo***

Dado que todo proyecto debe ser ejecutado a través de la aplicación de múltiples tareas, el Plan de Gestión del Tiempo busca brindar tanto al ejecutor del proyecto como a la gerencia una lista base de las actividades que debe realizar para el establecimiento de las centrales hidroeléctricas, así como el tiempo requerido para la ejecución de los principales entregables.

Su objetivo principal es determinar las tareas que garantizan la conclusión a tiempo del proyecto.

##### **d) Cronograma del Proyecto**

Generalmente el cronograma del proyecto se expresa por medio de un diagrama de Gantt, ya que, ayuda para que de una forma visual y práctica los interesados puedan identificar aspectos claves de la planificación del tiempo como la ruta crítica. Sin embargo, el diagrama de Gantt posee la dificultad de que por su tamaño no son fácilmente imprimibles en un documento escrito como este, especialmente en proyectos de larga duración como el desarrollado en para este estudio. Es por ello, que para el proyecto en desarrollo se decidió emplear una representación tabular que contemple básicamente los ítems identificados anteriormente mediante la E.D.T, duración estimada de cada una, comienzo, fin, actividades predecesoras y nivel dentro del esquema de trabajo de cada concepto (Ver tabla 44).

Es así como se determinó que el proyecto estaría iniciando con su gestión en septiembre del 2011, y la operación de las 4 centrales hidroeléctricas sería en el julio del 2016 para un total de 1995 días, lo cual resulta ser un periodo de tiempo muy prolongado a primera vista, sin embargo, dicho periodo es requerido debido al tipo de trámites requeridos para obtener la aprobación de establecimiento respectivo. Dichos trámites son en su mayoría los relacionados con la Viabilidad Ambiental tramitada con SETENA y Concesión de Aguas con el Departamento de Aguas, mismos que por condiciones internas muy propias de estas instituciones conllevan un proceso largo y tedioso que debe ser contemplado de antemano por el planeamiento del proyecto.



**Tabla 43** Programa de trabajo para el proyecto en formato tabular

**Parte A**

Id	Nombre	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nivel de esquema
1	EDT "Alternativa de Autogeneración Eléctrica Mediante el Establecimiento de Centrales en PINDECO PACÍFICO"	1995,d	05-sep-11	17-ene-18		1
2	Gestión de Proyectos	1995,d	05-sep-11	17-ene-18		2
3	Estudio de Factibilidad	9,d	05-sep-11	14-sep-11		3
4	Estudio Mercadeo	1,d	05-sep-11	05-sep-11		4
5	Demanda Presente y Futura(Potencia, Energía y Demanda Máxima)	1,d	05-sep-11	05-sep-11		5
6	Estudio Técnico	2,d	05-sep-11	06-sep-11		4
7	Estimación Potencial de Generación por Punto	1,d	05-sep-11	05-sep-11		5
8	Determinación Componentes y Diseño de cada Central	1,d	06-sep-11	06-sep-11		5
9	Determinación Costos de Establecimiento y Operación	1,d	06-sep-11	06-sep-11		5
10	Estudio Legal-Ambiental	2,d	08-sep-11	09-sep-11		4
11	Definición de Proceso Legal, Burócrático y Ambiental Requerido	1,d	08-sep-11	08-sep-11		5
12	Determinación de las Leyes, Reglamentos y Decretos Vinculantes para este Tipo de Proyectos	1,d	08-sep-11	08-sep-11		5
13	Definir los Procesos y sus Responsables Requeridos	1,d	09-sep-11	09-sep-11		5
14	Deteminación del Tiempo y Costo Requerido para cada uno de los Procesos Legales	1,d	09-sep-11	09-sep-11		5
15	Estudio Organizacional	1,d	10-sep-11	10-sep-11		4
16	Definir el Organigrama de Trabajo	1,d	10-sep-11	10-sep-11		5
17	Definir los Puestos con Perfiles y Funciones Requeridos	1,d	10-sep-11	10-sep-11		5
18	Deteminación del Costo a Nivel Operativo del Recurso Humano	1,d	10-sep-11	10-sep-11		5
19	Evaluación Financiera	3,d	12-sep-11	14-sep-11		4
20	Integrar los Costos Asociados a la Inversión Inicial	1,d	12-sep-11	12-sep-11		5
21	Determinación Rel. Costo-Beneficio (Posible Ahorro)	1,d	13-sep-11	13-sep-11		5
22	Determinación Flujos de Caja Base	1,d	13-sep-11	13-sep-11		5
23	Determinación indicadores financieros: VAN, TIR, Período Recuperación	1,d	14-sep-11	14-sep-11		5
24	Sensibilización de los flujos de caja en diferentes escenarios	1,d	13-sep-11	13-sep-11		5
25	Cálculo y Análisis Viabilidad Económica	1,d	14-sep-11	14-sep-11		5
26	Planeación Proyecto	22,d	15-sep-11	10-oct-11		3
27	Adm. Alcance	1,d	15-sep-11	15-sep-11	3	4
28	Charter	1,d	15-sep-11	15-sep-11		5
29	Declaración del Alcance	1,d	15-sep-11	15-sep-11		5
30	EDT	1,d	15-sep-11	15-sep-11		5
31	Adm. Recursos Humanos	2,d	21-sep-11	22-sep-11	3	4
32	Matriz Roles y Responsabilidades	1,d	21-sep-11	21-sep-11		5
33	Organigrama del Proyecto	1,d	22-sep-11	22-sep-11		5
34	Adm. Comunicaciones	1,d	23-sep-11	23-sep-11	3	4
35	Matriz de Comunicación	1,d	23-sep-11	23-sep-11		5
36	Anal. Involucrados	1,d	23-sep-11	23-sep-11		5
37	Informe Semanal	1,d	23-sep-11	23-sep-11		5
38	Informe Mensual	1,d	23-sep-11	23-sep-11		5
39	Adm. Tiempo	1,d	24-sep-11	24-sep-11	3	4
40	Prorama del Proyecto	1,d	24-sep-11	24-sep-11		5
41	Adm. Costo	4,d	26-sep-11	29-sep-11	19	4
42	Estimación de Costos	2,d	26-sep-11	27-sep-11		5

## Parte B

Id	Nombre	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nivel de esquema
43	Presupuesto Base	1,d	28-sep-11	28-sep-11		5
44	Plan de Erogaciones	1,d	29-sep-11	29-sep-11		5
45	Adm. Calidad	3,d	30-sep-11	03-oct-11		4
46	Plan de Calidad	3,d	30-sep-11	03-oct-11		5
47	Adm. Riesgos	4,d	04-oct-11	07-oct-11		4
48	Plan de Riesgos	4,d	04-oct-11	07-oct-11		5
49	Adm. Adquisiciones	1,d	08-oct-11	08-oct-11		4
50	Matriz de Adquisiciones	1,d	08-oct-11	08-oct-11		5
51	Adm. Integración	1,d	10-oct-11	10-oct-11		4
52	Matriz de Control de Cambios	1,d	10-oct-11	10-oct-11		5
53	Ejecución Proyecto	180,d	22-jul-16	16-feb-17	80	3
54	Aseguramiento de la Calidad	180,d	22-jul-16	16-feb-17	80	4
55	Administración Licitaciones y Cotizaciones	180,d	22-jul-16	16-feb-17	80	4
56	Administración de Contratos	180,d	22-jul-16	16-feb-17	80	4
57	Control Proyecto	287,d	17-feb-17	17-ene-18	53	3
58	Reportes de Avance	287,d	17-feb-17	17-ene-18	53	4
59	Control de Cambios	287,d	17-feb-17	17-ene-18	53	4
60	Control y Seguimiento de Costos	287,d	17-feb-17	17-ene-18	53	4
61	Cierre Proyecto	7,d	22-jul-16	29-jul-16	95	3
62	Reporte Final	7,d	22-jul-16	29-jul-16	96	4
63	Actas de Recepción	1,d	22-jul-16	22-jul-16	96	4
64	Lecciones Aprendidas	1,d	22-jul-16	22-jul-16	96	4
65	Cierre Administrativo	1,d	22-jul-16	22-jul-16	96	4
66	Diseño y Tramitología	1180,d	15-nov-11	21-ago-15		2
67	Presentación Gerencia General	1,d	15-nov-11	15-nov-11	26	3
68	Análisis y Aprobación Cas Matriz Del Monte	40,d	16-nov-11	31-dic-11	67	3
69	Estudio de Impacto Ambiental	90,d	02-ene-12	14-abr-12	68	3
70	Plan de Gestión Ambiental	120,d	02-ene-12	19-may-12	68	3
71	Formulario D-1	360,d	21-may-12	13-jul-13	70	3
72	Planos catastrados puntos de toma y desfogue	90,d	15-jul-13	26-oct-13	71	3
73	Estudio hidrológico e hidráulico	90,d	28-oct-13	08-feb-14	72	3
74	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	360,d	10-feb-14	04-abr-15	73	3
75	Diseño Obra y Sistema	45,d	15-jul-13	04-sep-13	71	3
76	Tramitología de Planos CFIA	15,d	04-abr-15	21-abr-15	75	3
77	Permisos y Visados Municipales	15,d	22-abr-15	08-may-15	76	3
78	Permisos ICE, MS y AyA	60,d	09-may-15	17-jul-15	77	3
79	Presentación solicitud de participación al ICE	30,d	18-jul-15	21-ago-15	71	3
80	Ejecución del Proyecto	317,d	18-jul-15	21-jul-16		2
81	Aducación del sistema de conducción	150,d	18-jul-15	08-ene-16		3
82	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra	30,d	18-jul-15	21-ago-15	78	4
83	Remover Tubería Existente	30,d	31-oct-15	04-dic-15	82	4
84	Colocar tubería y accesorios tubería nueva y de interconexión	30,d	05-dic-15	08-ene-16	82	4
85	Construcción de Centrales Hidroeléctricas	90,d	31-oct-15	12-feb-16		3
86	Construcción Casa Máquinas	60,d	31-oct-15	08-ene-16	82	4
87	Instalación Equipo de Generación	15,d	09-ene-16	26-ene-16	86	4
88	Interconexión con Sist. Conducción de Agua	15,d	27-ene-16	12-feb-16	87	4
89	Interconexión Sist. Eléctrico	137,d	13-feb-16	21-jul-16		3
90	Establecimiento Tendido Eléctrico Centrl-Medidor	15,d	13-feb-16	01-mar-16	88	4
91	Colocación Transformadores	7,d	13-feb-16	20-feb-16	88	4
92	Instalación del SGCR y Proyecto Generación	7,d	02-mar-16	09-mar-16	91	4
93	Pruba Sist. en Paralelo	7,d	10-mar-16	17-mar-16	92	4
94	Instalación de Medidores por el ICE	2,d	18-mar-16	19-mar-16	93	4
95	Suscripción de acuerdo de interconexión	30,d	16-jun-16	20-jul-16	93	4
96	Puesta en Marcha del Proyecto	1,d	21-jul-16	21-jul-16	95	4

Fuente: Elaboración Propia.

### 5. Plan de Gestión del Costo

Para generar el Plan de Gestión de Costo se utilizará como base la información del Estudio de Factibilidad, que en general incluye los recursos monetarios asociados a los trámites,

diseños, asesorías iniciales, construcción de obra gris, adquisición de equipo y planilla requeridos para la ejecución del proyecto.

El objetivo principal de este plan es generar el presupuesto respectivo y programa de erogaciones, basado en la estimación de costos establecido durante el Estudio de Factibilidad.

a) Presupuesto Base

A continuación se presenta una propuesta del estimado de los costos iniciales asociados al establecimiento de las centrales hidroeléctricas (Ver tablas 45 y 46):

**Tabla 44** Programa de inversiones a nivel de tramitología legal

Rubro	Costo Total (\$)
Estudio de Impacto Ambiental	\$39.604
Plan de Gestión Ambiental	\$11.881
Formulario D-1	\$3.600
Planos catastrados puntos de toma y desfogue	\$1.368
Estudio hidrológico e hidráulico	\$6.931
Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	\$0
Diseño de obra y sistema	\$13.679
Tramitología de Planos	\$711
Permisos y visados municipales	\$0
Permisos ICE, MS y AyA	\$0
Presentación solicitud de participación	\$0
Suscripción de acuerdo de interconexión	\$0
<b>TOTAL</b>	<b>\$77.775</b>

**Tabla 45** Presupuesto base a nivel de equipo e infraestructura para el proyecto de generación eléctrica

Rubro	TOTAL	
	Unidades Requeridas	Costo Total Inversión 2016 (\$)
Tubería Principal HD 10"	150	\$14.616
Tendido Eléctrico para Interconexión (incluye cableado, transformadores, posteo, instalación y demás accesorios requeridos)	9,01	\$534.950
Casa de Máquinas (Incluye paredes, techo, puertas, estructura metálica, diseño y mano de obra)	48	\$23.762
Canal de Desfogue	95	\$9.500
Turbina marca Cornell Pump Co., modelo 4TR3-F18DB de hierro fundido con rodete de bronce, sello mecánico. +Generador de inducción 75 KW, 1800 rpm, 3 fases, 240/480, 60 Hz ODP	1	\$45.448
Valvula mariposa marca Henry Pratt, 10", MKII con Duracyl, valvula solenoide de cuatro vias, control de velocidad de apertura y cierre, switch de limite	2	\$8.596
Valvula mariposa, 8"	3	\$11.577
Junta de expansion Metraflex, reduccion concentrico, 8 x 4 x 8	2	\$1.570
Varillas de Control para junta de expansion	2	\$332
Panel de Control y Proteccion	1	\$11.628
Coneccion especial suplir agua a la turbina (img242)	4	\$30.952
Turbina marca Cornell Pump Co., modelo 2.5TR1-F16, resto igual a Punto 1. Generador de inducción 10 KW	1	\$28.156
Valvula mariposa 16"	1	\$6.782
Valvula mariposa 6"	1	\$3.686
Junta de expansion Metraflex, reduccion 6 x 2.5 x 6	1	\$680
Varillas de Control para junta de expansion	1	\$124
Panel de Control y Proteccion	3	\$30.780
Turbina marca Cornell Pump Co., modelo 4TR2-F18DB, resto igual a Punto 1. Generador de inducción 20 KW, 1200 rpm	1	\$32.686
Turbina marca Canyon Hydro, modelo 1051-1 tipo Pelton+Generador de inducción de 18.6 KW, 1800 rpm, 3 fases, 480 VAC, 60 Hz	1	\$47.539
Valvula mariposa 18"	1	\$12.154
Junta de expansion Metra Flex Metra-Mini modelo MM0800 8 x 12	1	\$598
Reduccion de hiero 8 x 4 con bridas	1	\$300
	<b>TOTAL</b>	<b>\$582.829</b>
		<b>\$273.588</b>
		<b>\$856.417</b>

b) Programa de Erogaciones

Una vez que se cuenta con los costos estimados del proyecto contemplados en el presupuesto base, se debe establecer los periodos de la aplicación de los desembolsos en que dicho presupuesto sería requerido. En términos prácticos y debido a que existe un periodo para establecimiento del proyecto de casi cinco años, los desembolsos se establecen de forma anual.

El programa de erogaciones además define la línea base que permitirá medir la variación del estimado contra lo realmente aplicado.

Se presenta la tabla 47 que resume la propuesta para las erogaciones del presupuesto:

**Tabla 46** Cronograma de inversiones para el proyecto de autogeneración eléctrica

<b>Rubro</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Tramitología</b>	\$0	\$19.444	\$23.332	\$23.332	\$7.777	\$3.889	\$77.775
<b>Infraestructura</b>	\$0	\$0	\$0	\$0	\$145.707	\$437.122	\$582.829
<b>Equipo</b>	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$273.588	\$273.588
<b>TOTAL</b>	\$0	\$19.444	\$23.332	\$23.332	\$153.485	\$714.598	<b>\$934.191</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**6. Plan de Gestión de la Calidad**

El Plan de Gestión de la Calidad involucra procesos y actividades tendientes a satisfacer las necesidades para las cuales se crea el producto final del proyecto, en este caso el establecimiento satisfactorio de las centrales de generación hidroeléctrica.

Su objetivo primordial es identificar los requisitos de calidad del producto y la manera en que se documentará su cumplimiento.

a) Matriz de Calidad

Previo a la elaboración de la matriz de calidad se deben establecer los objetivos que el plan de calidad debe cumplir, el cual reúne al menos las siguientes características: ser claramente definido, medible y alcanzable (Ver tabla 48).

A continuación se plantean los objetivos de calidad que deben ser contemplados en el plan de creación del centro diurno:

- Cumplir con las especificaciones vigentes de planta físicas solicitadas por el Ministerio de Salud, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, Municipalidades y el diseño de construcción exigido por el consultor contratado para dicho fin.
- Cumplir con las especificaciones vigentes para el sistema de generación e interconexión eléctrica con I.C.E por el Plan Piloto de Generación Distribuida.
- Verificar que se cumpla con el alcance establecido, en cuanto a tiempo costo y calidad principalmente.

**Tabla 47** Matriz de parámetros, criterios de aceptación y responsables de calidad

**Parte A**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Parámetros	Criterios de Aceptación	Responsable
1.1	Gestión de Proyectos	Desarrollo a través del marco del proyecto de graduación del Programa de Maestría de Gerencia de Proyectos	Los criterios de aceptación están referenciados bajo el reglamento para proyectos de graduación del plan de maestría y reglamento interno de bibliotecas. Para la planificación del proyecto se debe cumplir con las exigencias planteadas por el PMBOK en su Guía del 2008.	Gestor del Proyecto
1.2	Diseño y Tramitología			
1.2.1	Presentación Gerencia General	Resumen con información técnica requerida por la Gerencia General, Vicepresidencia Financiera y la oficina del C.E.O de Del Monte Regional y Mundial	Indicadores financieros positivos como: el VAN, TIR, Índice de Rentabilidad, Periodo de Recuperación de la Inversión. Además de exposición clara de las repercusiones a nivel de imagen del proyecto para la Empresa	Gestor del Proyecto
1.2.2	Análisis y Aprobación Cas Matriz Del Monte			

**Parte B**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Parámetros	Criterios de Aceptación	Responsable
1.2.3	Estudio de Impacto Ambiental	Se debe gestionar la información requerida por la Secretaría Técnica Ambiental para el análisis y otorgamiento de la Viabilidad del Proyecto	Criterios de aceptación establecidos por los decretos y reglamentos vinculantes con el funcionamiento del SETENA	Encargado Ambiental
1.2.4	Plan de Gestión Ambiental			
1.2.5	Formulario D-1			
1.2.6	Planos catastrados puntos de toma y desfogue	Se debe gestionar la información requerida por la Departamento de Aguas para el análisis y otorgamiento de la Concesión de Fuerza Hidráulica	Criterios de aceptación establecidos por el Departamento de Aguas bajo la Ley de Aguas y Decretos vinculantes al DA	Encargado Ambiental
1.2.7	Estudio hidrológico e hidráulico			
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica			
1.2.9	Diseño Obra y Sistema	Se debe gestionar la información requerida por el CFIA, Municipalidades, ICE, MS y AyA para los respectivos permisos de construcción y funcionamiento	Criterios de aceptación establecidos por los reglamentos, decretos y leyes vinculantes al CFIA, Municipalidades, ICE, MS y AyA	Gerente de Proyecto
1.2.10	Tramitología de Planos CFIA			
1.2.11	Permisos y Visados Municipales			
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA			
1.2.13	Presentación solicitud de participación al ICE	La presentación de la solicitud de Participación, debe cumplir con las especificaciones requeridas por el ICE en Plan Piloto de Generación Distribuida	Cumplir con los requisitos planteados por el ICE en su Plan de Generación Distribuida	Gerente de Proyecto/ Técnico C. Oper



**Parte C**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Parámetros	Criterios de Aceptación	Responsable
1.3	Ejecución del Proyecto			
1.3.1	Adecuación del sistema de conducción	La adecuación del sistema de conducción debe realizarse según los requerimientos establecidos por el fabricante de los componentes del sistema de generación, de tal forma se acople sin problema al sistema de generación.	Cumplir con los requisitos planteados por el fabricante del sistema de generación	Gerente de Proyecto
1.3.2	Construcción de Centrales Hidroeléctricas	La construcción de las centrales debe seguir los lineamientos establecidos en plan del proyecto en términos, técnicos, tiempo y costo principalmente	Cumplir con los requisitos establecidos en el plan del proyecto, además de los reglamentos del CFIA, Municipalidades, ICE, MS y AyA	Gerente de Proyecto
1.3.3	Interconexión Sist. Eléctrico	La interconexión debe seguir con las condiciones especificadas en la solicitud presentadas al ICE acorde al Plan Piloto de Generación Distribuida	Cumplir con las requisitos planteados por el Plan Piloto de Generación Distribuida	Gerente de Proyecto/ Técnico C. Oper

Fuente: Elaboración Propia.

## **7. Plan de Gestión de los Riesgos**

El plan de gestión de los riesgos primeramente identifica los riesgos potenciales que de alguna u otra forma pueden afectar el alcance del proyecto, procurando además que en caso de que se materialicen no vayan a tener mayores impactos sobre lo planeado. Cabe aclarar que el presente plan se enfocará en la atención de los riesgos negativos, o sea aquellas situaciones que signifiquen amenazas para la ejecución del mismo y no sobre riesgos con potencial positivo, es decir que pueden variar de forma positiva el alcance del proyecto.

Su objetivo principal es establecer las estrategias para la administración, control y seguimiento de los potenciales riesgos del proyecto.

### a) Identificación y calificación de los riesgos

Para la identificación de los riesgos, se analizó cada uno de los ítems de la E.D.T de acuerdo a la experiencia, conocimiento y análisis del gestor del proyecto, en donde se consideraron hechos relevantes que en proyectos similares se hayan convertido en un riesgo materializado.

Para la identificación y calificación de los riesgos se empleó la Matriz para la Administración de Riesgos (Ver tabla 49), el cual es un instrumento que permite de forma tabular integrar los riesgos identificados para cada entregable del proyecto, así como sus causas y efectos más comunes, además de su probabilidad e impacto. Lo cual permite de una forma rápida y práctica al ejecutante del proyecto y a la gerencia de la compañía, visualizar y comprender los puntos críticos a ser considerados y administrados previo y durante a ejecución del proyecto.

Para la Matriz de Riesgos se tomó como información base cada uno de los ítems del E.D.T, a los cuales se les aplicó un método cualitativo y cuantitativo para evaluar la probabilidad de ocurrencia y la posible magnitud de impacto sobre el alcance del proyecto en caso de su ocurrencia. La escala empleada fue del 1 al 5, siendo 1 de probabilidad de impacto y de ocurrencia más baja y 5 la más alta. Para dicha calificación se empleó la experiencia del gestor en proyectos similares, en donde el resultado final resultó de la multiplicación de la probabilidad de ocurrencia y la magnitud del impacto.

Una vez calificados cada ítem, estos fueron priorizados de acuerdo a su valor en una escala de 1 a 3 y señalados en una escala de color, siendo 1 el da mas importancia (rojo), 2 de importancia intermedia (amarilla) y 3 de calificación baja (verde), esto para que su posterior análisis en relación al tipo de riesgo, sus causas, efectos y posibles respuestas sea los más práctico posible.

**Tabla 48** Matriz de identificación y análisis de riesgos

**Parte A**

Ítem E.D.T	Descripción	Causas Comunes	Riesgo	Efectos	Cuantificación	Priorización
1.1	Gestión de Proyectos					
1.1.1	Estudio de Factibilidad	Proyecto no cumple con las necesidades técnicas	Proyecto no es factible	Proyecto no realizable	15	2
1.1.1	Estudio de Factibilidad	Proyecto no cumple con las necesidades energéticas de las instalaciones de las fincas	Proyecto no es factible	Proyecto no realizable	15	2
1.1.1	Estudio de Factibilidad	Proyecto no es factible desde el punto de vista financiero	Proyecto no es factible	Proyecto no realizable	15	2
1.1.2	Planeación Proyecto	-	-	-	0	0
1.1.3	Ejecución Proyecto	-	-	-	0	0
1.1.4	Control Proyecto	-	-	-	0	0
1.1.5	Cierre Proyecto	-	-	-	0	0
1.2	Diseño y Tramitología					
1.2.1	Presentación Gerencia General	Falta de interés por parte de la gerencia general.	Proyecto relegado	Impacto en ruta crítica	8	2
1.2.1	Presentación Gerencia General	Proyecto no encaja dentro del plan estratégico macro de Del Monte	Proyecto relegado	Impacto en ruta crítica	3	3
1.2.2	Análisis y Aprobación Casa Matriz Del Monte	Falta de interés por parte del CEO de Del Monte	No aprobación por Casa Matriz	Proyecto no realizable	15	2
1.2.2	Análisis y Aprobación Casa Matriz Del Monte	Proyecto no encaja dentro del plan estratégico macro de Del Monte	No aprobación por Casa Matriz	Proyecto no realizable	5	3
1.2.2	Análisis y Aprobación Casa Matriz Del Monte	Falta de interés por parte de la gerencia general.	Retraso excesivo para la aprobación por Casa Matriz	Impacto en ruta crítica	12	2
1.2.2	Análisis y Aprobación Cas Matriz Del Monte	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el procedimientos de aprobación de proyectos de inversión	Retraso excesivo para la aprobación por Casa Matriz	Impacto en ruta crítica	8	2
1.2.3	Estudio de Impacto Ambiental	Retraso en proceso de contratación de la empresa consultora	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.3	Estudio de Impacto Ambiental	Empresa consultora no cumple con los plazos establecidos para el sistema	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.4	Plan de Gestión Ambiental	Retraso en proceso de contratación de la empresa consultora	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.4	Plan de Gestión Ambiental	Empresa consultora no cumple con los plazos establecidos para el sistema	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.5	Formulario D-1	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención de la viabilidad ambiental	Proyecto no realizable	10	2
1.2.5	Formulario D-1	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno del SETENA	Retraso excesivo en la obtención de la viabilidad ambiental	Impacto en ruta crítica	20	1

**Parte B**

Ítem E.D.T		Causas Comunes	Riesgo	Efectos	Cuantificación	Priorización
1.2.6	Planos catastrados puntos de toma y desfogue	Retraso en proceso de contratación de la empresa consultora	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.6	Planos catastrados puntos de toma y desfogue	Empresa consultora no cumple con los plazos establecidos para el sistema	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.7	Estudio hidrológico e hidráulico	Retraso en proceso de contratación de la empresa consultora	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.7	Estudio hidrológico e hidráulico	Empresa consultora no cumple con los plazos establecidos para el sistema	Retraso excesivo en su realización	Impacto en ruta crítica	6	3
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención del permiso de uso de aguas	Proyecto no realizable	10	2
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno del Departamento de Aguas	Retraso excesivo del otorgamiento permiso de uso de aguas	Impacto en ruta crítica	20	1
1.2.9	Diseño Obra y Sistema	Proceso de control en el diseño inadecuado	Fallas de diseño	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	8	2
1.2.10	Tramitología de Planos CFIA	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos del CFIA	No obtención de los permisos por parte del CFIA	Proyecto no realizable	10	2
1.2.11	Permisos y Visados Municipales	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención del permiso municipal	Proyecto no realizable	10	2
1.2.11	Permisos y Visados Municipales	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno de las municipalidades	Retraso del permiso municipal	Impacto en ruta crítica	16	1
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención del permiso ICE, MS y AyA	Proyecto no realizable	10	2
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno de las municipalidades	Retraso de la obtención del permiso ICE, MS y AyA	Impacto en ruta crítica	8	2
1.2.13	Presentación solicitud de participación al ICE	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de presentación de solicitud de participación	Solicitud no aceptada por el ICE	Impacto en ruta crítica	6	3

Parte C

Ítem E.D.T		Causas Comunes	Riesgo	Efectos	Cuantificación	Priorización
1.3	Ejecución del Proyecto					
1.3.1	Adecuación del sistema de conducción	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	6	3
1.3.1.1	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra	Cantidad de oferentes insuficiente acorde a las políticas internas de contratación	No adjudicación del contrato de construcción e instalación	Proyecto no realizable	10	2
1.3.1.1	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra	Oferentes no calificados	No adjudicación del contrato de construcción e instalación	Proyecto no realizable	10	2
1.3.1.2	Remover Tubería Existente	No disponible la maquinaria requerida	Retraso en la remoción de tubería	Impacto en ruta crítica	3	3
1.3.1.2	Remover Tubería Existente	Fenómenos climáticos	Retraso en la remoción de tubería	Impacto en ruta crítica	12	2
1.3.1.3	Colocar tubería y accesorios tubería nueva y de interconexión	No disponible la maquinaria requerida	Retraso en la remoción de tubería	Impacto en ruta crítica	3	3
1.3.1.3	Colocar tubería y accesorios tubería nueva y de interconexión	Fenómenos climáticos	Retraso en la remoción de tubería	Impacto en ruta crítica	12	2
1.3.2	Construcción de Centrales Hidroeléctricas	Contratista no posee la experiencia y personal requerido o aumento excesivo de los materiales de construcción	Construcción no cumple con los requisitos establecidos o mas costosa de lo planificado	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	15	2
1.3.2.1	Construcción Casa Máquinas	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	4	3
1.3.2.1	Construcción Casa Máquinas	Aumento excesivo de los materiales de construcción	Construcción mas costosa de lo planificado	Impacto en costos	12	2
1.3.2.2	Instalación Equipo de Generación	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	4	3
1.3.2.3	Interconexión con Sist. Conducción de Agua	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	6	3
1.3.3	Interconexión Sist. Eléctrico	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	6	3
1.3.3.1	Establecimiento Tendido Eléctrico Central-Medidor	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	6	3
1.3.3.2	Colocación Transformadores	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	6	3
1.3.3.3	Instalación del SGCR y Proyecto Generación	Contratista no posee la experiencia y personal requerido	Construcción no cumple con los requisitos establecidos	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	6	3
1.3.3.4	Prueba Sist. en Paralelo	Pruebas en paralelo no satisfactorias	Retraso de la puesta en marcha del proyecto	Impacto en ruta crítica	6	3
1.3.3.5	Instalación de Medidores por el ICE	Pruebas en paralelo no satisfactorias	Retraso de la puesta en marcha del proyecto	Impacto en ruta crítica	6	3
1.3.3.6	Suscripción de acuerdo de interconexión	Cierre abrupto del Plan Piloto Generación Distribuida	No firma del contrato con el ICE	Cierre de la ejecución del proyecto	5	3
1.3.3.6	Suscripción de acuerdo de interconexión	Cambio de los políticas gubernamentales orientados a la generación de energía alternativa	No firma del contrato con el ICE	Cierre de la ejecución del proyecto	15	2
1.3.3.7	Puesta en Marcha del Proyecto	Cierre de operaciones de alguna de las fincas que engloba alguna de las centrales	Paralización temporal del proyecto	Impacto en ruta crítica	4	3
1.3.3.7	Puesta en Marcha del Proyecto	Fenómenos climáticos que afecten el suministro de agua o componentes del sistema eléctrico	Paralización temporal del proyecto	Impacto en ruta crítica	20	1

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la Matriz de Identificación y Análisis de Riesgos, los principales riesgos identificados cuya nota además se consideró como en el rango más alto, se relacionan con la paralización de las obras provocado por fenómenos climáticos al momento de la ejecución del proyecto. Otro riesgo importante es el retraso del inicio de la construcción producto de la falta de voluntad por parte de instituciones como el SETENA, DA y Municipalidades para otorgar los permisos de ejecución correspondiente.

Un segundo grupo de riesgos en importancia son:

- No factibilidad del proyecto desde el punto de vista financiero o técnico lo cual no permitiría la ejecución del proyecto.
- Proyecto relegado o retrasado por la misma tramitología interna de Del Monte.
- No obtención de la viabilidad ambiental o permisos de funcionamiento, producto de incumplimientos al momento de la presentación de las solicitudes correspondientes a los organismos externos involucrados como el SETENA, DA, Municipalidades, ICE, MS y AyA.
- Fallas de diseño que deban ser corregidos sobre la marcha y a su vez causen atrasado a la ejecución del proyecto.
- No adjudicación del contrato de construcción e instalación de las centrales, debido a la presencia de oferentes poco calificados o insuficientes de acuerdo al proceso requerido por las políticas de Del Monte.
- Retraso en la remoción de tubería existente a causa de fenómenos climáticos.
- Construcción más costosa de lo planificado producto de erogaciones mayores a las contempladas en la planificación.
- Establecimiento no cumple con las especificaciones de calidad requeridas, debido un control de calidad deficiente o poca experiencia de la empresa ejecutora.

b) Plan para la Administración de Riesgos

Una vez identificados y calificados los riesgos de mayor importancia, se dispone del insumo suficiente para estructurar un plan orientado a mitigar o enfrentar los riesgos de acuerdo a las causas identificadas para cada uno de ellos, tal y como se expone en la tabla 50.

El tipo de respuesta seleccionado para cada riesgo se orienta al abandono del proyecto o prevenir la aparición del riesgo en sí mismo, para lo cual además se asigna un responsable de la ejecución del plan preventivo, elemento crucial para que tanto los gestores como ejecutores del proyecto tengan claro las medidas de acción que deben ser puestas en marcha antes o después de la aparición del riesgo, según corresponda.



**Tabla 49** Matriz para la administración de riesgos

**Parte A**

Ítem E.D.T	Categoría	Casusas Comunes	Riesgo	Efectos	Tipo Respuesta	Accion	Responsable
1.1.1	Estudio de Factibilidad	Proyecto no cumple con las necesidades técnicas	Proyecto no es factible	Poryecto no realizable	Abandono/ Preventivo	1- Detener el proyecto en la etapa de planeación y no emplear mas recursos. 2- Al momento de realizar el estudio técnico analizar diferentes opciones téncias que permita construir un árbol de decisiones.	Gestor del Proyecto
1.1.1	Estudio de Factibilidad	Proyecto no cumple con las necesidades energéticas de las instalaciones de las fincas	Proyecto no es factible	Poryecto no realizable	Abandono/ Preventivo	1- Detener el proyecto en la etapa de planeación y no emplear mas recursos. 2- Al momento de realizar el estudio técnico analizar diferentes opciones téncias que permita construir un árbol de decisiones.	Gestor del Proyecto
1.1.1	Estudio de Factibilidad	Proyecto no es factible desde el punto de vista financiero	Proyecto no es factible	Poryecto no realizable	Abandono/ Preventivo	1- Detener el proyecto en la etapa de planeación y no emplear mas recursos. 2- Al momento de realizar el estudio técnico analizar diferentes opciones téncias que permita construir un árbol de decisiones.	Gestor del Proyecto
1.2.1	Presentación Gerencia General	Falta de interés por parte de la gerencia general.	Proyecto relegado	Impacto en ruta crítica	Preventivo	1- Desarrollar un exhaustivo y metuculoso estudio de factibilidad, de tal forma demuestre la rentabilidad y beneficios para la empresa. 2- Durante la presentación del proyecto, resaltar además de los benefico financieros del proyecto, los efectos sobre la imagen de la empresa y aporte al plan de reducción de la hueya de carbono de Del Monte.	Gestor del Proyecto
1.2.2	Análisis y Aprobación Casa Matriz Del Monte	Falta de interés por parte del CEO de Del Monte	No aprobación por Casa Matriz	Poryecto no realizable	Preventivo	1- Desarrollar un exhaustivo y metuculoso estudio de factibilidad, de tal forma demuestre la rentabilidad y beneficios para la empresa. 2- Durante la presentación del proyecto, resaltar además de los benefico financieros del proyecto, los efectos sobre la imagen de la empresa y aporte al plan de reducción de la hueya de carbono de Del Monte.	Gestor del Proyecto/Patrocinador

## Parte B

Ítem E.D.T	Categoría	Casusas Comunes	Riesgo	Efectos	Tipo Respuesta	Acción	Responsable
1.2.2	Análisis y Aprobación Casa Matriz Del Monte	Falta de interés por parte de la gerencia general.	Retraso excesivo para la aprobación por Casa Matriz	Impacto en ruta crítica	Preventivo	1- Desarrollar un exhaustivo y meticulado estudio de factibilidad, de tal forma demuestre la rentabilidad y beneficios para la empresa. 2- Durante la presentación del proyecto, resaltar además de los beneficios financieros del proyecto, los efectos sobre la imagen de la empresa y aporte al plan de reducción de la huella de carbono de Del Monte. 3- Convencer a la gerencia local sobre la importancia del proyecto, de tal forma la misma se encargue de gestionar adecuadamente el proyecto ante la Casa Matriz.	Gestor del Proyecto/Patrocinador
1.2.2	Análisis y Aprobación Cas Matriz Del Monte	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el procedimientos de aprobación de proyectos de inversión	Retraso excesivo para la aprobación por Casa Matriz	Impacto en ruta crítica	Preventivo	Completar y chequear antes de envío proyecto a Casa Matriz, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación de proyectos de inversión de Del Monte.	Gerente Proyecto
1.2.5	Formulario D-1	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención de la viabilidad ambiental	Proyecto no realizable	Preventivo	Completar y chequear antes de envío del Formulario D1, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del SETENA.	Gerente Proyecto/Encargado Ambiental
1.2.5	Formulario D-1	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno del SETENA	Retraso excesivo en la obtención de la viabilidad ambiental	Impacto en ruta crítica	Preventivo	1- Completar y chequear antes de envío del Formulario D1, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del SETENA. 2- Gestión adecuada de los involucrados dentro del SETENA por medio del Encargado Ambiental. 3- Contratar un consultor con experiencia y basto conocimiento de las relaciones a lo interno del SETENA que gestione el proyecto adecuadamente.	Gerente Proyecto/Encargado Ambiental
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención del permiso de uso de aguas	Proyecto no realizable	Preventivo	Completar y chequear antes del envío de la Solicitud de Concesión de Fuerza Hidráulica, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del Departamento de Aguas.	Gerente Proyecto/Encargado Ambiental/Abogado Interno
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno del Departamento de Aguas	Retraso excesivo del otorgamiento permiso de uso de aguas	Impacto en ruta crítica	Preventivo	1- Completar y chequear antes de envío de la Solicitud de Concesión de Fuerza Pública, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del Departamento de Aguas. 2- Gestión adecuada de los involucrados dentro del Departamento de Aguas por medio del Encargado Ambiental y Abogado Interno. 3- Contratar un consultor con experiencia y basto conocimiento de las relaciones a lo interno del Departamento de Aguas que gestione el proyecto adecuadamente.	Gerente Proyecto/Encargado Ambiental/Abogado Interno

**Parte C**

Ítem E.D.T	Categoría	Casusas Comunes	Riesgo	Efectos	Tipo Respuesta	Acción	Responsable
1.2.9	Diseño Obra y Sistema	Proceso de control en el diseño inadecuado	Fallas de diseño	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	Preventivo	1- Enlistar todos los factores de calidad exigidos para el proyecto desde el punto de vista diseño, e incluirlos dentro del cartel de licitación. 2- Establecer un cronograma de verificaciones en donde se chequee los criterios de aceptación de calidad del proyecto, de tal forma se corrija a tiempo cualquier desviación de los parámetros iniciales establecidos.	Gerente de Proyecto
1.2.10	Tramitología de Planos CFIA	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos del CFIA	No obtención de los permisos por parte del CFIA	Proyecto no realizable	Preventivo	Completar y chequear antes del envío de los Planos del Proyecto, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del C.F.I.A.	Gerente de Proyecto/Consultor
1.2.11	Permisos y Visados Municipales	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención del permiso municipal	Proyecto no realizable	Preventivo	Completar y chequear antes del envío de los Planos del Proyecto, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación de las municipalidades.	Gerente de Proyecto
1.2.11	Permisos y Visados Municipales	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno de las municipalidades	Retraso del permiso municipal	Impacto en ruta crítica	Preventivo	1- Completar y chequear antes de envío de los Planos del Proyecto, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación de las municipalidades. 2- Gestión adecuada de los involucrados dentro de las municipalidades por medio del Gerente de Proyecto.	Gerente de Proyecto
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA	Contenido documental incompleto o procesos incoherentes con el reglamento de otorgamiento de permisos	No obtención del permiso ICE, MS y AyA	Proyecto no realizable	Preventivo	Completar y chequear antes del envío de los Planos del Proyecto, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del I.C.E, M.S y AyA.	Gerente de Proyecto
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA	Falta voluntad política o exceso de burocracia a lo interno de las municipalidades	Retraso de la obtención del permiso ICE, MS y AyA	Impacto en ruta crítica	Preventivo	1- Completar y chequear antes de envío de los Planos del Proyecto, todos los estudios y documentos que exige el proceso de aprobación del ICE, MS y AyA. 2- Gestión adecuada de los involucrados dentro de las municipalidades por medio del Gerente de Proyecto.	Gerente de Proyecto

**Parte D**

Ítem E.D.T	Categoría	Casusas Comunes	Riesgo	Efectos	Tipo Respuesta	Accion	Responsable
1.3.1.1	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra	Cantidad de oferentes insuficiente acorde a las políticas internas de contratación	No adjudicación del contrato de construcción e instalación	Poryecto no realizable	Preventivo	Realizar un proceso de licitación abierto y publicado en medios de circulación nacional como periódicos de gran circulación.	Gerente de Proyecto
1.3.1.1	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra	Oferentes no calificados	No adjudicación del contrato de construcción e instalación	Poryecto no realizable	Preventivo	Realizar un proceso de licitación abierto y publicado en medios de circulación nacional como periódicos de gran circulación.	Gerente de Proyecto
1.3.1.2	Remover Tubería Existente	Fenómenos climaticos	Retraso en la remosi3n de tubería	Impacto en ruta crítica	Preventivo	Realizar la remosi3n de la tubería existente en la época seca.	Gerente de Proyecto/Contratista
1.3.1.3	Colocar tubería y accesorios tubería nueva y de interconexi3n	Fenómenos climaticos	Retraso en la colocaci3n de nueva tubería	Impacto en ruta crítica	Preventivo	Realizar la colocaci3n de la tubería existente en la época seca.	Gerente de Proyecto/Contratista
1.3.2	Construcci3n de Centrales Hidroeléctricas	Contratista no posee la experiencia y personal requerido o aumento excesivo de los mateariales de construcci3n	Construcci3n no cumple con los requisitos establecidos o mas costosa de lo planificado	Impacto en ruta crítica, calidad y costos	Preventivo	1- Realizar un proceso de licitaci3n abierto y publicado en medios de circulaci3n nacional como periódicos de gran circulaci3n. 2- Enlistar en el cartel de licitaci3n todos los requisitos necesarios para la adjudicaci3n del contrato. 3- Verificar al momento de la adjudicaci3n del contrato que el oferente cumpla con todos los requisitos planteados en el cartel de licitaci3n por medio de la presentaci3n de atestados.	Gerente de Proyecto/Contratista
1.3.2.1	Construcci3n Casa Máquinas	Aumento excesivo de los mateariales de construcci3n	Construcci3n mas costosa de lo planificado	Impacto en costos	Preventivo	Preveer en el estudio de factibilidad posibles aumentos de los materiales en el futuro y someter el estudio a diversos estudios de sensibilidad.	Gerente de Proyecto/Contratista
1.3.3.6	Suscripci3n de acuerdo de interconexi3n	Cambio de los políticas gubernamentales orientados a la generaci3n de energía alternativa	No firma del contrato con el ICE	Cierre de la ejecuci3n del proyecto	Abandono	Abandonar el proyecto.	Gerente de Proyecto/Técnicoo Coodrinador Operaciones
1.3.3.7	Puesta en Marcha del Proyecto	Fenómenos climaticos que afecten el suministro de agua o componentes del sistema eléctrico	Paralizi3n temporal del proyecto	Impacto en ruta crítica	Preventivo	Poner en marcha el proyecto en la época seca.	Gerente de Proyecto/Contratista

Fuente: Elaboraci3n Propia.

## **8. Plan de Gestión de las Adquisiciones**

El plan de gestión de las adquisiciones consiste en establecer los procesos necesarios para la adquisición de bienes y servicios a los proveedores. Además, dicho plan incluye los procedimientos para administrar los contratos realizados con los proveedores.

El objetivo es definir los tipos de proveedores y su gestión, para la adquisición de los bienes y servicios requeridos por el proyecto.

### a) Matriz de Adquisiciones

Todo lo que es el proceso de contratación de servicios o bienes a terceros del proyecto se regirá bajo el procedimiento establecido por Del Monte, para cualquiera de sus operaciones, regulado bajo la Política de Contratación a Terceros establecido por la Casa Matriz, misma que establece los procedimientos tanto para la selección de los proveedores, como para la contratación, pagos y posterior cierre de relaciones. Sin embargo, y debido a que resultan ser procesos críticos y confidenciales para la empresa no se describen en este documento.

Si resulta claro que la mayoría de adquisiciones se realizará con “staff” interno como una alternativa para mantener costos adecuados. El resto de las adquisiciones en su mayoría corresponde a contratación de consultorías, compra de equipo y por su puesto contratación de empresas encargadas de la ejecución del proyecto, tal y como se presenta en la tabla 51.

**Tabla 50** Matriz de adquisiciones del proyecto

**Parte A**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Tipo de Contratación								Fecha Concurso	Fecha de Contratación
		Staff Interno	Alquiler Equipo	Consultoría Externa	Contrato Diseño	Contrato Construcción	Compra e Instalación Equipo	Compra de Materiales	Contratación Staff		
1.1	Gestión de Proyectos										
1.1.1	Estudio de Factibilidad	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2	Planeación Proyecto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1.3	Ejecución Proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
1.1.4	Control Proyecto	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
1.1.5	Cierre Proyecto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	Diseño y Tramitología										
1.2.1	Presentación Gerencia General	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2.2	Análisis y Aprobación Cas Matriz Del Monte	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2.3	Estudio de Impacto Ambiental	X	-	X	-	-	-	-	-	03-nov-11	02-ene-12
1.2.4	Plan de Gestión Ambiental	X	-	X	-	-	-	-	-	03-nov-11	02-ene-12
1.2.5	Formulario D-1	X	-	X	-	-	-	-	-	22-mar-12	21-may-12
1.2.6	Planos catastrados puntos de toma y desfogue	X	-	X	X	-	-	-	-	16-may-13	15-jul-13
1.2.7	Estudio hidrológico e hidráulico	X	-	X	X	-	-	-	-	29-ago-13	28-oct-13
1.2.8	Solicitud de concesión de fuerza hidráulica	X	-	X	-	-	-	-	-	12-dic-13	10-feb-14
1.2.9	Diseño Obra y Sistema	X	-	X	X	-	-	-	-	16-may-13	15-jul-13
1.2.10	Tramitología de Planos CFIA	X	-	X	-	-	-	-	-	03-feb-15	04-abr-15
1.2.11	Permisos y Visados Municipales	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2.12	Permisos ICE, MS y AyA	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2.13	Presentación solicitud de participación al ICE	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-

**Parte B**

Ítem E.D.T	Descripción Ítem	Tipo de Contratación								Fecha Concurso	Fecha de Contratación
		Staff Interno	Alquiler Equipo	Consultoría Externa	Contrato Diseño	Contrato Construcción	Compra e Instalación Equipo	Compra de Materiales	Contratación Staff		
1.3	Ejecución del Proyecto										
1.3.1	Adecuación del sistema de conducción										
1.3.1.1	Cotización de Materiales y Adjudicación de Contratos de Obra	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3.1.2	Remover Tubería Existente	X	-	-	-	-	-	-	X	01-sep-15	31-oct-15
1.3.1.3	Colocar tubería y accesorios tubería nueva y de interconexión	X	X	-	-	-	X	X	-	06-nov-14	05-ene-15
1.3.2	Construcción de Centrales Hidroeléctricas										
1.3.2.1	Construcción Casa Máquinas	X	X	-	-	-	X	X	-	01-sep-15	31-oct-15
1.3.2.2	Instalación Equipo de Generación	X	X	-	-	-	X	X	-	10-nov-15	09-ene-16
1.3.2.3	Interconexión con Sist. Conducción de Agua	X	X	-	-	-	X	X	-	28-nov-15	27-ene-16
1.3.3	Interconexión Sist. Eléctrico										
1.3.3.1	Establecimiento Tendido Eléctrico Central-Medidor	X	-	X	-	X	X	X	-	15-dic-15	13-feb-16
1.3.3.2	Colocación Transformadores	X	-	X	-	X	X	X	-	15-dic-15	13-feb-16
1.3.3.3	Instalación del SGCR y Proyecto Generación	X	-	X	-	X	X	X	-	02-ene-16	02-mar-16
1.3.3.4	Pruba Sist. en Paralelo	X	-	X	-	-	X	X	-	10-ene-16	10-mar-16
1.3.3.5	Instalación de Medidores por el ICE	X	-	X	-	-	X	X	-	18-ene-16	18-mar-16
1.3.3.6	Suscripción de acuerdo de interconexión	X	-	X	-	-	-	X	-	17-abr-16	16-jun-16
1.3.3.7	Puesta en Marcha del Proyecto	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia.



### ***9. Integración del Proyecto***

En la integración del proyecto se incluyen aspectos relacionados con el control de cambios, los cuales dentro de la gestión del un proyecto son situaciones naturales e inevitables, por lo tanto, deben ser identificados correctamente para gestionar los impactos sobre las distintos renglones del proyecto.

Para la presentación, valoración, control y aprobación de cambios se utilizará el siguiente procedimiento:

- Cualquier involucrado en el proyecto podrá presentar ante el gerente del mismo una solicitud de modificación o de cambios de algunos de los ítems del programa de trabajo. La solicitud de cambios debe contener en términos generales: la descripción del cambio, involucrado y afectación al proyecto, tal y como se muestra en la figura 16.
- El gerente del proyecto analizará con la gerencia –de ser necesario- la solicitud planteada y medirá el impacto que generará atender el cambio. Para ello evaluará este impacto en las distintas áreas de conocimiento y comunicará si su solicitud es aprobada o no.
- En caso de que la solicitud sea aceptada, el cambio debe ser incluido dentro del plan del proyecto de tal forma se vea reflejado en el área del conocimiento gestionada así como sus diversas matrices.



	Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte	
División PINDECO Pacífico		
		C.C 01-02
<b>MATRIZ DE CONTROL DE CAMBIOS</b>		
<b><u>PROYECTO: ALTERNATIVA DE AUTOGENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS</u></b>		
<i>Fecha de Actualización: 29 Enero del 2012</i>		

<b>Quien Solicita</b>	
<b>Puesto Dentro del Proyecto</b>	
<b>Fecha Solicitud</b>	

Ítem S.C	Breve Descripción	Ítem E.D.T Afectado	Descripción Ítem Afectado	Efecto Presupuesto (\$)	Efecto Programa (días)

<b>Encargado Aprobación</b>
-----------------------------

<b>Fecha Aprobación</b>
-------------------------

**Figura 16** Formato de matriz para el registro de las lecciones aprendidas  
Fuente: Elaboración Propia.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. CONCLUSIONES

- Por medio del análisis desarrollado a lo largo del capítulo IV (Propuesta) se logró evaluar detalladamente la oportunidad de autogeneración eléctrica mediante el establecimiento planificado según metodología propuesta en el PMBOK (PMI, 2008), de centrales hidroeléctricas en PINDECO Pacífico, permitiendo la optimización del uso del agua.
- Por medio de los estudios de mercado, legal-ambiental, técnico, organizacional y financiero desarrollados en el apartado B del Capítulo IV, se logró analizar la factibilidad del establecimiento de centrales hidroeléctricas por PINDECO Pacífico para determinar la rentabilidad financiera del proyecto, determinándose que el proyecto es factible.
- El Estudio de Mercado demostró que existe una demanda anual importante en términos de energía y potencia para las instalaciones aledañas a los cuatro puntos de generación seleccionados. En donde se determinó que la demanda anual global para el 2016 sería de 2.420.534 kWh/año.
- Se logró planear adecuadamente los componentes y procedimientos necesarios para el proceso de ejecución de acuerdo con lo que establece la “Guía de PMBOK” (PMI, 2008) en sus nueve áreas del conocimiento, necesarios para el establecimiento de centrales hidroeléctricas por PINDECO Pacífico.
- Mediante el Estudio de Mercado también se determinó que el para el 2016 PINDECO debería pagar al menos \$1.198.929/año al ICE por concepto de electricidad en las instalaciones seleccionadas, lo cual significa que el proyecto de autogeneración eléctrica tiene un gran potencial de reducir la factura por consumo eléctrico año a año.
- El Estudio de Organizacional determinó las necesidades de personal para ejecución y operación del proyecto, además se estableció que dicho personal sería proveídos enteramente por las operaciones actuales de PINDECO Pacífico.

- Mediante el Estudio Legal-Ambiental se establecieron los requisitos legales y ambientales que el proyecto debe cumplir ser ejecutado. Lo cual implica una demora de casi más de cuatro años de trámites en instituciones públicas y alrededor de \$77.775 de inversión.
- Por medio del Estudio Técnico se determinó que los cuatro puntos seleccionados, tienen potencial de generación lo cual se traduciría en 341.833 kWh/Año, lo que equivale al 22% del total de energía requerido.
- A nivel técnico también se logró establecer todos los requisitos de infraestructura y equipo que el proyecto requiere para su ejecución, lo cual representa una inversión global de \$856.417.
- Finalmente, el Estudio Financiero se determinó que el proyecto es viable ya que, el VAN fue positivo y el período de recuperación es de 7 años. Lo cual además, refuerza el aporte significativo a los objetivos estratégicos e imagen que la compañía persigue. A nivel de planeación se lograron establecer los requisitos a nivel de alcance, recurso humano, comunicaciones, costo, tiempo, riesgos, calidad, adquisiciones e integración que el proyecto requiere para ser ejecutado con éxito.
- Se logró desarrollar el plan del proyecto acorde a la metodología establecida por el PMI en el PMBOK 2008, lo cual contempló el análisis sistemático y uso de herramientas en las nueve áreas del conocimiento incluyendo variables trascendentales para el éxito del proyecto durante sus etapas posteriores.
- Como se detalló en el Plan de Gestión para la Implementación del Proyecto (parte C del Capítulo IV) se logró desarrollar el Charter, la Declaración del Alcance, la EDT, Diagrama Organizacional, Matriz de Roles y Funciones, Matriz de Comunicación, Formularios para los Informes Semanales y Mensuales, Estimación de los Costos y Presupuesto, Matriz de Calidad, Matriz de Riesgos, Matriz de Adquisiciones y el Registro de Control de Cambios todo como parte del Plan del Proyecto.

## **B. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda al Gerente del Proyecto que al momento de aplicar el plan, actualice la información en cuanto a la legislación vigente, requerimientos, costos, estimación de tiempo y riesgos. Esto a pesar de que el proyecto ya contempla el aumento de costos a cuatro años plazo, las condiciones ambientales (entorno mundial y nacional por ejemplo) y de la misma empresa pueden variar los supuestos bajo los cuales se planeó el proyecto originalmente.
- A pesar de que el proyecto como se planteó es viable, se recomienda al Gestor del Proyecto realizar un estudio y análisis por separado de los cuatro puntos de generación seleccionados.
- Se recomienda al Gerente del Proyecto involucrar al gestor del proyecto durante la ejecución del mismo, esto a pesar de que no está incluido en la estructura de ejecución, esto por la experiencia en gestión de proyectos que posee el gestor.
- Tomando como partida la información generada en el presente estudio, se recomienda al Gestor del Proyecto analizar desde el punto de vista técnico otros posibles puntos de generación en fincas de PINDECO Pacífico o incluso otras operaciones de Del Monte Costa Rica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Psychological Association. *Manual de Publicaciones*. México D.F: El Manual Moderno, S.A de C.V.
- Barrantes, M. B. (1998). *Piña y Papaya Fruticultura Especial* . San José: UNED.
- Bartholomew, D.P., Paull, R. E. & Rohrbach, K. G. (2003). *The Pineapple Botany, Produccion and USES*. Hawaii : CABI.
- Chamoun, Y. (2002). *Administración Profesional de Proyectos La Guía*. México D.F: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Diaz, J. A. (1999). *Cultivo de la Piña*. Cartago : Tecnológico de Costa Rica.
- ESHA. (2006). *Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica*. España. Programa Energía Inteligente para Europa (IEE).
- ESHA. (1998). *Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica*. España. Programa Energía Inteligente para Europa (IEE).
- Fernández, S. (2007). *Los Proyectos de Inversión* . Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- Flóres, R. O. (2001). *Pequeñas Centrales Hidroelectricas*. Bogota Colombia: McGRAWHILL.
- Gutiérrez, M. & Calvo, N. (16 de Febrero de 2004). *Normas de presentación de los informes de prácticas de especialidad, tesis, seminarios y otros*. Cartago, Costa Rica.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana de México, S.A de C.V.
- I.C.E (Instituto Costarricense de Electricidad), (2011). *Plan Piloto de Generación Distribuida para Auotconsumo: Información General*. Disponible en: [http://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/3eb4c20047cdecec9172f9f079241ace/informacion\\_general.pdf?MOD=AJPERES](http://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/3eb4c20047cdecec9172f9f079241ace/informacion_general.pdf?MOD=AJPERES).



- Indacochea, E. (1981). *Metodología Sintetica para el Calculo y Especificación Preliminar de Microcentrales Hidroelectricas*. Organización Latinoamericana de Energia.
- Jiménez, J. (1999). *Manual práctico para el cultivo de piña de exportación*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Koppensteiner, S. (2009). *An Agile Guide to the Planning Processes*. PMI Global Congress Proceedings, (págs. 1-7). Amsterdam.
- Krochin, M. & Novillo, S. (1986). *Guia de diseños de obras civiles de pequeñas centrales hidroelectricas*. Quito, Ecuador: OLADE.
- Mallikarjunaiah, V. B. (2007). *Project Planning*. PMI Global Congress Proceedings, (págs. 1-7). Budapest.
- Martin, P. K., & Tate, K. (1999). *Planning: Too Little, Too Much...Just Right*. PM Network , 17.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). (2006). *Decreto canon por concepto de aprovechamiento de aguas N° 32868-MINAE del 30 de enero 2006*. Disponible en: <http://www.drh.go.cr/legislacion+.html>.
- Moylan, W. A. (2002). *Planning and Scheduling: The Yin and Yang of Managing a Project*. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. San Antonio, Texas.
- Novillo, M. (1986). *Guía de Diseño de Obras Civiles de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas*. OLADE. Quito, Ecuador.
- OLADE.(1981). *Guia para el Diseño del Sistema Electrico Asociado con una Pequeña Central Hidroelectrica*. Quito Ecuador : OLADE.
- ONUDI. (1981). *Minicentrales Hidroelectricas*. OLADE.
- Ortiz, R. (2001). *Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Nomos*. Bogota, Colombia.

- Peters, L. A. (2002). *Eight Planning Strategies for Delivering Quality Projects*. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. San Antonio, Texas.
- Philip, D. (1998). *Strategic Planning+Project Management=Competitive Advantage*. PM Network , 25-28.
- Project Management Institute (2008). *Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos* . Estados Unidos: Global Standard.
- Rivera, F. & Hernández, G. (2010). *Administración de Proyectos, Guía para el aprendizaje*. México: Prentice-Hall.
- Saborío, Y.; Nuñez, L.; Soto, M.; Rodríguez, G.; Hernández, A. & Fernández, J. (2009). Microcentrales Hidroeléctricas. In: Curso Formulación y Evaluación de Proyectos (Diciembre, 2009, Alajuela, Costa Rica). Maestría Gerencia de Proyectos. Alajuela.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de Inversión Formulación y evaluación*. México: Pearson Educación de México S.A de C.V.
- Sistema de Información e Inteligencia de Mercados. (Abril de 2011). Análisis de mercados, Piña.

## APÉNDICES

### A. ACTA CONSTITUTIVA

**Tabla 51** Charter del proyecto “Alternativa de autogeneración eléctrica mediante centrales hidroeléctricas”

 Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte División PINDECO Pacífico <b>CHARTER</b> 	
<i>Alc 01-01</i>	
<b>Nombre del Proyecto</b>	
Alternativa de autogeneración eléctrica mediante centrales hidroeléctricas	
<b>Nº Revisión</b>	<b>Fecha</b>
01	09 de octubre de 2011
<b>Justificación/Propósito</b>	
<p>Las operaciones de PINDECO Pacífico en Buenos Aires y Pérez Zeledón dispone de un sistema de conducción de agua muy extenso y desarrollado, dedicado principalmente al riego de las plantaciones en la época seca (de enero a abril), sin embargo, este sistema junto con sus concesiones de agua permanecen subutilizadas al menos en un 90% durante nueve meses al año el cual puede ser empleado para la generación de electricidad mediante centrales hidroeléctricas de pequeño tamaño, lo cual resulta aún más conveniente tomando en cuenta que las operaciones de estas fincas consumen una cantidad importante de electricidad, principalmente para sistemas de bombeo de agua, talleres, oficinas, complejos habitacionales y empacadoras, lo cual representa un aproximado de casi 10 millones de kilo Watts por año a un costo total de \$1,5 millones.</p>	
<b>Descripción del Producto o Servicio</b>	
<p>Este proyecto pretende ofrecer una alternativa de autogeneración eléctrica en Fincas de PINDECO Pacífico por medio del establecimiento de centrales hidroeléctricas; sin embargo, en vista de que no existen proyectos en iguales condiciones en Costa Rica es que se requiere de un estudio encargado de analizar a nivel de pre-inversión el establecimiento de un proyecto de este tipo en las operaciones de PINDECO Pacífico. Además se hace necesario realizar una planeación sistemática de su ejecución acorde a la metodología establecida por el PMI en el PMBOK.</p>	



<b>Detalle Entregables Finales (incluye costo y tiempo)</b>				
<b>E.D.T</b>	<b>RUBRO DEL PROYECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO RUTA CRÍTICA (días)*</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)ª</b>
1.1	Gestión de Proyectos	Incluye el estudio de factibilidad así como la planeación de la ejecución, control y cierre del proyecto.	31	\$0
1.2	Diseño y Tramitología	Refiere a todo el proceso desde la presentación del estudio de factibilidad y planeación del proyecto, hasta la presentación de la Solicitud de Participación ante el ICE, pasando por el los permisos medioambientales y concesión de agua.	1181	\$77.775
1.3	Ejecución del Proyecto	Proceso que inicia con la adecuación de los sistemas de conducción de agua que así lo requieran, hasta la puesta en marcha de las centrales. De manera intermedia también se incluye la construcción de las casas de máquinas, así como la instalación e interconexión de todos los instrumentos relacionados propiamente con la generación.	317	\$856.4175
<b>Información Histórica</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información de proyectos de generación a pequeña escala desarrollados por Coopelesca R.L en la Zona Huetar Norte.</li> <li>- Consumo histórico de electricidad de cada una de las instalaciones de PINDECO Pacífico.</li> </ul>				
<b>Supuestos</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El proyecto cuenta con el aval de la gerencia de operaciones y general de PINDECO.</li> <li>- Gran parte de los recursos a nivel de experiencia técnica serán aprovechados del mismo recurso humano de PINDECO y otros externos como Coopelesca R.L y consultores.</li> <li>- El dinero para la ejecución y puesta en marcha del proyecto provendrá enteramente del capital propio de Del Monte.</li> </ul>				
<b>Restricciones/Limitaciones</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca experiencia y por ende de información documental práctica del país en la generación de electricidad por medio de pequeñas centrales, especialmente en organizaciones privadas, lo cual es todavía más marcado en el Pacífico Sur de Costa Rica.</li> <li>- PINDECO nunca ha desarrollado un proyecto de autogeneración eléctrica, lo cual significa redunda en poco conocimiento tanto empírico como documental.</li> </ul>				

- Durante la adecuación de los sistemas de conducción existentes no se puede interrumpir el suministro de agua a las operaciones de la finca.
- Aunque cada Finca posee sus concesiones de agua para las operaciones, se debe hacer de nuevo todo el proceso de Solicitud de concesión, debido a que el proyecto emplearía el recurso en una forma diferente a las actuales.
- Para la gestión y administración del proyecto se deberá emplear personal netamente de PINDECO, y las consultorías serían empleados netamente para el diseño y tramitología.
- El proyecto una vez en marcha deberá ser autosustentable, lo cual quiere decir que no deberá generarle un gasto adicional a PINDECO.

#### Aprobación por Patrocinador y Gerente

---

Ing. Rodrigo Jiménez Rímolo  
**Patrocinador**

---

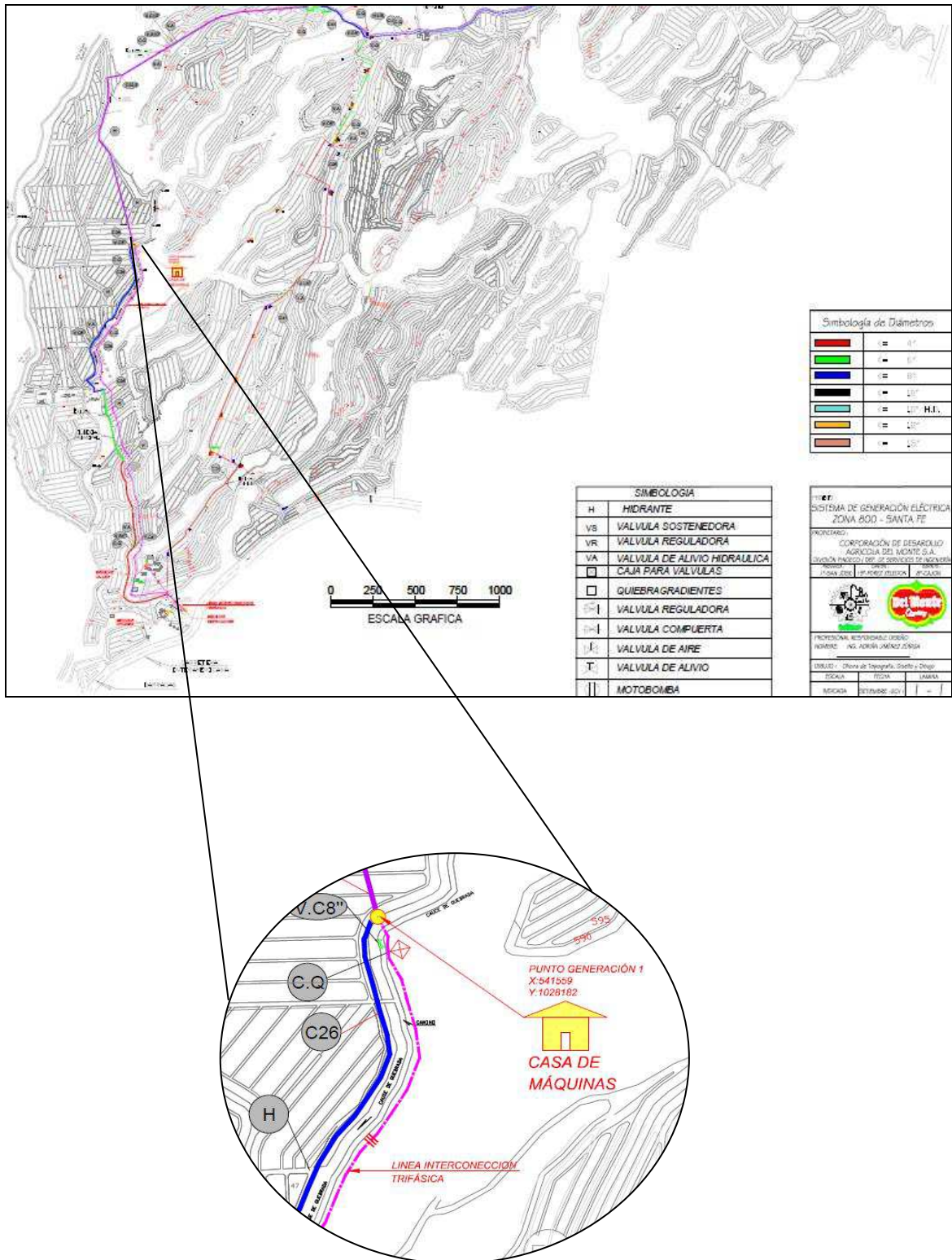
Lic. Miguel Gamboa Calvo  
**Gerente de Proyecto**

Fuente: Elaboración Propia.

\* Dato obtenido del cronograma de trabajo elaborado en el Plan de Gestión del Tiempo.

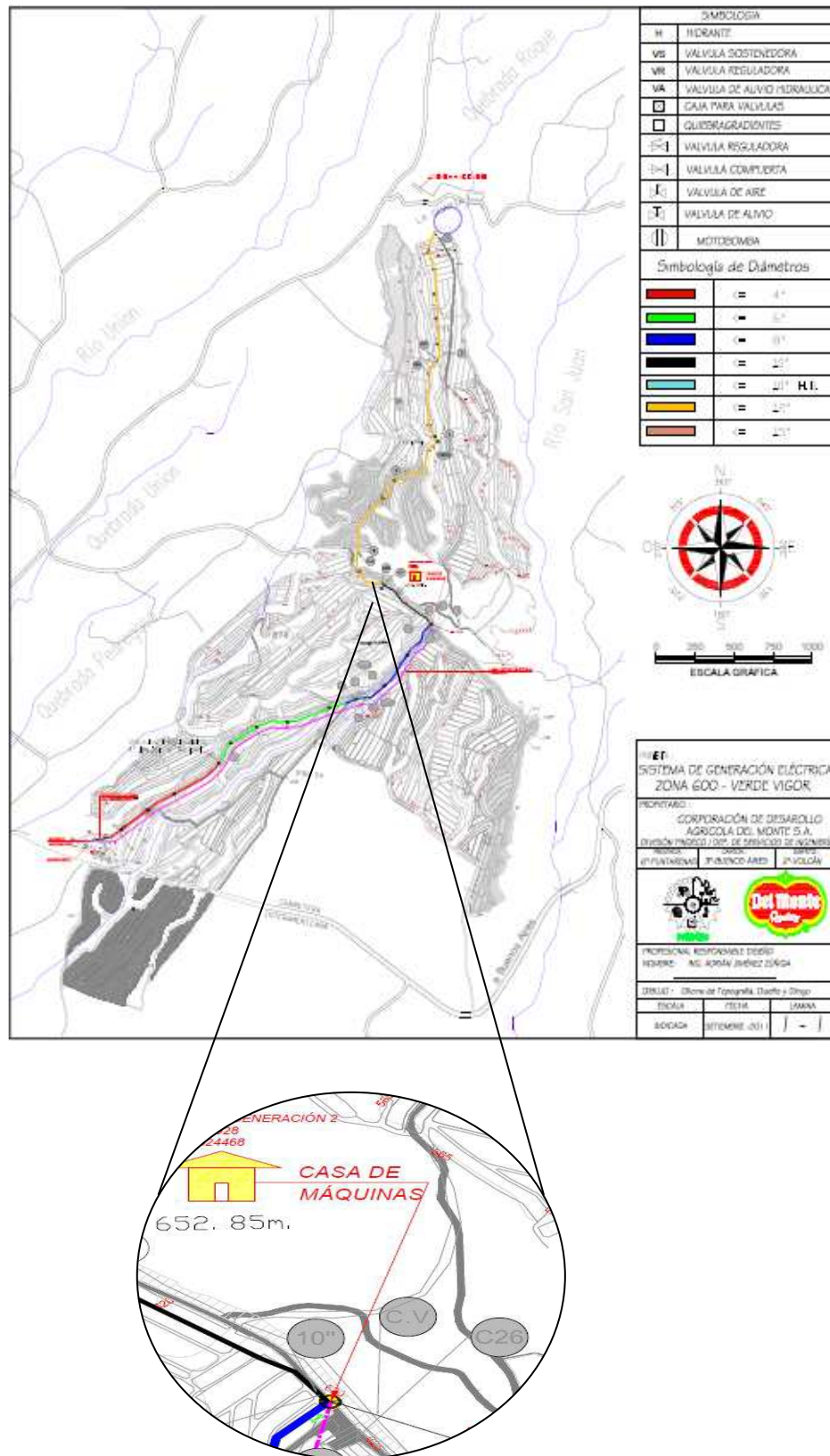
<sup>a</sup> Dato obtenido del Plan de Gestión del Costo.

## B. DIAGRAMA DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN

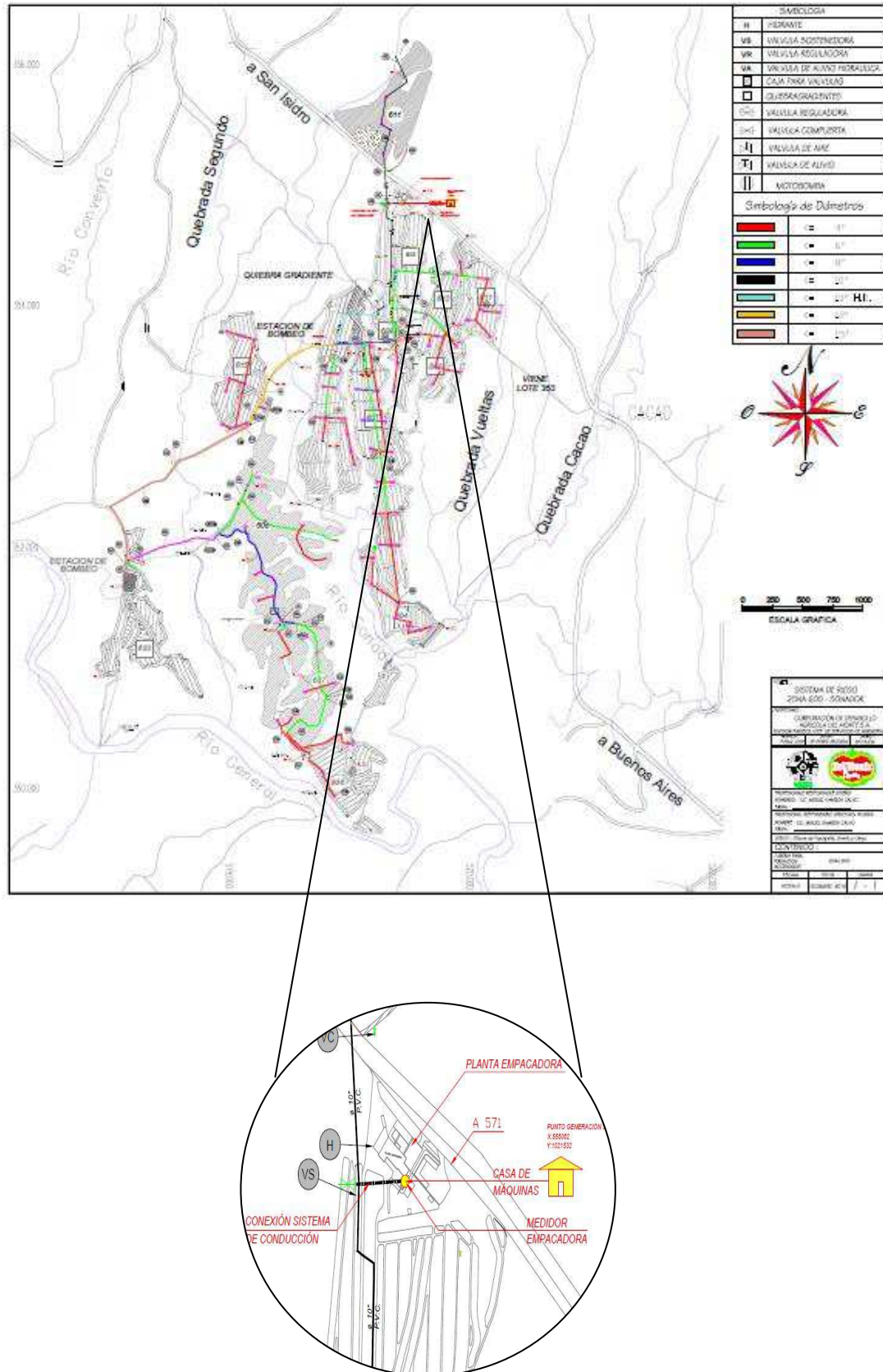


**Figura 17** Diagrama sistema de generación punto 1 (Santa Fe)

Fuente: Elaboración propia, en colaboración con el Departamento de Ingeniería de PINDECO Pacífico.



**Figura 18** Diagrama sistema de generación punto 2 (Verde Vigor)  
 Fuente: Elaboración propia, en colaboración con el Departamento de Ingeniería de PINDECO Pacífico.



**Figura 19** Diagrama sistema de generación punto 3 (Sonador)  
Fuente: Elaboración propia, en colaboración con el Departamento de Ingeniería de PINDECO Pacífico.



## ANEXOS

### A. DECRETO N° 32868-MINAE

N° 32868-MINAE

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

EL MINISTRO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

En ejercicio de las facultades contenidas en el artículo 140 incisos 3) y 18) y 146 de la Constitución Política, la Ley de Aguas N° 276 del 27 de agosto de 1942, La Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 del 4 de octubre de 1995, Ley Forestal N° 7575 del 13 de febrero de 1996, Decreto Ejecutivo N° 26635-MINAE del 18 de diciembre de 1997.

Considerando:

I.—Que el artículo 50 Constitucional establece que el Estado debe procurar el mayor bienestar a todos los habitantes del país, garantizando el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, en respeto del derecho a la protección de la salud humana que se deriva del derecho a la vida; siendo entonces que el objetivo primordial del uso y protección del ambiente es obtener un desarrollo y evolución favorable al ser humano en armonía con este, en el que la calidad ambiental, y los medios económicos resultan ser de los parámetros fundamentales para las personas.

II. —Que de conformidad con la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 del 4 de octubre de 1996, el agua es un bien de dominio público y el Estado debe procurar los instrumentos necesarios para tener un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Asimismo, en armonía con dicha legislación la Ley 7152 del 5 de junio de 1990, el Ministerio del Ambiente y Energía es el rector del Sector Ambiente y Energía, y tiene competencias para la gestión de los recursos hídricos del país bajo el desarrollo y aplicación de los principios generales de la citada ley en armonía con las leyes de otras instituciones del Estado y los objetivos nacionales, para el beneficio de la sociedad costarricense.

III.—Que de conformidad con la Ley N° 276 del 26 de agosto de 1942, y sus reformas el Ministerio del Ambiente y Energía es el ente rector del recurso hídrico correspondiéndole disponer y resolver sobre su dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno y vigilancia; y autoriza al Ministerio del Ambiente y Energía a establecer un canon por concepto de aprovechamiento de agua y que en la actualidad debe reflejar los costos procedentes del reconocimiento del agua como un bien con valor económico, ambiental y social.

IV. —Que el inciso 4) del artículo 1 del Decreto Ejecutivo N° 30480-MINAE publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 12 de junio del 2002, establece que la política nacional en materia del recurso hídrico debe reconocer el principio del valor económico del agua que procede del costo de administrarla, protegerla y recuperarla para el bienestar de todos, y que deberá incorporarse en los planes de trabajo de las instituciones públicas relevantes.

V.—Que tanto en la Cumbre del Milenio del 2000 como en la Cumbre de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en el 2002, desarrolladas dentro del marco del Sistema de Naciones Unidas, Costa Rica se ha sumado a los esfuerzos internacionales que buscan resolver los problemas de orden global y con miras a ello se han planteado una serie de objetivos a ser cumplidos por los países, en particular en relación con la necesidad de que se tomen medidas concretas con la finalidad de avanzar hacia la gestión integrada del recurso hídrico y a mejorar la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento.

VI.—Que el Plan Nacional de Desarrollo “Monseñor Víctor Manuel Sanabria 2002-2006”, como marco político superior del Gobierno de la República, dispone la necesidad de formular políticas de protección al ambiente que permitan el desarrollo amigable logrando la preservación y equilibrio con el medio y de potenciar la riqueza natural costarricense como legado para las futuras generaciones y el mundo; siendo que en materia de gestión de recursos hídricos los retos se orientan a procurar que las diferentes instituciones ordenen sus competencias en forma clara y definida, para facilitar el uso racional del recurso hídrico, la fiscalización y tutela del proceso; y se establezca una adecuada valoración del recurso en su explotación e internalización de los servicios y daños ambientales asociados con su conservación, reconociendo el valor económico del agua que procede del costo de administrarla, protegerla y recuperarla con responsabilidad generacional.



VII.—Que el artículo 31 de la Ley de la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos, N° 7593, establece la necesidad de incorporar el criterio de sostenibilidad ambiental a la hora de fijar tarifas, precios y tasas de los servicios públicos.

VIII.—Que mediante el Decreto Ejecutivo N° 26635-MINAE publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 2 de febrero de 1998, se emitió la última normativa referente al canon por concepto de aprovechamiento de agua, el cual refleja una estructura desactualizada que solo contempla los costos administrativos básicos de atención del trámite de concesiones y no incluye otros componentes importantes como son la investigación, el control, monitoreo, conservación integral del recurso hídrico; que permitan avanzar hacia esquemas más consolidados para la administración óptima del agua y donde se reconozca el valor agregado del agua subterránea proveniente de los acuíferos como sistema hidrogeológico mucho más complejo que el superficial.

IX.—Que conforme la Ley Forestal N° 7575, el bosque y las plantaciones forestales inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente brindando un servicio ambiental de protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico; donde las áreas silvestres protegidas del Estado y las áreas protegidas privadas, son ecosistemas que coadyuvan a la sostenibilidad del régimen hídrico y consecuente administración de la oferta de agua en cada una de las microcuencas o cuencas, a fin de garantizar su aprovechamiento multiuso, con prioridad al abastecimiento de agua para el consumo humano, por tanto se debe reconocer el servicio de protección del recurso hídrico que prestan estas áreas.

X.—Que conforme la Directriz 035-MINAE publicada en el Diario Oficial La Gaceta N° 217 del 5 de noviembre del 2004, mediante la cual se dispone que el ajuste del canon de aprovechamiento de recurso hídrico se constituyen en parte de las acciones gubernamentales encaminadas hacia el cumplimiento de una política de tarifas ambientales en función del costo económico y social de la prestación del servicio hídrico y que todos los ciudadanos de la República, personas física o jurídicas, públicas y privadas incluyendo a las instituciones de gobierno que aprovechan el agua bajo la figura legal de una concesión administrativa o autorización dada por ley, cualquiera que sea el título en que amparen sus derechos, para el aprovechamiento de aguas en cualquiera de sus modalidades de uso, deberán cancelar los respectivos montos por concepto de canon de

aprovechamiento o acceso al agua que disfrutan, de conformidad las fijaciones que disponga el Poder Ejecutivo; para lo cual deberán tomar las previsiones presupuestarias o económicas pertinentes. Por tanto,

DECRETAN:

## CAPÍTULO I

### Canon por concepto de aprovechamiento de aguas

Artículo 1º—El canon por aprovechamiento del agua debe utilizarse como instrumento económico para la regulación del aprovechamiento y administración del agua, que permita la disponibilidad hídrica para el abastecimiento confiable en el consumo humano y el desarrollo socio económico del país y además la generación de recursos económicos para financiar a largo plazo una gestión sostenible del recurso hídrico en Costa Rica.

## CAPÍTULO II

### De los aprovechamientos del agua

Artículo 2º—Conforme lo dispuesto en la Ley de Aguas N° 276 del 26 de agosto de 1942 y la Directriz 035-MINAE publicada en La Gaceta N° 217 del 5 de noviembre del 2004, todos los ciudadanos de la República, personas físicas o jurídicas, públicas y privadas incluyendo a las instituciones de gobierno que aprovechan el agua bajo la figura legal de una concesión administrativa o autorización, cualquiera que sea el título en que amparen sus derechos, para el aprovechamiento de aguas en cualquiera de sus modalidades de uso, deberán cancelar los respectivos montos por concepto de canon. Para efectos de la gestión de cobro se agruparán los usos en las siguientes grandes categorías principales, a saber: a) Consumo Humano: Agua en concesión o inscrita, destinada a satisfacer las necesidades básicas de consumo, limpieza y saneamiento, sean estas suministradas por medio de un servicio público o autoabastecidas por un acueducto propio. Contempla al uso doméstico que conforme lo estipula el artículo 37 de la Ley de

Aguas es el suministro de agua para satisfacer las necesidades de los habitantes, el riego de cultivos de terrenos que no excedan de media hectárea; el lavado de atarjeas y el suministro de aguas para surtir bocas contra incendios o hidrantes.

b) Industrial: Agua utilizada en los procesos de producción de actividades industriales tales como metalúrgica; química; farmacéutica; pinturas; alimentaria; textilera, minería; entre otras.

c) Comercial: Agua de insumo de un producto final tales como bebidas alcohólicas o no; embotellado de agua; o bien en actividades de lavandería, lavado de autos; entre otras.

d) Agroindustrial: Agua utilizada por las empresas agrícolas en procesos de arrastre, limpieza de productos, enfriamiento o generación de vacíos en actividades tales como ingenio; beneficiado; concentrado, lavado y empaque de frutas y/o verduras frescas o preparadas; entre otros.

e) Turístico: Aprovechamiento del agua por empresas que ofrecen un servicio de hotelería; recreación; restaurante; bar; piscinas; entre otros. f) Agropecuario: Aprovechamiento del agua en la reproducción, crianza y aprovechamiento de fauna y en la agricultura en actividades de riego y fumigación.

g) Acuicultura: Aprovechamiento del agua en la reproducción, crianza y aprovechamiento de fauna de agua dulce y marina. h) Fuerza Hidráulica: Aprovechamiento del agua en la generación de electricidad o desarrollo fuerza mecánica. Para efectos del cobro de canon en el uso agroindustrial se entenderá por no consuntivo del agua, en aquellos procesos de enfriamiento, producción de vacíos entre otros, en los cuales el recurso una vez aprovechado se reintegra al cauce de la fuente original en cantidad y calidad igual o mejor sin necesidad de que exista de por medio un sistema de tratamiento y este se realice en forma casi inmediata a su derivación, sin que exista trasvase a otra cuenca o microcuenca, ni competencia por su uso con otras demandas de agua. En el caso de los proyectos que desarrollen las fuerzas hidráulicas de las aguas en la generación de electricidad o fuerza mecánica son aprovechamientos catalogados como uso no consuntivo del recurso hídrico.

### CAPÍTULO III

#### Del canon e implementación

Artículo 3º—El canon por concepto de aprovechamiento de aguas contempla el valor de uso y el servicio ambiental de protección al recurso hídrico.

Artículo 4°—El canon de aprovechamiento se calcula diferenciando para los diversos usos, considerando el valor agregado de las aguas subterráneas y contempla los costos: administrativos de gestión, monitoreo hidrológico y meteorológico, planificación, control, investigación, así como los costos de conservación, mantener, recuperar los ecosistemas y las cuencas hidrográficas en las zonas de importancia de régimen hídrico, como las áreas silvestres protegidas del Estado.

Artículo 5°—Toda persona física o jurídica, pública o privada, deberá reconocer, el pago del canon de aprovechamiento de agua al Ministerio del Ambiente y Energía a través de su Departamento de Aguas, el cual se cobrará con base al volumen, en unidades de metros cúbicos anual, asignado en concesión o inscrito conforme el Registro Nacional de Aprovechamiento de Aguas y Cauces. El canon anual será el resultado del producto del volumen de agua asignado en concesión o inscrito, por el valor del canon para cada uso y diferenciado según se trate de agua superficial o subterránea, mediante la fórmula, Canon anual = (Volumen de Agua en metros cúbicos por año) X (colones por metro cúbico para agua superficial o subterránea), donde los valores de colones por metro cúbico están dados en el siguiente pliego:

(1) Uso	(2) Canon (Colones / m <sup>3</sup> )	
	Agua superficial	Agua subterránea
	Consumo Humano	1,46
Industrial	2,64	3,25
Comercial	2,64	3,25
Agroindustrial	1,90	2,47
Turismo	2,64	3,25
Agropecuario	1,29	1,40
Acuicultura	0,12	0,16
Fuerza Hidráulica	0,12	-

Artículo 6°—Para promover e incentivar la producción de energía limpia a partir del uso de recursos renovables, los proyectos de fuerza hidráulica menores a 2000 kw de potencia instalada reconocerán un monto de 0.06 colones por metro cúbico anual en concesión y los menores de 500 kw de potencia instalada cuya energía se destine al consumo propio reconocerán un monto de 0.03 colones por metro cúbico anual en concesión.

Artículo 7°—El caso del uso de agua para el riego de los cultivos de arroz, caña de azúcar, pastos y café por tratarse de cultivos extensivos tradicionales, expuestos a condiciones especiales de mercado, deberán reconocer un monto de 0.12 colones por metro cúbico anual de agua para agua superficial en concesión y 0,16 colones por metro cúbico de agua subterránea en concesión.

Artículo 8°—El uso de agua en la agroindustria e industria que mediante la incorporación de buenas prácticas estipuladas en el reglamento que se promulgue de conformidad con el artículo 26 del presente decreto y cumplan con las características y procesos estipulados en la definición de uso no consuntivo normada en el artículo 2, pagarán un monto de 0.15 colones por metro cúbico anual por la proporción del volumen de agua en concesión equivalente al uso no consuntivo; debiendo reconocer 1,90 colones por metro cúbico anual por la proporción del volumen de agua con características de uso consuntivo.

Artículo 9°—Dada la particularidad del distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT) dentro del cual se presta un servicio público de riego por parte del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) bajo un esquema de suministro de agua condicionado a la prioridad hidroeléctrica, el SENARA cancelará un valor total de canon de 0,12 colones por metro cúbico por año, que se cobrará gradualmente conforme lo estipula el artículo 10 siguiente.

Artículo 10. —El canon se implementará gradualmente en un período de siete años. En el caso de los usos de consumo humano, industrial, comercial, agroindustrial, turismo, agropecuario y acuicultura el primer año se cobrará el 10% del valor total; incrementándose en forma acumulada cada año un 15% del valor en los restantes seis años, hasta alcanzar en el año siete el 100% del canon. En el caso del uso del agua para aprovechar su fuerza hidráulica se cobrará el 20% del valor total el primer año; incrementándose en un 30% en forma acumulada en el año tres y en el año cinco otro 30%, finalmente se incrementa el restante 20% para alcanzar en el año siete el 100% del canon.

El canon por aprovechamiento de agua se podrá implementar en un período de tiempo menor a lo estipulado en el párrafo anterior, en el caso de que así se convenga con un sector o usuario del agua, mediando un acuerdo voluntario con el MINAE. Para lo cual el interesado debe formalizar por escrito la solicitud ante el Departamento de Aguas y se tendrá 10 días para resolverla.

Artículo 11.—A partir del octavo año el Ministerio del Ambiente y Energía aplicará un incremento a los valores del canon total en cada uno de los usos, calculado con base en la inflación acumulada del año anterior, conforme los datos del Banco Central y regirá a partir del mes de enero de cada año siguiente.

## CAPÍTULO IV

### Del control y política de inversión

Artículo 12. —Al Ministro del Ambiente y Energía le corresponde velar por el buen uso de los recursos, asegurando el cumplimiento de los fines del presente Decreto. Le corresponderá al Órgano Asesor creado mediante el Decreto 26635-MINAE, proponer las políticas y someterlas a la aprobación por parte del Ministro Rector, con relación a las prioridades de los gastos de los recursos provenientes del canon, velando por que la inversión se realice con fines de una gestión integrada del recurso hídrico y en consonancia con los artículos 13,14 y 15 siguientes. Todos los acuerdos de este Órgano, serán consignados en un libro de actas abierto para tal efecto.

Artículo 13. —El 50% de los ingresos totales serán destinados a facilitar una gestión integral de aguas a nivel nacional realizada por el Departamento de Aguas. Se podrán financiar los siguientes rubros:

- a) Gestión de control y seguimiento, referido a las labores administrativas y de campo para la verificación y monitoreo a fin de garantizar el cumplimiento de los términos del aprovechamiento de agua conforme lo dispuesto por la administración, lo que implica acciones y actividades en todo el territorio nacional.
- b) Gestión de desarrollo, referido a la evolución científica y operativa con la constante implementación de acciones que permita a la administración ejercer en todo el territorio nacional y en forma eficiente la gestión del recurso hídrico, para conseguir el uso sostenible del recurso.
- c) Incorporación en la gestión del agua, del equipo tecnológico idóneo y actualizado.
- d) Mantener acción constante de investigación para desarrollar el conocimiento científico sobre el régimen del recurso hídrico y su gestión.
- e) Monitoreo meteorológico e hidrológico en todo el territorio nacional, para garantizar la sostenibilidad en la generación de los datos meteorológicos e hidrológicos básicos para conocer la oferta regional y su comportamiento en el tiempo, por medio de la inversión, operación y mantenimiento de estaciones hidrológicas y meteorológicas del Instituto

Meteorológico Nacional y otras instituciones de Estado, en estas últimas conforme lo establecido en el artículo 16 del presente decreto.

f) Dotar de recursos humanos, tecnológicos y logísticos para garantizar la gestión hídrica en todo el territorio nacional.

g) Desarrollo de Infraestructura de aprovechamiento y protección para el manejo eficiente de la oferta y demanda del recurso hídrico, que propongan las instituciones del Estado, entes privados, organismos de cuenca conformados legalmente o impulsados por el seno del Órgano Asesor, siempre de conformidad con los planes y programas nacionales de gestión del recurso hídrico.

h) Promover y financiar proyectos y acciones destinadas a la conservación, restauración, protección y uso sostenible de las cuencas hidrográficas y de los recursos hídricos que propongan las instituciones del Estado, entes privados organismos de cuenca conformados legalmente o sean propuestas por el Órgano Asesor, de conformidad con los planes y programas nacionales de gestión del recurso hídrico.

Artículo 14.—El restante 50% de los ingresos totales por concepto del canon, deberán invertirse en la cuenca que los genera a través del servicio de protección del recurso hídrico, en conservación, mantenimiento y recuperación de ecosistemas, tanto en áreas privadas como en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado, tales como los Parques Nacionales y Reservas Biológicas. En ambos casos, se aplicarán en zonas de importancia para sostenibilidad del régimen hídrico y consecuente con la oferta de agua en cada una de las microcuencas o cuencas, a fin de garantizar su aprovechamiento multiuso.

Para el cumplimiento de lo anterior, se destinará del monto anterior, el 50% al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) dineros que se ejecutarán mediante transferencia presupuestaria para financiar las siguientes acciones:

a) Promover y financiar proyectos y acciones destinadas a la conservación, restauración, protección y uso sostenible de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas, Parques Nacionales y Reservas Biológicas de conformidad con los planes y programas nacionales de gestión del recurso hídrico.



b) Operación y mantenimiento de las Áreas Silvestres Protegidas, en razón del servicio ambiental protección del recurso hídrico.

c) Pago de tierras privadas en áreas silvestres protegidas estatales tales como los Parques Nacionales y Reservas Biológicas, en razón de consolidar el servicio ambiental de protección del recurso hídrico que prestan. El restante de este componente, se deberá trasladar mediante transferencia presupuestaria al Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para financiar el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) a terrenos privados dentro de la cuenca donde se genere el servicio ambiental de protección del agua y se ubiquen en zonas de importancia para la sostenibilidad comprobada del régimen hídrico, de acuerdo con los criterios que se definan en los Planes y Programas Nacionales en esta materia.

De esta última partida se podrá transferir recursos económicos a las Municipalidades para que financien programas propuestos dirigidos a la consolidación de compra de tierras con fines de protección de áreas de recarga acuífera y protección de nacimientos de importancia cantonal.

Artículo 15.—Al emitirse los criterios de asignación de los recursos económicos provenientes del canon por aprovechamiento de agua en el Programa de Pago por Servicios Ambientales, debe priorizarse la protección de fuentes destinadas al abastecimiento de agua para consumo de la población, tanto de los entes públicos como privados; en especial de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados.

## CAPÍTULO V

### Del reconocimiento

Artículo 16. —El Ministerio del Ambiente y Energía mediante resolución razonada y justificada con base en informe de recomendación del Órgano Asesor de Agua, podrá reconocer como parte del pago del canon por aprovechamiento de agua a aquellas instituciones del Estado, el costo de operación y mantenimiento de sus redes o estaciones hidrometeorológicas que presten servicios de monitoreo hidrológico y meteorológico del recurso hídrico. La Institución objeto del reconocimiento quedará obligada a invertir el monto reconocido en operar, mantener y ampliar la cobertura de red de monitoreo y

colocará a disposición del público la información correspondiente; condición que el Departamento de Aguas deberá velar por su cumplimiento. No se permite con estos recursos cubrir gastos administrativos de las instituciones que prestan el servicio de monitoreo.

Para el efectivo cumplimiento, deberá cada institución mediante solicitud formal gestionar ante el Departamento de Aguas el reconocimiento correspondiente durante el mes de junio de cada año, aplicable para el siguiente período; adjuntando certificación de contador público autorizado, de los gastos correspondientes, desglosando en los rubros de operación y mantenimiento de la red existente y de la inversión propuesta en ampliación de la red, los cuales deben estar debidamente autorizados en el presupuesto institucional. Toda propuesta de inversión para ampliar la cobertura en materia de la red hidrológica y meteorológica debe corresponder con lo estipulado en el artículo 18 del presente decreto.

Artículo 17.—Se faculta al Ministerio del Ambiente y Energía para que mediando resolución razonada y justificada con base en informe de recomendación del Órgano Asesor de Agua y por medio de transferencia presupuestaria, financiar proyectos de investigación en materia de aguas subterráneas que se encuentren en los planes y programas del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento. De igual forma estará facultado a financiar el desarrollo de proyectos de manejo, conservación y protección del recurso hídrico planteados por la Comisión para el Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón (COMCURE) creada mediante la Ley 8023. Ambos casos deberán estar contemplados en el Plan Nacional de Desarrollo. No se permite con estos recursos cubrir gastos administrativos y operativos.

Artículo 18.—El Departamento de Aguas en coordinación con el Órgano Asesor de Aguas, deberá establecer las prioridades de nuevas estaciones hidrológicas y meteorológicas, así como áreas de investigación en materia de agua subterráneas y superficiales, que se requieran para garantizar los datos para una gestión eficiente del recurso hídrico.

Artículo 19. —A las instituciones públicas o empresas privadas que en la actualidad o en el futuro tengan firmados o firmen convenios o contratos con el Fondo Nacional para el Financiamiento Forestal (FONAFIFO) de reconocimiento de Pago por Servicios Ambientales, el MINAE les reconocerá durante la vigencia del contrato o convenio, el

monto anual pagado a FONAFIFO, como parte del monto correspondiente a lo estipulado en el capítulo II y lo dispuesto en el artículo 14 del presente Decreto. Una vez rescindido o finalizado el contrato, la empresa deberá realizar el pago total del canon al Departamento de Aguas.

Para el efectivo cumplimiento, deberá la institución pública o empresa privada interesada solicitar ante el Departamento de Aguas el reconocimiento correspondiente durante el mes de junio de cada año, aplicable para el siguiente período; adjuntando certificación de FONAFIFO en donde se indique el monto anual que ha convenido con esta y el plazo de inversión. Debiéndose cumplir para su reconocimiento, con lo estipulado en el artículo 14 del presente Decreto.

## CAPÍTULO VI

### De la gestión de cobro

Artículo 20. —El canon será cobrado por el Departamento de Aguas en forma trimestral adelantado y le aplicará lo correspondiente al recargo y caducidades conforme lo contemplado en la Ley de Aguas. Para su administración los dineros recaudados serán depositados en la cuenta del Banco Nacional N° 197633-1 a nombre del Departamento de Aguas-Instituto Meteorológico Nacional.

Artículo 21.—Toda institución del Estado o ente privado prestatario de un servicio público de suministro de agua poblacional, electricidad, riego o acuicultura, con el fin de reconocer al MINAE el pago del canon correspondiente, deberá incorporarlo en la estructura tarifaria como el costo por la sostenibilidad ambiental del recurso hídrico para que sea reconocido por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos o cualquier otra instancia que proceda y así pueda ser cobrado al usuario final por parte de la empresa prestataria del servicio, esto, con base en el consumo de agua prestado a cada cliente.

Artículo 22°—El cobro de este canon se implementará a partir del sexto mes de la entrada en vigencia del presente Decreto.

## CAPÍTULO VII

### De los incentivos

Artículo 23.—A los quince días de la entrada en vigencia del presente Decreto, el MINAE conformará una comisión con el fin de que en el plazo máximo de tres meses proponga un Decreto Ejecutivo mediante el cual se desarrolle un reglamento de buenas prácticas en la utilización y manejo del agua como insumo de las diferentes actividades productivas, también deberá desarrollar el protocolo para las empresas que en forma voluntaria deseen acogerse a un Plan de Uso Eficiente de Recurso Hídrico (PUERH), así como el detalle de un régimen de incentivos.

La comisión estará conformada por el Jefe del Departamento de Agua quien coordinará, tres funcionarios representantes de instituciones del sector hídrico y tres representantes del sector productivo elegidos en el seno de la Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones de la Empresa Privada (UCCAEP). De los cuales uno provendrá del sector agropecuario propuesto por la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria y otro provendrá del sector industrial. La comisión será precedida por el Jefe del Departamento de Aguas y tendrá como sitio de sesiones las instalaciones de dicho Departamento.

Artículo 24.—Se entenderá por Plan de Uso Eficiente del Recurso Hídrico (PUERH), aquel instrumento por medio del cual, las diferentes empresas con actividades productivas que utilicen el agua como insumo, a través de buenas prácticas, puedan proponer y justificar, en un plazo definido y autorizado, la disminución de su dotación normal de gasto de agua por unidad de producción.

El PUERH será elaborado en forma voluntaria por las empresas que desean acogerse a los incentivos propuestos. El mismo será aprobado, de previo a su implementación, por el Departamento de Aguas del MINAE y fiscalizado por medio de auditorías externas especializadas, cuyo costo será reconocido por la empresa sometida al Plan.

Artículo 25. —Sólo aquellas empresas que voluntariamente hayan presentado ante el Departamento de Aguas del MINAE la solicitud formal con el PUERH haya sido aprobado, podrán acogerse al régimen de incentivos.

Este régimen de incentivos podrá contener, entre otras compensaciones, la exención temporal conforme el Plan propuesto del pago del canon, el reconocimiento parcial de la inversión en tecnología para el uso eficiente del agua, de acuerdo con el listado de buenas

prácticas establecido. En cualquiera de los casos se podrá reconocer hasta un máximo del 50% del monto total del canon, lo cual será reglamentado.

Artículo 26.—El reglamento con el detalle de buenas prácticas para el uso eficiente del agua, del régimen de incentivos, el registro y los requisitos de las auditorías, deberán publicarse en el Diario Oficial La Gaceta, en un plazo máximo de seis meses después de la entrada en vigencia de este Decreto.

Artículo 27. —Las empresas que a la entrada en vigencia del decreto de incentivos tengan incorporado en su proceso productivo el desarrollo de buenas prácticas en la utilización del agua, podrán voluntariamente someterse al plan de incentivos solicitando por medio de la presentación del PUERH su incorporación. Deberán cumplir con los requisitos de las buenas prácticas definidas en el reglamento y el protocolo que se establezca.

## CAPÍTULO VIII

### Disposiciones generales

Artículo 28. —En el caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S. A. (ESPH S. A.) para lo referente al uso poblacional en concesión y en vista que actualmente ha incorporado el servicio ambiental de protección del recurso hídrico en la tarifa de servicio, cancelará al Departamento de Aguas solo lo correspondiente al valor por el derecho de uso del agua equivalente a 0,73 colones por metro cúbico anual en aguas superficiales y 0,81 colones por metro cúbico anual de agua subterránea. La ESPH S. A. deberá ajustarse a lo que el MINAE disponga en cuanto a la normalización por el Pago del Servicio Ambiental por concepto del servicio de protección del recurso hídrico.

Artículo 29. —Conforme el artículo 6 de la Ley de Aguas, los pozos artesanales correspondientes a los excavados manualmente con pico y pala, con características de diámetro mínimo de un metro y profundidad máxima de 30 metros, con fin de extraer agua para destinar el uso doméstico, no requieren de concesión para su aprovechamiento, por tanto no les cubre el pago por concepto de canon de aprovechamiento de agua.

Artículo 30.—El Instituto Costarricense de Electricidad y el Instituto Costarricense de

Acueductos y Alcantarillados deberán informar en forma periódica por escrito al Departamento de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía sobre todos los aprovechamientos de agua que realizan para el cumplimiento de sus fines; detallando en cada una como mínimo lo referente al nombre de la fuente, ubicación cartográfica de punto de toma y desfogue (cuando proceda), caudal derivado, registro de aforos de la fuente aprovechada y cualquier otro elemento o característica que consideren procedente reportar para el efectivo registro de su aprovechamiento.

Artículo 31. —El MINAE deberá realizar todos los ajustes necesarios para garantizar la implementación efectiva y transparente del canon.

Artículo 32.—El MINAE deberá mantener constante monitoreo acerca de la implementación del canon con el fin de que se pueda identificar y realizar los ajustes que se consideren procedentes que permita la sostenibilidad del canon, para lo cual en el plazo de tres años de la vigencia del presente derecho deberá realizar su evaluación.

Artículo 33. —Se adiciona un inciso i) al artículo 5 del Decreto 26635-MINAE publicado en La Gaceta N° 22 del lunes 2 de febrero de 1998, para que se lea de la siguiente manera “ i) un representante de la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria”.

## CAPÍTULO IX

### Disposiciones transitorias

En el plazo de seis meses a partir de la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial La Gaceta, se deberá disponer de los recursos humanos y logísticos al Departamento de Aguas, necesarios para hacer los ajustes correspondientes en el sistema informático de cobro y de registro nacional de aprovechamiento de aguas y cauces, así como para realizar las comunicaciones, publicidad y procesos necesarios para la efectiva implementación de las disposiciones aquí contenidas. Los concesionarios que así lo ameriten deberán solicitar formal ajuste de los caudales aprovechados en concesión, para lo cual el Departamento de Aguas deberá facilitar el proceso de revisión y resolución. Así mismo, el MINAE promoverá por la vía de Decreto Ejecutivo la realización de un período de amnistía para permitir la legalización de aprovechamiento de agua actualmente al margen de la Ley, lo cual debe ser reglamentado en ese decreto.

El Ministro de Ambiente y Energía deberá gestionar ante quien corresponda los ajustes presupuestarios y modificación de los topes de gasto correspondientes a las gestiones del Departamento de Aguas, Instituto Meteorológico Nacional y del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, en relación con los ingresos esperados por concepto del canon y conforme al período de siete años de ajuste.

Mediando informe razonado y justificado, el Ministro del Ambiente y Energía gestionará la autorización para la creación de nuevas plazas al Departamento de Aguas tendientes a garantizar una gestión integral nacional del recurso hídrico y que serán financiadas con los recursos económicos provenientes de este canon.

En el plazo de los seis meses de la publicación en el Diario Oficial La Gaceta, se deberán realizar los ajustes necesarios para la normalización de los parámetros para fijar los montos de reconocimiento del servicio de protección del recurso hídrico a través del Pago de Servicios Ambientales conforme lo disponga así el FONAFIFO.

Hasta tanto no se implemente el nuevo canon conforme lo dispuesto en el artículo 22 del presente Decreto, continuará aplicándose durante los seis meses siguientes a la publicación de esta norma, lo estipulado en el Decreto N° 26625-MINAE publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 18 del 27 de enero de 1998; el cual cumplidos esos seis meses se deroga y continuará vigente el presente Decreto.

Artículo 34. —Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República. —San José, a los veinticuatro días del mes de agosto del dos mil cinco.

ABEL PACHECO DE LA ESPRIELLA. —El Ministro del Ambiente y Energía, Carlos Manuel Rodríguez Echandi. —1 vez. — (Solicitud N° 35448). —C-295920. — (D32868-6440).