

# Plan de gestión de calidad para la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares



# Abstract

The Directed Professional Practice was developed in the Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A, and it consisted in a quality management plan in the rehabilitation of the Proyecto Hidroeléctrico de Tacares. This is based by Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - fourth edition, document of the Project Management Institute, also was used the International Organization for Standardization ISO 9001-2008 standard.

The objectives of this report are: determine the actual process about the quality management, define inputs requested for planning, monitoring and controlling the quality for this project, analyze and suggest some tools for planning, monitoring and controlling the quality, define clearly the sequence and links of each of the results of the successors procedures of the quality management and develop the quality management plan for the rehabilitation of hydroelectric projects.

This report contain procedures, form and different tools, provides to the company, to establish a quality control process in all the construction project of the ESPH S.A.

Keywords: Rehabilitation, Quality, hydroelectricity, ISO 9001-2008, PMI.

# Resumen

La Práctica Profesional Dirigida fue realizada en la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A, esta consistió en realizar un plan de gestión de calidad en la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares. Este se basa en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, documento fundamental del Project Management Institute, así como de aspectos establecidos en la norma ISO 9001-2008 (International Organization for Standardization), en la cual se especifican los requisitos para un sistema de gestión de la calidad

Los objetivos del presente plan son: determinar los procesos actuales sobre la gestión de calidad, definir los insumos de entrada necesarios para la planificación, aseguramiento y control de calidad para el proyecto en específico, analizar y proponer las diferentes técnicas y herramientas para planificar, asegurar y controlar la calidad, definir claramente la secuencia y vinculación de cada uno de los resultados de los procesos con los procedimientos sucesores de la gestión de calidad y elaborar el plan de gestión de calidad.

Se suministra a la empresa los procedimientos, formularios y herramientas para realizar el debido control de la calidad en proyectos similares, propiedad de la ESPH S.A.

Palabras clave: rehabilitación, calidad, hidroelectricidad, ISO 9001-2008, PMI.

# **Plan de gestión de calidad para la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacaes**

# **Plan de gestión de calidad para la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares**

ANDRÉS CHAVES MURILLO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2012

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

Prefacio .....	1
Resumen Ejecutivo .....	2
Introducción.....	5
Marco Conceptual .....	6
Metodología .....	21
Resultados .....	27
Análisis de Resultados.....	33
Conclusiones.....	38
Recomendaciones .....	39
Apéndice .....	40
Referencias .....	41



# Prefacio

Todo proyecto conlleva un gasto económico, en el cual es indispensable llevar un control de los gastos y finalizarlo con un margen razonable de dispersión al presupuesto estimado, pero también es de suma importancia garantizar que este va a ser capaz de cumplir con su función, durante la totalidad de su vida útil. Para esto se deben realizar inspecciones para supervisar y verificar si se están siguiendo diferentes estándares de calidad.

Además, es importante recalcar que actualmente se cuenta con un mercado altamente competitivo, en donde la diferencia la genera quien logra satisfacer las expectativas del cliente y con esto tener buenas críticas por parte de ellos, los cuales hasta pueden recomendar la empresa para otros proyectos.

La Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH S.A.) es una empresa que presta los servicios de distribución de agua potable, alcantarillado sanitario, alumbrado público y distribución de energía eléctrica a los cantones de Heredia, San Isidro y San Rafael, además, es una sociedad anónima de interés público y sin fines de lucro, cuya misión incluye satisfacer las necesidades de los clientes y beneficiar a las comunidades.

En la elaboración del Plan de Gestión de Calidad se siguieron un conjunto de normas y especificaciones para mejorar el proceso de inspección y supervisión en la rehabilitación de proyectos hidroeléctricos propiedad de la empresa, con la finalidad de cumplir con la misión, visión y políticas de calidad y ambiente de la empresa. Este está basado en la norma ISO 9001-2008 con una estructura que incluye documentos de control, seguridad ocupacional, comunicación, compromiso ambiental, responsables de la organización, entre otras secciones.

Entre algunas herramientas que se adjuntaron, se encuentran listas de control de calidad, procedimientos, formularios e instructivos, de tal forma facilitar el proceso de

supervisión de calidad, además, el proceso debe de realizarse de forma correcta y siguiendo las especificaciones establecidas por la empresa.

Agradezco profundamente a Dios por permitirme llevar a cabo mi carrera universitaria, además, a mi familia y amigos por siempre brindarme el apoyo que necesitaba y que en conjunto fueron esenciales para lograr finalizar esta etapa de mi vida. De igual manera, debo dar los méritos que merece mi profesor guía Ing. Juan Carlos Coghi Montoya MBA, así como a los ingenieros de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Walter Muñoz Caravaca y Andrés Zúñiga Garita, por toda la ayuda que me han brindado y por todos los conocimientos tan valiosos que he adquirido en esta práctica profesional. Así como demás colaboradores de la ESPH que laboran en el proyecto y personal de las empresas Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A., Maquinaria, Construcciones y Materiales MACOMA S.A., Instalaciones Eléctricas Saenz INTESA S.A.

# Resumen Ejecutivo

La Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) es una empresa creada mediante la ley 7789, como una sociedad anónima de interés público, en la actualidad presta servicios de alcantarillado sanitario, distribución de agua potable, alumbrado público y distribución de energía eléctrica, además está facultada para la generación de electricidad.

En abril del 2000 la ESPH S.A. inició las gestiones para la rehabilitación del proyecto Hidroeléctrico de Tacares, debido a que originalmente el proyecto Hidroeléctrico de Tacares fue inaugurado en 1931 y operaba como fuente de potencia y energía para las locomotoras del Ferrocarril Eléctrico al Pacífico hasta la primera mitad de la década de los noventas, cuando en forma paulatina, el ferrocarril eléctrico dejó de utilizarse resultando en la paralización de este medio de transporte.

Dado a que la planta era propiedad del Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER), en setiembre del 2006 se estableció un contrato denominado "Cogestión de explotación de la Planta Hidroeléctrica de Tacares", con el fin de que la Empresa pudiera modernizar y explotar la planta hidroeléctrica por un período de 20 años a partir de puesta en operación de la planta. Con la Rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico, se optimiza el aprovechamiento sostenible y no destructivo de los recursos naturales, y se rescata un patrimonio cultural e histórico para ponerlo nuevamente al servicio del progreso y de la sociedad costarricense.

El Proyecto Hidroeléctrico de Tacares, se encuentra ubicado la provincia de Alajuela, cantón de Grecia y se alimenta de la cuenca del río Poás. Se espera que con este proyecto se produzca anualmente 31,5 GWh, además, contará con un embalse de 55 000 m<sup>3</sup> y una caída bruta de 82,55 m.

La ESPH S.A. firmó un crédito con el Banco Popular por \$4.5 millones, lo que le permite realizar reparaciones en la presa, toma de aguas y canal de conducción, así como

también, la ampliación del embalse existente, la reparación de la tubería de presión, el cambio total de los equipos electromecánicos y el reacondicionamiento de la casa de máquinas.

Para lograr rehabilitar este proyecto se deben demoler algunas estructuras, para adecuarla a las condiciones que se presentan actualmente y para las cuales este proyecto fue diseñado, además, entre otras tareas se deben extraer los equipos mecánicos y electromecánicos utilizados anteriormente y remplazarlas por otras, para lo cual se debe realizar un importante proceso de excavación. Todas las actividades programadas deben llevar un estricto control, para asegurar la realización de cada una de las tareas siguiendo las especificaciones fijadas en los planos y garantizar que esta nueva planta va a lograr cumplir correctamente con las funciones para la cual fue diseñada.

Con el propósito de entregar un producto de calidad y que va a cumplir con la función para la cual fue diseñado, se realiza un estricto control de la calidad en cada una de las actividades del proyecto. Para lo cual, en este se debe planificar, asegurar y controlar la calidad para cada actividad. En la planificación de la eficacia se identifican los requisitos de calidad o normas para el proyecto, en el aseguramiento de la calidad se auditan los requisitos de calidad y los resultados de las medidas de control de calidad, para asegurar que se utilicen las normas apropiadas y las definiciones operacionales. Mientras que en el control de la calidad se realizan visitas de forma que se verifique con los reglamentos planificados, la inspección debe llevarse a cabo desde el inicio hasta el final de las actividades, además se debe controlar aspectos como materiales aportados y equipos utilizados que cumplan con las especificaciones y requisitos necesarios.

Para aumentar la eficiencia de la administración de proyectos se utiliza una herramienta llamada Fundamentos para la Dirección de Proyectos, esta se divide en 5 grupos de procesos los cuales son: iniciación,

planeación, ejecución, supervisión y control, y cierre, los cuales se presentan en todo tipo de proyecto sin importar el tipo o tamaño. En este documento se especifican las características de cada una de estas etapas, además se describen algunas acciones que se deben realizar para obtener diferentes salidas, útiles para lograr un trabajo exitoso.

Cuando se realiza un proyecto las partes involucradas esperan que resulte un exitoso, lo cual se da si se presenta la calidad definida por el cliente, se concluyó en el tiempo establecido, el presupuesto calculado es cercano al costo real del proyecto y se superaron las expectativas quien recibe el servicio.

El presente plan de gestión de calidad pretende abarcar temas como el correcto proceso constructivo, la recepción de materiales, la seguridad para los trabajadores y la recolección de los desechos producidos durante el proceso constructivo, con esto se propusieron los siguientes objetivos:

- Determinar los procesos actuales sobre la gestión de calidad.
- Definir los insumos de entrada necesarios para la planificación, aseguramiento y control de calidad para el proyecto en específico.
- Analizar y proponer las diferentes técnicas y herramientas para planificar, asegurar y controlar la calidad.
- Definir claramente la secuencia y vinculación de cada uno de los resultados de los procesos con los procesos sucesores de la gestión de calidad.
- Elaborar el plan de gestión de calidad junto con las métricas de calidad, listas de control, plan de mejoras, gestión de cambios.

Para lograr cumplir con estos objetivos antes mencionados se siguió la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, así como la norma ISO 9001-2008 (International Organization for Standardization), además se consultaron algunas normas y códigos, como el Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR), Código de Cimentaciones de Costa Rica, Código Eléctrico Nacional (NEC), las normas ACI (American Concrete Institute) y se realizaron

reuniones, entrevistas o consultas a ingenieros, técnicos o encargados del proyecto.

La estructura del Plan de gestión de calidad para la rehabilitación del proyecto Hidroeléctrico de Tacares presenta la siguiente estructura:

#### Sección 1. Alcance y aspectos generales.

- ✓ Generalidades.
- ✓ Alcance.
- ✓ Introducción.
- ✓ Objetivos del control de la calidad.
- ✓ Normas consultadas.
- ✓ Conceptos básicos de gestión de calidad.
- ✓ Abreviaturas y definiciones importantes.

#### Sección 2. Información de la Empresa.

- ✓ Generalidades de la ESPH S.A.
- ✓ Organización de la ESPH S.A. en el proyecto.
- ✓ Proyectos hidroeléctricos.
- ✓ Sistema de gestión de calidad de la ESPH S.A.

#### Sección 3. Sistema de documentación.

- ✓ Descripción.
- ✓ Control de los documentos.

#### Sección 4. Sistema de comunicación.

- ✓ Planificación.
- ✓ Comunicación interna.
- ✓ Comunicación externa.

#### Sección 5. Responsables de la organización.

- ✓ Responsables de la calidad.

#### Sección 6. Control e inspección de materiales y equipos.

- ✓ Recepción de materiales y equipos.

#### Sección 7. Control y aseguramiento de la calidad.

- ✓ Normas y especificaciones
- ✓ Pruebas de laboratorio y en el sitio
- ✓ Documentos para el control de calidad.

Sección 8. Relaciones humanas.

- ✓ Relaciones humanas.

Sección 9. Compromiso ambiental.

- ✓ Compromiso ambiental de la ESPH S.A.

Sección 10. Recursos humanos.

- ✓ Recursos humanos.

Sección 11. Salud ocupacional.

- ✓ Medidas de seguridad.
- ✓ Matriz de riesgos.

Sección 12 Documentos de control.

- ✓ Procedimientos.
- ✓ Formularios.
- ✓ Lista de control de calidad.
- ✓ Herramientas para el control de la calidad.

Para el desarrollo del plan se realizaron consultas a profesionales y expertos en las diferentes áreas que involucra un proyecto hidroeléctrico, además se utilizaron Proyectos Finales de Graduación relacionados con la gestión de calidad, también, se investigaron las especificaciones técnicas de la ESPH S.A. y demás empresas que laboran en el proyecto.

Es importante mencionar que los objetivos planteados fueron cumplidos, pero según se definió en el alcance, no se realizó la implementación del Plan de Gestión de Calidad, debido a la duración de la Práctica Profesional Dirigida, la cual corresponde únicamente a 4 meses.

# Introducción

En la actualidad el mercado de la construcción es muy competitivo, en el cual se debe dar gran relevancia en el costo y calidad de todo el proyecto. En dónde se busca reducir al máximo los costos, pero garantizar que se están siguiendo las normas de calidad necesarias para que el proyecto resulte un éxito.

Al elaborar el presente Plan de Gestión de Calidad se siguió la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, así como la norma ISO 9001-2008, de igual forma se utilizaron una serie de libros, códigos y normas, ya sea ACI, CSCR, ASTM, entre otras, muy importante para conocer el debido procedimiento para realizar cada una de las actividades.

Este plan de gestión de calidad pretende dar una guía en caso de que se necesite realizar la rehabilitación de algún proyecto hidroeléctrico y que se desean seguir las normas de calidad anteriormente mencionadas, pero también puede ser aplicado para otras obras relacionadas con el campo de la construcción, propiedad de la ESPH S.A., que involucren algunas de las actividades que se contemplan en el plan.

## Objetivo General

Realizar un plan de gestión de calidad que incluya los procesos y actividades para la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares, en sus etapas de planificación, ejecución y control.

## Objetivos Específicos

- Determinar los procesos actuales sobre la gestión de calidad.
- Definir los insumos de entrada necesarios para la planificación, aseguramiento y control de calidad para el proyecto en específico.
- Analizar y proponer las diferentes técnicas y herramientas para planificar, asegurar y controlar la calidad.

- Definir claramente la secuencia y vinculación de cada uno de los resultados de los procesos con los procedimientos sucesores de la gestión de calidad.
- Elaborar el plan de gestión de calidad junto con las métricas de calidad, listas de control, plan de mejoras, gestión de cambios.

# Marco Conceptual

## Proyecto

Un proyecto corresponde a un esfuerzo temporal, con un inicio y un final, el final se alcanza cuando se logran los objetivos de este. Los factores más difíciles de administrar en un proyecto son el tiempo y el costo, además de terminar el proyecto en el plazo establecido y dentro del presupuesto acordado, se debe garantizar que presenta la calidad esperada y la satisfacción del cliente.<sup>1</sup>

## Áreas que afectan un proyecto

En la Administración de Proyectos Yamal Chamoun (2007) indica que existen nueve áreas que afectan todo proyecto, las cuales son<sup>2</sup>:

- Alcance: se define aquello que se incluye o no en el proyecto. Muchos problemas suceden cuando se realizan actividades que no habían sido tomadas en cuenta en el presupuesto original y afectan el costo total de proyecto.
- Tiempo: periodo requerido para finalizar el proyecto, deben estimarse de forma realista los lapsos por actividad, para evitar multas y atrasos.

- Costo: se realiza el presupuesto del proyecto, debe ser lo más apegado a la realidad, sin olvidar destinar un porcentaje para los imprevistos, es muy importante que durante la realización del proyecto llevar un control de los costos y comparar con el presupuesto estimado, para evitar problemas a futuro entre los involucrados.
- Calidad: conjunto de especificaciones y normas que se siguen para garantizar un buen producto, en donde se comparan aspectos como características o cualidades, que deben estar dentro del rango permitido.
- Recursos humanos: corresponden a todos los involucrados, ya sea externos como internos en el proyecto, se deben definir los roles y funciones de cada uno.
- Comunicación: el medio por el cual se va a llegar a acuerdos, ya sea reuniones, juntas, así como los medio de comunicación, informes o reportes, los cuales son esenciales para arreglar discrepancias entre las partes o involucrados.
- Riesgos: se encuentran presente en todo proyecto, se deben tener planes de contingencia en caso de una emergencia, de forma tal de prever, monitorear e identificar cualquier tipo de amenaza.
- Abastecimientos: si son manejados de forma adecuada puede ser una estrategia para transferir ciertos riesgos, se pueden evaluar las estrategias de contratación, número y tipo de contrato o forma de pago.

---

Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos (4ta, Edición).

<sup>2</sup> Chamoun Y, Administración Profesional de Proyectos.

- Integración: administración de cambios, lecciones aprendidas e integración de todas las áreas. Relacionado con la implementación y desarrollo del plan del proyecto que integra las nueve áreas anteriormente descritas.

En la Figura 1 se muestra el triángulo del proyecto, con las nueve áreas que afectan la dirección de proyectos, anteriormente definidas:

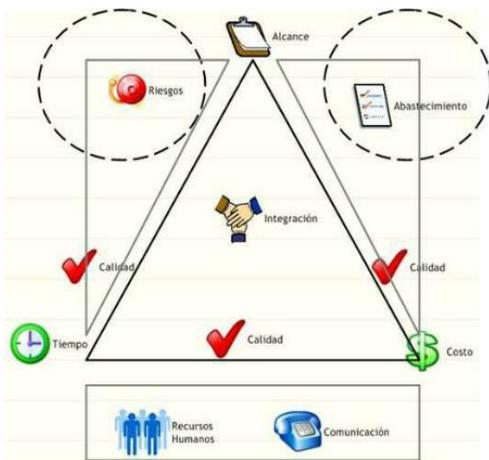


Figura 1. Triángulo del proyecto. (Chamoun, 2002)

En el diagrama anterior, específicamente en los vértices del triángulo se encuentra el alcance, costo y tiempo, dado a que están relacionados de forma directa, a un mayor alcance, mayor costo y posiblemente mayor tiempo de entrega. Además, la calidad se integra en los lados del triángulo, ya que se afectará si se modifica el alcance, tiempo de entrega y costo del proyecto. El gerente de este tiene como función mantener el equilibrio entre estas 4 áreas de la administración de obras.

Este triángulo está cimentado por las áreas de recursos humanos y comunicación, las cuales tienen alta repercusión en el éxito del proyecto, ya que muchos fallan por deficiencias en la selección del equipo de trabajo o problemas en la comunicación<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Chamoun Y, Administración Profesional de Proyectos

<sup>2</sup>Fonseca R, ¿Porqué fracasan los proyectos?

## Éxito en un proyecto

Un proyecto se considera exitoso si se cumple con los objetivos de tiempo, costo y calidad, a satisfacción y superación de las expectativas del cliente y de los involucrados<sup>3</sup>. Para lograr esto se debe:

- Seleccionar los procesos adecuados requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Cumplir con los requisitos a fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados.
- Equilibrar las demandas contrapuestas relativas al alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo para producir el resultado especificado.

## Fracaso en un proyecto

Si no se lleva el debido control, un proyecto puede considerarse un fracaso, el cual puede suceder por las siguientes razones<sup>2</sup>:

- Escasa participación de los usuarios finales: se debe establecer el medio de comunicación entre los involucrados del proyecto, de manera que el usuario sea informado del avance del proyecto y en caso que ocurra algún desacuerdo con el cliente, este dé a conocer su posición y llegar a un acuerdo justo a tiempo.
- Expectativas no realizadas: se deben aclarar las percepciones de los clientes y explicar las implicaciones de manera frontal y honesta, para que no se produzcan decepciones por parte del cliente, fijando el alcance del proyecto
- Falta o recorte de recursos: para disminuir costos en algunas ocasiones se compromete la calidad del producto, ya sea en materiales, equipos o recursos humanos.
- Objetivos poco claros: es básico que en la gestión de proyectos estos estén definidos y suficientemente claros.
- Cronogramas irreales: se deben estimar plazos realistas para cada una de las actividades, tomando en cuenta

los recursos, para evitar multas por entregar el proyecto fuera del plazo definido por el cliente.

- Estimaciones de costos inexactas: si se subestima o desestima el costo de algunas actividades puede producir que el costo estimado sea mucho menor al costo real del proyecto y producir pérdidas importantes.

En un proyecto es de suma importancia asegurar que se está cumpliendo con<sup>2</sup>:

- Satisfacer al cliente: es indispensable tener muy claro cuáles son las expectativas del cliente sobre el proyecto, de manera que se satisfaga con ellas, para evitar conflictos y que el producto no sea capaz de cumplir con la función para la cual fue creado.

- Prevención antes que la inspección: se debe tratar de prevenir los errores antes del momento en que se realiza la inspección, ya que es un ahorro en costo y tiempo; implica mayor costo corregir los errores después de la revisión, que anticiparlos y buscarles solución.

- Mejora continua: la mejora de la calidad es un ciclo que implica planificar, hacer, revisar y actuar de tal manera que si existen errores se corrigen y que no se repitan en el futuro.

- La responsabilidad de la dirección: esta se debe encargar de proporcionar los recursos para lograr el éxito.<sup>1</sup>

## Participantes en un proyecto

Satisfacer las necesidades de los clientes es esencial para que un proyecto resulte un éxito, es por ello que se debe tener muy claro quiénes son los participantes del proyecto y conocer las expectativas de estos. Los miembros del equipo directivo son<sup>2</sup>:

- Cliente: es el contratista, propietario o desarrollador del proyecto, se encarga de autorizaciones, definir el alcance de este y de establecer los criterios de aceptación.

- Patrocinador: es el encargado de dirigir el proyecto. Entre sus deberes está encargarse de la toma de decisiones, apoya la asignación de recursos y provee la dirección estratégica al gerente.

También, se encuentran los miembros de equipo ejecutor, en el cual está<sup>2</sup>:

- Gerente del proyecto: se encarga de liderar el equipo para alcanzar los objetivos, además, asegura que los problemas de este sean resueltos satisfactoriamente.

- Miembros del equipo: compuesto por el gerente, organizaciones, y proveedores, quienes tienen entre sus funciones elaborar el plan del proyecto, además ejecutan y controlan siguiendo el plan.

## Dirección de Proyectos

La dirección de proyectos es una herramienta utilizada para aumentar el rendimiento y la eficiencia de la administración en cualquier tipo de estas obras. La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), documento fundamental del Project Management Institute (PMI) para la gestión de proyecto, define la dirección de proyectos como *"la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo"*. (PMI, 2008, p. 7)

Los procesos de dirección de proyectos aseguran que estos avancen de la mejor manera desde el inicio hasta el cierre. La dirección de proyectos se divide en 5 grupos de procesos los cuales son: iniciación, planeación, ejecución, supervisión y control, y cierre.

---

<sup>1</sup> Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos.

<sup>2</sup> Chamoun Y, Administración Profesional de Proyectos.

En la siguiente figura se muestra de manera general el comportamiento, para cada uno de los grupos de procesos, el nivel de actividad según el tiempo del proyecto. Se observa que la iniciación es primera etapa del proyecto, luego sigue la planificación, siguiendo de forma paralela la ejecución y control de la calidad, ya que se debe garantizar que se cumple con las normas de calidad durante toda la fase de ejecución de este, para llegar al cierre de él, en donde ya se encuentra terminado.<sup>1</sup>

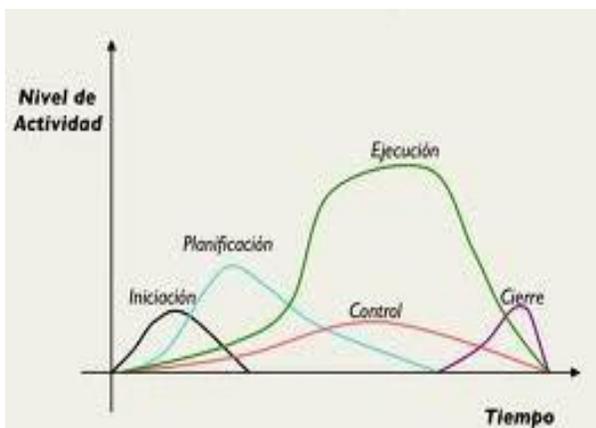


Figura 2. Grupos de procesos de un proyecto. (PMBOK. 2004)

## Iniciación

Los grupos de procesos de iniciación son aquellos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de uno ya existente. En los procesos de iniciación se debe definir el alcance inicial y se comprometen recursos financieros iniciales, además, se describen con claridad los objetivos.

## Planificación

Se establece el alcance total del esfuerzo, se definen, refinan y se buscan acciones para alcanzar los objetivos. Los cambios importantes que ocurren a lo largo del proyecto generan la necesidad de reconsiderar uno o más de los procesos de planificación y algunos de los procedimientos de iniciación. En esta fase se debe contemplar<sup>1</sup>:

- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto: consiste en documentar las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios. Se determina como se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y cerrará la obra.
- Recopilar requisitos: se definen las necesidades para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Definir el alcance.
- Crear una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT): se subdividen los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de dirigir.
- Definir y secuenciar las actividades: se definen las acciones necesarias para cumplir con los entregables del proyecto y darle un orden cronológico de estas.
- Estimar los recursos de las actividades, se define el tipo y cantidades de personal, material y equipo, además de estudio y pruebas indispensables para la realización de las actividades.
- Estimar la duración de las actividades, se definen las acciones críticas y la duración total del proyecto.
- Desarrollar un cronograma, para que haya mayor orden en el proyecto y conocer cual actividad antecede y sigue de otra.
- Planificar la calidad: se identifican los requisitos y políticas de calidad, así como normas a seguir en el proyecto de tal manera que satisfaga y cumpla con las funciones planeadas.
- Desarrollar un plan de recurso humano, se identifican los roles y responsabilidades dentro del proyecto.
- Planificar la comunicación: se define el medio de comunicación entre las partes.
- Planificar e identificar posibles riesgos.
- Estimar los costos y determinar el presupuesto, por actividad y de la totalidad del proyecto, para seguir u control del costo estimado, con el costo real de este.

## Ejecución

Corresponde al grupo de procesos necesarios para completar el trabajo, este grupo conlleva una importante cantidad del presupuesto total del proyecto. Se incluyen los siguientes procesos<sup>1</sup>:

- Dirigir y gestionar la dirección del proyecto: se ejecuta el trabajo definido en el plan para cumplir con los objetivos.
- Realizar aseguramiento de la calidad: de forma que se garantice que se están siguiendo las normas de calidad adecuadas.
- Adquirir, desarrollar y dirigir el equipo del proyecto.

## Seguimiento y control

El grupo de procesos de seguimiento y control está compuesto por aquellos procedimientos requeridos para supervisar el progreso del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes<sup>1</sup>.

En este grupo de procesos se verifica que se siga lo que anteriormente fue planificado y planeado, de forma tal que si no se sigue lo estipulado se revisen las razones de los cambios y el por qué no fueron notificados con anterioridad.<sup>2</sup>

Según la Guía de PMBOK (2008) este grupo de procesos incluye:

- Controlar cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
- Dar seguimiento a las actividades del proyecto, compararlas con el plan para la dirección del proyecto y la línea base de desempeño de ejecución del plan.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

<sup>1</sup> Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos.

<sup>2</sup> Chamoun Y, Administración Profesional de Proyectos.

<sup>3</sup> Acuña J, Control de calidad un enfoque integral y estadístico.

## Cierre

Corresponde a todos los procesos para finalizar cada una de las actividades y completar el proyecto. Según la Guía PMBOK (2008) en esta fase pueden ocurrir<sup>1</sup>:

- Aceptación del cliente.
- Realizar una revisión tras el cierre del proyecto o la finalización de una fase.
- Registrar los impactos de la adaptación a un proceso.
- Documentar las lecciones aprendidas.
- Aplicar actualizaciones apropiadas a los activos de los procesos de la organización.
- Archivar todos los documentos relevantes del proyecto en el sistema de información para la dirección de este y ser utilizados como datos históricos.
- Cerrar las adquisiciones.

## Gestión de calidad

En la Guía PMBOK (2008) se menciona que en la gestión de calidad se incluyen los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad, para que el proyecto sea capaz de cumplir las funciones para las cuales fue creado y las necesidades del cliente e interesados. Implementa el sistema de gestión de calidad por medio de políticas y procedimientos, con actividades de mejora continua de los procesos llevados a cabo durante todo el proyecto.<sup>1</sup>

La Organización Internacional para Estandarización, ISO, según sus siglas en inglés, (International Organization for Standardization), se encarga de validar la efectividad de un sistema de gestión de calidad de una empresa.

La implementación de un plan de gestión de calidad conlleva una serie de beneficios como los son<sup>3</sup>:

- Mejorar el desempeño y la productividad de la empresa, evitando errores y reprocesos, que podrían ser previstos.

- Generar confianza y credibilidad ante los clientes.
- Evitar y disminuir el número de quejas o reclamos por parte del cliente, debido a defectos o inconformidades del producto brindado.
- Mejorar la imagen de la empresa, lo que conlleva a aumentar el número de clientes.
- Reducir costos por calidad deficiente o por realizar tareas o actividades más de una vez, reprocesos, por mala planificación o ejecución.
- Evitar atrasos en el tiempo de entrega de actividades y del proyecto ya finalizado.

Con todos estos beneficios se demuestra que realizar el debido control de la calidad, en vez de tomarse como un gasto se debe pensar como una buena inversión, que va a traer muchos beneficios en el proyecto o a la empresa. Además generalmente es más costoso corregir los defectos o errores que prevenirlos y hacer las actividades de la forma correcta desde el inicio.

Por lo tanto, entre mayor sea el tiempo utilizado en encontrar los errores se traduce en un mayor costo, así como atrasos en el cronograma y puede llegar a afectar actividades posteriores.

Un factor muy importante a considerar en el costo por la calidad son los requerimientos o exigencias del cliente, los cuales son esenciales de ser cumplidos, ya que se traducen en éxito o fracaso del proyecto.

Los siguientes factores afectan la calidad, y deben ser tomados con suficiente cuidado, para que no dificulten el control y cumplimiento de la calidad en un proyecto<sup>2</sup>:

- Recursos económicos: el control de la calidad conlleva una inversión que se debe tomar en cuenta en la realización del presupuesto del proyecto.

- Recursos humanos: los encargados de realizar las actividades son seres humanos, en donde la forma en que ejecutan las actividades depende de factores sentimentales, emocionales o motivacionales.
- Recursos de materiales y equipos: estos deben ser verificados que cumplen con los parámetros y normas de calidad requeridos, así como que están siendo manipulados de la mejor forma.
- Medio ambiente: la mejor forma de lograr las metas en el control de la calidad, es disminuir los desperdicios al máximo, y buscar la mejor forma de tratar los desechos producidos.
- Metodología: forma en que se va a ejecutar el control de la calidad.
- Mercado: relacionado con las necesidades del cliente y los recursos que dispone la empresa, se debe tener claro que se cuenta con las herramientas necesarias para satisfacer al cliente.
- Administración: los encargados de la administración del proyecto o de la empresa deben estar convencidos de las ventajas y beneficios que se obtiene con un debido control de la calidad, ya que estos se encargan de dictar las políticas y normas a seguir y aseguran los recursos requeridos.

La norma NTP-ISO 9004:2001 presenta ocho principios de gestión de la calidad, para liderar el mejoramiento continuo del desempeño en la organización. Estos principios de gestión de la calidad son:

- Organización enfocada al cliente: las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían satisfacer o en lo posible tratar de exceder las expectativas o requerimientos de los clientes.
- Liderazgo: los líderes establecen la unidad de propósito y orientación de la organización. Entre sus funciones está crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

<sup>1</sup> Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos.

<sup>2</sup> Acuña J, Control de calidad un enfoque integral y estadístico.

- Participación del personal: es esencial que estos participen en la organización para que las habilidades de estos sean usadas para beneficio de la empresa.
- Enfoque a los procesos: un resultado deseado se alcanza eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- Sistema enfocado hacia la gestión: identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- Mejoramiento continuo.
- Toma de decisiones basada en hechos: las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- Relación mutuamente benéfica con proveedores.

En un plan de este tipo se describe la forma en que se implementarán las políticas de calidad de la organización ejecutante, este proporciona entradas al plan general para la dirección del proyecto y aborda el control y aseguramiento de las cualidades, al igual que métodos de mejora continua de los procesos. El plan debe revisarse en una etapa temprana del proyecto para prever posibles problemas e evitar reprocesos.

La gestión de calidad en un proyecto debe llevarse en paralelo con los procesos de planificación, ejecución y cierre, para garantizar que el producto va a contar con los estándares de eficacia necesarios para que éste cumpla con la función para la cual fue creado

En un plan para la gestión de calidad se encuentra documentada la certificación de acuerdo a la normativa correspondiente, se incluye la misión, visión y políticas de calidad correspondiente a cada organización, en él se asocian los elementos establecidos de la norma con la realidad que se vive en el proyecto<sup>1</sup>.

Un plan de gestión de calidad se basa en 3 pilares básicos, los cuales son:

## Planificar la calidad

Se identifican los estándares de calidad que se van a seguir en el proyecto, esta se debe realizar en paralelo a los demás procesos de planificación en el proyecto<sup>1</sup>.

En la planificación de la calidad se pueden mencionar las siguientes actividades como entradas:

- Establecer el alcance del proyecto junto con los criterios de aceptación de la calidad.
- Realizar Estructuras de Desglose de Trabajo (EDT) para subdividir las actividades y sea más fácil su ejecución.
- Establecer los interesados en el proyecto, los cuales pueden producir un impacto en la calidad.
- Documentar los costos y las fechas de inicio y finalización de cada actividad, para llevar el control respectivo.
- Definir factores ambientales, los cuales influyen de manera importante en la planificación de la calidad, ya que se deben fijar las normas y reglas a seguir, además, se incluyen las regulaciones de las agencias gubernamentales.
- Se deben seguir lecciones aprendidas en proyectos anteriores, así como seguir datos históricos, políticas y procedimientos de calidad de la empresa.

Lo que respecta a las herramientas y técnicas en la planificación de la calidad se tienen:

- Determinar el costo por calidad, los cuales corresponden a lo invertido para prevenir el incumplimiento de los requisitos y gastos por reprocesos.
- El diseño de experimentos se emplea durante el proceso de planificación para determinar la calidad y el tipo de pruebas a efectuar a un cierto producto a una cierta actividad para verificar la calidad deseada.

<sup>1</sup> Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos.

- La utilización de diagramas de flujo puede ayudar a prever problemas de calidad que puedan ocurrir. Estos corresponden a representaciones gráficas que muestran las relaciones entre actividades y subactividades en un proyecto.

Entre algunas salidas que se pueden obtener con la planificación de la calidad se puede mencionar:

- Realización de un plan de gestión de calidad, en el que se describe la forma en el que se implementarán las políticas de calidad de la organización ejecutante. En este plan se aborda el control y aseguramiento de la calidad, así como los métodos de mejora continua de los procesos del proyecto.
- Realización de lista de control de calidad, en la cual para cada subactividad se definen los pasos o aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar la respectiva verificación su eficacia.

## Asegurar la calidad

Corresponde a los procesos y actividades necesarias para lograr los requerimientos establecidos en la etapa de planificación de la calidad<sup>1</sup>.

Para el aseguramiento de la calidad se pueden mencionar las siguientes actividades como entradas:

- Plan para la dirección de proyectos, contiene la información de un plan de gestión de calidad y de mejora de procesos.

- Informe del desempeño del trabajo, se debe recopilar la información de la manera en que se van realizando las tareas y actividades. Además, es importante llevar un registro de los gastos y del cronograma, conforme a lo establecido en la planificación y en caso de que haya algún desvío importante, buscar las causas de este.

- Mediciones de control de la calidad para evaluar el desempeño de las normas y reglamentos que se han seguido. Corresponden a los resultados a los resultados de las actividades de control de la calidad.

Entre las técnicas y herramientas utilizadas para el aseguramiento de la calidad, están las mencionadas para la planificación de la calidad y además, se pueden adjuntar las siguientes:

- Realizar auditorías de la calidad, que consiste en una revisión para verificar que las actividades y subactividades cumplen con las políticas y procedimientos fijados. Con estas auditorías se pueden encontrar anomalías que se están produciendo, así como encontrar las buenas prácticas empleadas y compartir aquellas que fueron utilizadas en proyectos similares, que pueden ser muy útiles y evitar problemas ocurridos en proyectos anteriores.
- Análisis de procesos, utilizados para identificar problemas y definir las causas de estos, así realizando las mejoras necesarias.

Algunas salidas que se pueden obtener del aseguramiento de la calidad son:

- Actualizar los estándares de calidad, en busca de la mejora continua.
- Actualizar la documentación del proyecto, como es el caso de los informes de auditorías de calidad.
- Verificar el avance del cumplimiento de los objetivos de calidad.

---

<sup>1</sup> Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos.

## Control de la calidad

En el control de la calidad se registran los resultados de la ejecución de la calidad, para evaluar el desempeño y realizar las recomendaciones necesarias. Esta etapa se debe llevar a cabo desde el inicio hasta el final del proyecto, para garantizar el seguimiento de las normas y políticas de calidad fijadas en la planificación<sup>1</sup>.

En esta fase se identifican las causas de una calidad deficiente y se recomiendan las acciones necesarias para eliminarlas.

En el control de la calidad se debe tener claro el concepto de tolerancia, que corresponde a un rango que se puede considerar como aceptable. En caso que el producto o proyecto se salga de los rangos de tolerancia establecidos se deben tener medidas, tanto para desecharlo como para evitar que se vuelva a repetir, esto se puede evitar con prevención, procurar que no se den reprocesos, y una debida inspección.

Para que se realice el debido control de la calidad debe haber una adecuada coordinación y comunicación entre cada una de las partes interesadas, para que no hayan mal entendidos y se cumpla con los acuerdos establecidos.

Como entradas para el control de la calidad se puede mencionar las siguientes actividades:

- Plan para la dirección de proyecto, en él se menciona la manera en que se realizará el control de la calidad en el proyecto, para cada una de las actividades establecidas.
- Listas de control de calidad, como se mencionó anteriormente, listas de los pasos o aspectos a tomar en cuenta, necesarios para realizar el control de la eficacia.
- Mediciones del desempeño de trabajo, comparando el desempeño real con el planificado, ya sea en costos y en el cronograma.

- Realizar el control de cambios, de forma tal que se lleve el debido control de cuáles fueron aprobados y rechazados, las solicitudes de cambios deben seguir un debido procedimiento y que la resolución sea dada lo antes posible, para evitar atrasos en el cronograma, así como documentar las causas de este, para ser tomadas en cuenta en proyectos futuros.
- Activos de los procesos de la organización, los cuales pueden influir en los estándares y políticas de calidad, así como de los medios de comunicación empleados, también influye en los procedimientos para la generación de informes en caso de defectos y problemas.

Entre las herramientas y técnicas que se pueden utilizar para realizar el control de la calidad están<sup>1</sup>:

- Diagramas de causa y efecto muy útiles para ilustran la manera en que diversos factores pueden estar vinculados con un problema o efecto potencial.
- Diagramas de control se utilizan para indicar el estado de la calidad de las actividades del proyecto.
- Diagramas de flujo, se utilizan en caso que hayan etapas deficientes e identificar formas para mejorar el proceso
- Histogramas para representar la frecuencia de ocurrencia de algún problema o situación, con estos se identifica la causa más común y tomar medidas para evitar su ocurrencia.
- Diagramas de dispersión para conocer la relación entre dos variables, se trazan las variables dependientes y las independientes, para identificar la posible relación entre ambas.
- Diagramas de comportamiento, el cual muestra el historial y el patrón de variaciones; se muestran las variaciones y tendencias de un proceso a lo largo del tiempo.

---

<sup>1</sup> Guía de los Fundamentos en la Dirección de Proyectos

- Inspección para documentar si se están cumpliendo con las normas y especificaciones documentadas. También, pueden ser utilizadas para validar reparaciones.
- Revisión de las solicitudes de cambios fueron implementadas de la forma en que fueron aprobadas.

Se pueden obtener como salidas, en el control de la calidad las siguientes<sup>1</sup>:

- Resultados documentados de las actividades de control de la calidad, como fueron descritas en la etapa de planificación. Así como realizar las actualizaciones que se consideren necesarias, como puede ser los estándares de calidad.
- Realizar la aceptación o rechazo en la calidad de alguna actividad o de la totalidad del proyecto.
- Realizar las respectivas actualizaciones de los procesos de la organización, como lo son las listas de control y la documentación sobre lecciones aprendidas.
- Realizar las actualizaciones al plan de gestión de calidad y el plan de mejoras de procesos.

## Conceptos importantes de la gestión de la calidad

En lo que respecta a la gestión de la calidad se tienen una serie de conceptos que son indispensables de manejar para la realización de un proyecto. Algunos de estos conceptos son:

Mejoramiento continuo: es necesario establecer políticas y lineamientos que aseguren una mejora continua en la calidad de los servicios. Corresponde al conjunto de actividades y acciones llevadas a cabo para lograr mejorar la calidad del proyecto, a continuación se presentan los pasos necesarios para lograr esto:



Figura 3. Representación del ciclo de mejora

- Planificar: se establecen los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- Hacer: implementar los procesos.
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el servicio, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Las oportunidades para mejorar se pueden identificar en el trabajo cotidiano, en el análisis de datos obtenidos, en las acciones preventivas y acciones correctivas, en las auditorías internas, en las encuestas de seguimiento al cliente, comentarios y quejas de los usuarios. Entre los objetivos del mejoramiento continuo están:

- Buscar las acciones para cumplir con las necesidades del cliente.
- Mejorar el rendimiento de los procesos para cumplir con lo diseñado.

Lecciones Aprendidas: corresponde a las experiencias y conocimientos que ofrecen la posibilidad de un mejoramiento en caso de proyectos futuros. Algunas ventajas de considerar lo aprendido en proyectos anteriores puede ser:

- No cometer errores ocurridos en proyectos anteriores.
- Promover el intercambio de conocimientos entre los involucrados del proyecto.
- Prever futuros problemas y buscar formas de solucionarlos.
- Satisfacer cada vez mejor las expectativas del cliente.

Ingeniería de valor: es un método para resolver problemas y reducir costos, además, mejora los requerimientos de calidad y desempeño. Algunos beneficios para los proyectos al aplicar este mecanismo son:

- Reducir costos del ciclo de vida del proyecto.
- Mejorar calidad y por consiguiente la satisfacción del cliente.
- Mejorar impactos del medio ambiente.
- Mejorar la interacción humana.

También, se puede decir que la ingeniería de valor presenta los siguientes riesgos:

- Análisis demasiado tardío.
- Demasiado compromiso con el sistema actual.
- Costos elevados al implementar las alternativas.

## Control de la calidad en la construcción

En el campo de la construcción contar con una empresa competitiva ante otras es esencial, esto se adquiere teniendo buenas experiencias en proyectos anteriores, satisfaciendo y superando las expectativas del cliente, de forma tal que el

proyecto se entregue en la fecha que fue planeado, con la calidad requerida y con el costo cercano al presupuesto estimado, si esto se cumple la empresa podrá, en caso de alguna licitación, tener buenas referencias de su trabajo y tener más posibilidades de conseguir realizar la obra. Una buena herramienta para lograr la satisfacción entre quien desea obtener el servicio y el contratista es mediante un plan de gestión de calidad, en él, se pueden describir los aspectos, pasos, normativas y requerimientos que se deben seguir para que se garantice que la construcción cuente con altos estándares de eficacia.

## Responsables de la calidad

La responsabilidad de la calidad de una actividad o proyecto recae en cada uno de los niveles de la organización, pero en diversos grados de responsabilidad, dependiendo de la función de cada uno de los involucrados del proyecto. El diseñador del proyecto traduce los requerimientos del cliente en especificaciones técnicas, considerando las limitaciones de este, por esto, en él recae la mayor responsabilidad en caso que ocurra algún problema en la calidad del proyecto, por ejemplo, se encarga de definir la cantidad de acero requerido, las características de este material y del concreto, dimensiones de los elementos; por lo cual si se demuestra que hubo un problema de diseño él será el responsable.

Los proveedores son los encargados de suplir el material dependiendo de los requerimientos que exija el diseñador, por ello antes de colocar los materiales y equipos para su respectiva colocación se debe verificar que estos cuentan con las características y especificaciones recomendadas por el diseñador, así como verificar que se encuentran en buen estado. El equipo constructor se encarga de realizar el proyecto, y utilizar los materiales y equipos brindados por los proveedores y siguiendo las instrucciones y requerimientos fijados por el diseñador. Mientras que el equipo gerencial es el encargado de dictar las políticas y facilitar los recursos para que los equipos de trabajo puedan realizar su trabajo.

Además, es de suma importancia que en todo proyecto haya una persona que se encargue de supervisar la calidad, el cual entre sus funciones está:

- Verificar que se cumplen con las especificaciones y normas de calidad en cada una de las actividades.
- Corroborar que se realiza el debido proceso constructivo, de forma tal que se realicen buenas prácticas constructivas.
- Aprobar o desaprobado la entrega de alguna actividad.
- Garantizar que el producto terminado corresponde a lo que el diseñador estipuló.
- Velar por uso correcto del equipo de seguridad necesario, además de detectar en caso que se estén realizando prácticas peligrosas, para evitar un accidente.
- Verificar la recolección de todos los desechos o residuos producidos en el proceso constructivo.

El inspector de la calidad, revisa los planos para corroborar que cada actividad se va realizando como el diseñador lo menciona, y en caso de tener alguna duda con el procedimiento constructivo es necesario realizar la consulta respectiva, de igual forma debe apegarse a normas y especificaciones, como el Código Sísmico de Costa Rica, Código de Cimentaciones. Código Eléctrico Nacional, entre otras; necesarias para garantizar que los procedimientos son respaldados. En caso de que el inspector de la calidad se percate que se está produciendo algún tipo de anomalía debe reportarla, ya que si no lo hace, este tendrá que dar cuentas de por qué no realizó su trabajo.

Entre las funciones del inspector de la calidad está verificar que cada una de las actividades se realiza de acuerdo a lo estipulado en planos y especificaciones, este debe estar presente antes, durante y después de cada actividad, por ejemplo, en caso de realizarse una chorrea de concreto, él debe verificar el estado de la armadura, además, de tener consentimiento de la estructura que se desea colar, para corroborar factores como diámetro, de las varillas, número de estas, dimensiones del elemento; además, es importante que tenga conocimientos de especificaciones y normas, ya que debe tener el criterio para reconocer cuando un empalme se encuentra en malas condiciones, o si la varilla se encuentra corroída, así como reconocer si la

madera a utilizar como formaleta no es apta para esta función ya sea si se encuentra en mal estado o con fisuras.

El inspector debe verificar que se realice el debido procedimiento de colocación del concreto, vibrado, desencofrado, acabados y curado, para garantizar que cada una de las actividades fueron realizadas de forma correcta, además, es necesario que se encargue de verificar calidad de los materiales y equipos aportados por los proveedores, que se cumplan con características y especificaciones fijadas por el cliente y diseñador.

Igualmente, debe verificar que cada uno de los trabajadores cuenten con el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad de forma segura, así como observar la forma en que realizan las actividades e informar en caso que realicen prácticas inseguras, para evitar algún accidente.

En la construcción el inspector también debe llevar control de las pruebas de calidad, ya sea equipos, materiales o en actividades, de tal forma que se cumpla con lo establecido en las indicaciones, planos o especificaciones.

Así mismo, el encargado de la calidad debe llevar control de los residuos y desechos que se producen durante el proceso constructivo, debe verificar que antes de finalizar la actividad todos estos sean recogidos y aplicados un debido proceso.

## Generalidades del proyecto

El Proyecto Hidroeléctrico de Tacares se realiza bajo la forma de contratación "llave en mano", o sea las empresas entregan cada una de las secciones del este totalmente terminadas y funcionando de la forma que se menciona en el cartel de licitación y planos constructivos.

### Sub-obras del proyecto

El proyecto se puede dividir en seis sub-obras: sitio de toma y presa, canal de conducción, embalse, tubería de presión, casa de máquinas y tendido eléctrico.

Es importante recordar que este proyecto ya existía años atrás, por lo que se realiza su rehabilitación, en algunas obras como las tuberías de presión y equipos electromecánicos se debían desacoplar e instalar nuevos, También, el embalse se retiraron sedimentos acumulados en los años que la planta no estuvo en funcionamiento y además, se realizó una ampliación, el canal de conducción se debían hacer reparaciones de repellos solo en algunos tramos fue necesario reconstruirlo, casa de máquinas se demolieron algunas paredes, se extrajo el equipo viejo y se van a construir baños y una bodega, y los postes del tendido eléctrico deben ser instalados en su totalidad.

### **Sitio de toma**

Consiste en una presa vertedora de gravedad de concreto y cimentación sobre el lecho del río a una altura de 594 msnm. Las reparaciones consisten en la colocación de una piel de concreto de alta resistencia sobre la cresta de la presa existente. Como parte de las obras a rehabilitar, está en un muro existente hacia la margen izquierda del río Poás que cuenta actualmente con un “hueco” producido por los efectos erosivos del agua actuando en dicha margen durante largo tiempo. Las dimensiones de la presa de concreto de gravedad son: 3,5 m de altura, 2,5 m de ancho de base y un largo total de 22 m. Además, se cuenta con una descarga de fondo, que consiste de un canal y una compuerta deslizante de 3,98 m de ancho, la compuerta deberá reemplazarse, debiendo repararse el mecanismo de izaje, guías y demás accesorios necesarios para su adecuado funcionamiento. Asimismo, se debe dar la sustitución de la caseta de control existente, por una nueva. El concreto de los muros del canal de la descarga de fondo deberá repararse utilizando concreto en donde se presente deterioro.

Junto al canal de descarga de fondo, se ubica la toma de aguas, que consiste de una cámara con dimensiones de 6,0 m x 5,0 m y cuenta con dos compuertas. Una que sirve para la limpieza de la cámara y la otra compuerta dentro de la cámara es la que comunica con el sistema de conducción hacia el embalse, mismo que inicia con un túnel. La cortina de ambas compuertas de la cámara deberá ser reemplazada, debiendo repararse sus mecanismos de izaje, guías y

demás accesorios necesarios para su adecuado funcionamiento.

### **Canal de conducción**

De la cámara junto a la presa inicia la conducción hacia el embalse. Consiste principalmente en un canal que presenta varias secciones en su recorrido. Tiene un total de 4,800 m, que incluye dos túneles excavados en roca, sin recubrimiento, rectangulares de 2,3 x 2,10 m. La mayor parte es canal abierto trapezoidal de 1,80 m en el fondo y taludes 1 horizontal por 2 vertical, y en algunos tramos la sección es rectangular de 2,41 m de ancho y 1,62 m de alto.

Las reparaciones en el canal consisten en mejorar las paredes y base aplicando una capa de repellos, para eliminar grietas visibles. También, hay tramos en los que se derrumbaron las paredes del canal, por lo que estas deben ser reconstruidas.

### **Embalse**

El embalse tendrá una capacidad útil estimada de 55,000 m<sup>3</sup>, incluyendo el volumen regulable del canal y el nivel del agua variará entre los 586 msnm y los 588,9 msnm. Tendrá en la totalidad de su fondo y paredes internas un geotextil y una geomembrana, la primera se para evitar el desgaste de la geomembrana con la base de grava compactada y la segunda se utiliza para garantizar la impermeabilización del embalse. Para alcanzar dicho volumen se utilizará el embalse existente, con un área de 10286 m<sup>2</sup> y además se ampliará 10922 m<sup>2</sup>, para alcanzar el volumen necesario.

Entre las obras que se deben realizar además del movimiento de tierras, está la colocación de las membranas, de las cuales se deben realizar uniones, éstas se realizan cocidas, Para garantizar que la geomembrana va a ser capaz de soportar la presión se deben realizar pruebas a cada una de estas uniones, las cuales deben soportar al menos 30 psi, y en caso de que no alcancen esta presión se realiza de nuevo la unión y se comprueba la calidad de esta, para la realización de estas pruebas de presión se utiliza un manómetro, el cual, se introduce en la unión y se aplica la presión especificada, esta presión se mantiene en la unión durante cinco minutos y si el

manómetro no disminuye la presión entonces la unión si soportó y se considera como aceptable, en caso que haya una disminución en la presión, se debe verificar el lugar en que no se realizó la unión correctamente y volver a realizar la prueba con el manómetro hasta que todas las uniones sean capaz de soportar la presión especificada.

Además, se debe construir una rampa de concreto de acceso al canal, para que en caso de mantenimiento, pueda ingresar dentro del embalse un minicargador, esta tiene una longitud de 50 m de longitud y 4 m de ancho. También, para que las membranas se anclen de la forma correcta al talud, en la berma del este se debe construir una viga de concreto armado para los tramos en que se encuentra roca, mientras que para los tramos en que se encuentra suelo, se realiza una excavación en donde se colocan las membranas y luego se vuelve a rellenar y compactar el hueco.

Para desalojar las aguas pluviales provenientes del exterior del embalse, se planificó construir una cuneta alrededor de un tramo del embalse, la longitud de la cuneta es aproximadamente 450 m y se utiliza cuneta de concreto a media caña de 0,4 m, y para unir las entre si se utiliza mortero.

### **Tubería de presión**

A partir de la antecámara del embalse se inicia la tubería de presión, la cual se construirá totalmente nueva. Consiste de un tubo de acero estructural ASTM A-36 o de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cuyo espesor varía desde 7,9 mm hasta 9,5 mm, cuenta con aproximadamente 135 m de longitud y 2,1 m de diámetro. La tubería tiene una caída bruta de 82,55 m y debido a las pérdidas por fricción reduce a 80,87 m. La tubería está diseñada para una sobrepresión máxima del 30% sobre la carga estática por efecto del golpe de ariete.

El caudal utilizado para su diseño es de 9 m<sup>3</sup>/s. La tubería irá soldada, colocada sobre soportes y bloques de anclaje. Estos bloques estarán diseñados para soportar los esfuerzos producidos por las distintas fuerzas estáticas y dinámicas a las que está sujeta una tubería y contempla, además, los esfuerzos realizados por las dilataciones y contracciones de la tubería de acero, debidos a cambios de temperatura pues la tubería no tendrá juntas de expansión. Hacia el final de la tubería, se derivará individualmente el

agua para cada una de las tres turbinas a instalar mediante un trifurcador.

Como la tubería será soldada se debe verificar que las soldaduras sean realizadas de la forma que la norma lo permite, por lo que se deben realizar radiografías en los tramos que se realizan las soldaduras y realizar las respectivas comparaciones con establecido en el reglamento.

### **Casa de máquinas**

La casa de máquinas consiste en una estructura de concreto reforzado, en ella se encontrará el equipo electromecánico como generadores, turbinas y transformadores. El acceso a esta estructura consiste en aproximadamente 240 gradas, las cuales rehabilitadas y la colocación de las respectivas barandas. Además, entre las obras que se deben hacer en ella está la construcción de un bloque de concreto que envolverá la sección del codo y bifurcador, también, se debe agregar un baño sanitario y una bodega, así como realizar las respectivas demoliciones para la extracción del equipo viejo e incorporar los nuevos equipos.

### **Línea de transmisión**

La planta hidroeléctrica de Tacares se conecta a la Subestación Poás del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) por medio de una línea de transmisión con una longitud de 8,6 km, se colocarán 108 postes, en algunos tramos se van a utilizar estructuras metálicas debido a que se presentaban condiciones difíciles para transportar postes de concreto, por el peso de estos. En la línea de transmisión se deben tener muchas consideraciones, ya que la localización de ellos es esencial que se realice según lo indicado en planos, porque para cada uno se realizan cálculos de la tensión que van a ejercer y una modificación en la separación o en la colocación puede generar problemas importantes.

### **Análisis FODA**

El análisis FODA se utiliza para que a partir de las fortalezas, la organización pueda aprovechar las oportunidades, enfrentar las amenazas y superar las debilidades. Siendo este análisis una herramienta para obtener información que permita

tomar decisiones acertadas al trazar la trayectoria futura de las organizaciones.

### **Fortalezas**

Características y capacidades internas de la organización que le han permitido llegar al nivel actual de éxito, corresponde a ventajas sobre la competencia.

### **Debilidades**

Características y capacidades internas de la organización que no están en el punto requerido para contribuir al éxito y más bien provocan situaciones desfavorables. Al igual que las fortalezas, la organización tiene control sobre ellas y son relevantes.

### **Oportunidades**

Son aquellos factores externos a la organización que esta puede aprovechar para obtener ventajas competitivas. La organización no los controla y no dependen de esta, pero puede obtener ventajas.

### **Amenazas**

Son aquellas situaciones que presenta el entorno externo a la organización, que no puede controlar pero le pueden afectar desfavorablemente y en forma relevante.

# Metodología

La elaboración y utilización de un plan de gestión de calidad es fundamental para lograr un proyecto exitoso. Para llegar a esto, se realizaron múltiples visitas, se consultaron los planos y se realizaron entrevistas o preguntas a personas encargadas del proyecto o trabajadores.

## Herramientas de investigación

Se refieren a los documentos o formas en que se pudo llegar a obtener la información requerida, a continuación se detallan las herramientas que se utilizaron para la realización del presente documento.

### Herramientas de investigación documental

- Investigación bibliográfica: consiste en la consulta de libros, entrevistas y artículos correspondientes a la administración profesional de proyectos, en donde se describen herramientas y procesos para la elaboración del planeamiento de un proyecto.
- Plantillas: son herramientas elaboradas documentales que permiten de manera ordenada administrar el contenido requerido para la definición, control y seguimiento de aspectos fundamentales de la administración del proyecto.
- Internet: contiene valioso contenido sobre la administración profesional de proyectos, pero es importante verificar la fuente del mismo e investigar la confiabilidad de la página, para que la información aportada sea válida y correcta, entre los documentos que se utilizaron están

Proyectos Finales de Graduación de la página de la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI), así como el Project Management Institute (PMI) las normas American Concrete Institute (ACI) o American Society Testing and Materials (ASTM) que eran requeridas, así como conceptos o definiciones que se deseaban.

### Herramientas de Investigación en Campo

- Entrevistas: son recursos muy valiosos que permiten obtener de los involucrados claves del proyecto, ya sean procedimientos a seguir, o especificaciones y normas que se deben respetar para realizar algún tipo de actividad.
- Juicio de expertos: consiste en consultar a técnicos o personas especializadas en algún tema o área relacionados con el proyecto, lo cual es necesario para la toma de decisiones en cuanto al alcance, la duración de las actividades y la necesidad de recursos, de igual forma prácticas que son realizadas gracias a la experiencia acumulada.
- Benchmarking: proceso para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales.

# Fuentes de información

Corresponde a los lugares donde se encuentran los datos requeridos, que posteriormente se pueden convertir en información útil. Los datos son todos aquellos fundamentos o antecedentes que se requieren para llegar al conocimiento exacto de un objeto de estudio. Estos datos, se deben recopilar de las fuentes, tendrán que ser suficientes para poder sustentar y defender el documento.

Las fuentes pueden ser primarias o secundarias dependiendo del origen y la naturaleza que estas posean.

Las fuentes primarias toda aquella información oral o escrita que es recopilada directamente por el investigador a través de relatos o escritos transmitidos por los participantes en un suceso o acontecimiento.<sup>2</sup> Estas se refieren a los portadores originas que no han retransmitido documento la información de interés. Este tipo de información fue un aporte muy valioso para la realización del presente Plan de Gestión de Calidad. De ellas se utilizaron en este proyecto las siguientes:

- Líderes funcionales del proyecto, a través de entrevistas informales y durante las sesiones de trabajo del proyecto, o mediante reuniones, en donde se presentaban los problemas y contratiempos que ocurrían durante la realización de cada una de las actividades.
- Equipo de trabajo del proyecto: a través de entrevistas informales y durante las sesiones de trabajo del proyecto, en caso que se produjera alguna duda durante el proceso constructivo de cierta actividad, se consultó a los trabajadores o al encargado de realizar la actividad.

Durante la realización del presente plan se realizaron consultas, preguntas, entrevistas y reuniones a personas con experiencia, ya sean ingenieros, técnicos o trabajadores, con el fin de recopilar buenas prácticas, conocer

características de los materiales y funcionamiento de diferentes equipos, así como tener conocimientos básicos de otras ramas que se encuentran involucradas en proyectos hidroeléctricos. Las personas entrevistadas fueron las siguientes:

- Walter Muñoz Caravaca, Ingeniero Civil de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Andrés Zúñiga Garita, Ingeniero Civil, Gerente de Proyecto de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Edwin Baltodano Murillo, Ingeniero Civil de la empresa Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Marcela Rodríguez, Ingeniera en Salud Ocupacional de la empresa Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Fabio Solórzano, Maestro de Obras de la empresa Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Alberto Díaz, Maestro de Obras de la empresa Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Esteban Oviedo Murillo, Ingeniero en Construcción de la empresa Maquinaria, Construcciones y Materiales MACOMA S.A.
- Pedro Flores, Maestro de Obras de la empresa Maquinaria, Construcciones y Materiales MACOMA S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- Gustavo Lizano, Maestro de Obras de la empresa Maquinaria, Construcciones y Materiales MACOMA S.A. en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.
- David Mora Cascante, Técnico en la colocación de membranas de la empresa Durman.

- Yesenia Sáenz, Ingeniera de la empresa Instalaciones Eléctricas Sáenz INTESA S.A.
- Miguel Sáenz, Ingeniero, Gerente General de la empresa Instalaciones Eléctricas Sáenz INTESA S.A.
- Víctor Jiménez, Ingeniero Eléctrico de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.
- Héctor Vargas, Inspector en el área eléctrica de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.
- Ernesto Sánchez, Representante de operación y mantenimiento de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.
- Héctor Morales, Ingeniero Eléctrico de la empresa Electrín Ingeniería S.A.
- Fernando Rojas, Ingeniero Eléctrico de la empresa Electrín Ingeniería S.A.
- Jorge Morales, Director de Proyecto Consorcio Hidrotacares.
- Randall Mora, Ingeniero de la empresa iima S:A:

También, las fuentes secundarias de la información corresponden son textos basados en fuentes primarias e implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación. En este proyecto se utilizaron plan de gestión de proyectos similares en la ESPH S.A., tesis o proyectos de graduación relacionados con la gestión de calidad, documentos en Internet y documentos bibliográficos relacionados.

## Realización del Plan

El presente Plan de Gestión de Calidad se realizó gracias a diferentes programas, por ejemplo se utilizó el programa Microsoft Excel 2007, para el diseño de los formularios, procedimientos y listas de verificación, que se adjuntan en el plan de gestión de calidad, estas secciones fueron posibles gracias a criterios, normas de calidad y especificaciones fijadas por la ESPH, con lo cual se garantiza que el proyecto va a cumplir con las exigencias del cliente y va a resultar exitoso.

También, se utilizó el programa Microsoft Word 2007 para la realización del formato narrativo del plan y para los diagramas de flujo se empleó el programa Microsoft Visio 2010. A continuación se muestra una vista de cada una de estas herramientas.

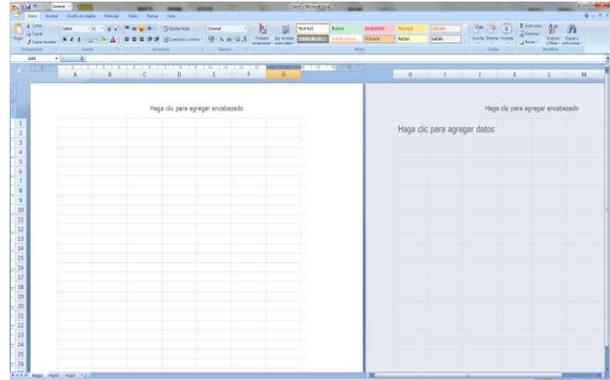


Figura 4. Vista del programa Microsoft Excel 2007.

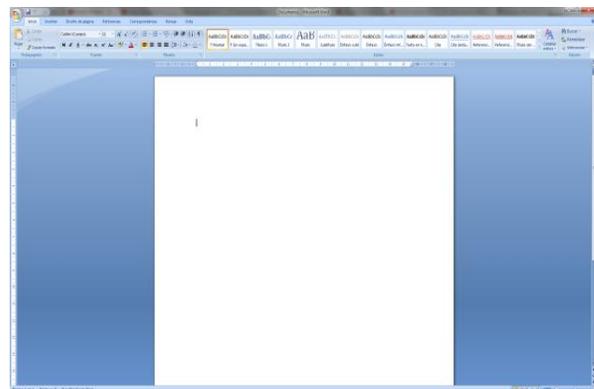


Figura 5. Vista del programa Microsoft Word 2007.

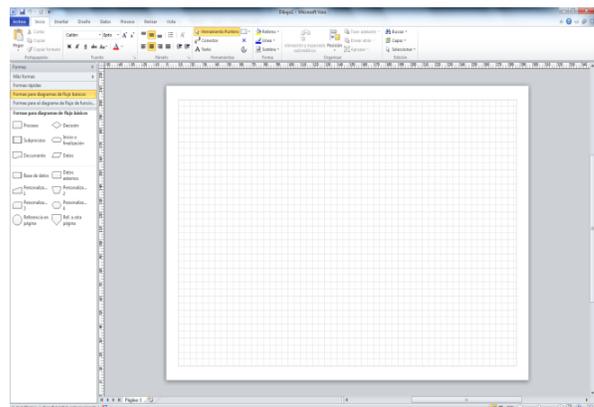


Figura 6. Vista del programa Microsoft Visio 2010.

# Estructura del plan

La estructura del Plan de Gestión de Calidad se elaboró utilizando aspectos y especificaciones de la norma ISO 9001-2008. Esta estructura fue:

## Alcance y aspectos generales

El alcance del plan de gestión se define en conjunto con la administración del proyecto y las empresas constructoras, en esta sección se establecen las normas y especificaciones que se seguirán durante la realización de cada una de las actividades, además, se definen términos o palabras que son necesarios de conocer, así como los objetivos del control de calidad dentro del proyecto constructivo.

## Información de la empresa

Corresponde a las características, función, misión, visión y servicios que presta la Empresa de Servicios Públicos de Heredia a la comunidad, además, se recopiló información de algunos proyectos hidroeléctricos que pertenecen a esta entidad.

## Sistema de documentación

El sistema de documentación fue establecido según la norma ISO 9001-2008. Se realizó una codificación para que de forma rápida y fácil, el encargado de realizar el control de calidad pueda hacer esta labor de la mejor manera posible, siguiendo los procedimientos para cada una de las actividades y utilizando los formularios, listas y herramientas que se adjuntan en el Apéndice 1.

## Sistema de comunicación

Se deben establecer las políticas para la comunicación interna y externa en el proyecto, para la construcción del proyecto hidroeléctrico se definió la realización de reuniones en las cuales se discuten inconformidades, imprevistos

o problemas que se han generado, de tal forma que se busca la solución de los mismo y evitar inconformidades entre las partes, y como forma de sellar cada uno de los acuerdos, se toman minutas de cada una de las reuniones en las que, cada uno de los presentes firma los acuerdos tomados, para evitar problemas y malos entendidos, además se define como medios de comunicación escrito el correo electrónico, cartas y notas.

En caso que se produzca un mal entendido o inconformidad entre las empresas constructoras, se informa a la administración y se citan los involucrados para llegar a un acuerdo y si es de este se realiza vista de campo para corroborar o verificar el problema que se presenta. Con respecto a la comunicación interna, se realizan reuniones para informar a cada uno de los involucrados del proyecto, en donde se informan aspectos como avance de obra o problemas que se generan.

## Responsables de la organización

Para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad en cada proyecto, debe haber una persona con los conocimientos en las especificaciones, normas y códigos, quien verifique lo establecido en planos. Esta persona ya sea el Ingeniero Residente o Supervisor de Calidad debe estar presente durante el proceso constructivo de las actividades más importantes, y en caso de observar que los trabajadores no utilizan buenas prácticas constructivas, debe de tomar las medidas necesarias, de tal forma que si no se sigue lo estipulado en planos constructivos no se acepta el producto hasta que se realicen las debidas correcciones.

Además, se debe designar una persona para que se encargue de realizar el debido procedimiento para la recepción de materiales y equipos al proyecto, de tal forma que realiza el debido procedimiento para esta actividad.

## Control e inspección de materiales y equipos

El recibimiento y la entrega de materiales o equipos conlleva todo un proceso que necesita ser debidamente planeado, para evitar cualquier

tipo de errores, ya que debe haber una persona encargada de verificar factores como calidad, cantidad y estado, por ello es muy importante que se designe una persona con los conocimientos apropiados, para que tenga el criterio requerido para rechazar o aprobar este proceso.

Una herramienta para realizar el respectivo control, es utilizar una lista de verificación, la cual especifique cuales materiales o equipos serán recibidos, así como sus cantidades.

El encargado de esta labor debe de conocer las características y especificaciones, además, que verifique el correcto funcionamiento, y en caso de encontrar alguna anomalía no aprobar el material, hasta que se entregue lo requerida con la mejor calidad.

## Control y aseguramiento de la calidad

Se definen las normas y especificaciones de calidad que se seguirán en el proyecto, para garantizar la confianza y certeza que hay antes que validan la calidad que se va a seguir en el proyecto, además, se planifican las pruebas que se deben realizar tanto a materiales, equipos y productos, ya sea en campo o en sitio. También, se elaboran listas de control de calidad para verificar y supervisar el proceso constructivo de cada una de las actividades, estas son herramientas prácticas para que el inspector lleve el debido control de los resultados aportados, y en caso que se produzca algún problema se demuestre el cumplimiento de lo estipulado según planos constructivos.

## Relaciones humanas

El tema de las relaciones humanas es de vital importancia, ya que en todo proyecto se debe convivir con personas, ya sea de forma interna como externa al proyecto, los cuales pueden causar atrasos, calidades deficientes, paralización del proyecto y diferentes conflictos, por esto es muy importante que haya una persona capacitada, para que se encarga de solucionar los problemas mediante la comunicación, de tal forma que ambas partes

puedan solucionar las diferencias de la mejor forma.

Un problema muy común en proyectos hidroeléctricos es que los vecinos se quejen o resulten problemáticos, es por ello que la mejor forma de solucionar futuros problemas es por medio de la negociación y por las vías de la comunicación, ya que estos pueden hacer todo lo posible para paralizar los trabajos.

Entre las relaciones humanas, también, se involucra el trato a los trabajadores del proyecto, ya que la forma en la cual estos son tratados se refleja en la forma en que realizan sus labores y tareas. Además, se incluye la relación con proveedores y administradores de las empresas constructoras, de igual forma también se debe incluir a los trabajadores del ICE, ya que ellos cuentan con experiencia en proyectos hidroeléctricos. Cabe resaltar que ellos son los encargados de distribuir la electricidad a la mayor parte de zonas del país.

## Compromiso ambiental

Para cumplir con sus Políticas de Calidad y Ambiente, la ESPH en cada proyecto ha iniciado esfuerzos importantes para identificar y evaluar sus impactos ambientales, al tiempo que desarrolla programas de mitigación y prevención.

Desde el año 2006, la empresa ha estado trabajando en la aplicación de la Norma ISO 14.000, identificando el impacto ambiental que generan todas las actividades. Para esto se establecieron controles sobre el manejo y el tratamiento final que están debidamente controlados y documentados por la Unidad de Gestión Ambiental.

## Recursos humanos

Con el fin de garantizar la calidad, a las empresas constructoras se les exige que sus trabajadores tengan un cierto grado de experiencia, así como es necesario que estos sean instruidos con las especificaciones y normas que se deben seguir, además de la forma correcta en que se debe realizar el proceso constructivo. También, es muy importante divulgar las medidas de seguridad que los individuos deben acatar y la importancia de la

utilización de equipo personal de seguridad, para evitar y prevenir accidentes o enfermedades.

## Salud ocupacional

El seguimiento de las normas de seguridad es una herramienta clave para disminuir los accidentes y el grado de severidad de los mismos, por ello es necesario que en el proyecto haya una persona con los conocimientos necesarios y que verifique la respectiva utilización del equipo de seguridad, así como realizar las observaciones a los trabajadores si realizan imprudencias que pueden poner sus vidas en algún riesgo. Además, es muy importante contar con una ambulancia y el equipo necesario para atender una emergencia, los cuales son muy útiles si ocurre un accidente, ya sea leve o grave.

## Documentos de control

Para realizar los procedimientos, formularios, instructivos, lista de control de calidad y demás herramientas, se siguieron las especificaciones y diferentes códigos y normas. Además, se recopilaron aspectos aprendidos durante la Práctica Profesional en la Rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares, de igual forma se realizaron entrevistas y preguntas a personas con experiencia para aclarar dudas o procedimientos constructivos.

# Resultados

El Plan de Gestión de Calidad se encuentra en el Apéndice 1, del presente proyecto, en él se encuentra la documentación, estructura, pasos y especificaciones a seguir, para realizar el control de la calidad, para la rehabilitación de un proyecto hidroeléctrico, además, se adjuntan algunas herramientas para llevar el control de las pruebas de calidad brindadas por los laboratorios o las hechas en sitio.

## Estructura del plan

A continuación se describe la estructura del plan de gestión de calidad, el cual se elaboró utilizando especificaciones de la norma ISO 9001.2008.

### Sección 1. Alcance y aspectos generales.

Se delimitan las condiciones en las cuales el presente plan puede ser utilizado, ya sea para rehabilitaciones de proyectos hidroeléctricos pero también puede utilizarse para cualquier tipo de trabajo que involucre alguna de las actividades que se mencionan, además, se definen los objetivos del Plan de Gestión de Calidad. También, en esta sección se nombran las normas, códigos y documentos con los que se realizó la estrategia y se definen algunos conceptos y abreviaturas utilizadas. La ESPH S.A. sigue los procedimientos y normas según CSCR, ACI, ASTM, entre otras; de tal forma que garantice que se realizan los procedimientos correctos para cada acción.

### Sección 2. Información de la empresa.

En esta sección se introduce la función y características de la ESPH S.A, además se menciona la misión y visión de esta empresa, así como algunos de los proyectos hidroeléctricos pertenecientes o que se encuentran en etapa de planificación o en estudios de factibilidad. De tal forma de conocer un poco acerca de la ESPH S.A. y sus funciones y objetivos.

### Sección 3. Sistema de Documentación.

Según el sistema de codificación que se utilizó en el Plan de gestión de calidad, se designó para las secciones de procedimientos con la letra "P", mientras que para los formularios la "F", para las listas de control de calidad la "L" y para las herramientas para el control de la calidad la "H". Con esto se espera brindarles facilidad y orden a los usuarios de este documento, además en el apartado de procedimientos se realizaron diagramas con los pasos requeridos para realizar las principales actividades de la mejor manera, en estos se utilizan los códigos anteriormente mencionados, entrelazando cada una de las partes del plan.

En la rehabilitación de la planta Tacares se lleva un sistema de control en donde, se documenta cada uno de los resultados obtenidos de las pruebas que se realizan a las actividades que lo requieren o que se especifican en el contrato con las empresas constructoras involucradas, además, se verifica que estos resultados garanticen que se realiza el proceso constructivo según lo acordado en planos de este tipo, además, se deben cumplir ciertas características y especificaciones; en caso de no ser así, se corrobora que se tomen medidas para

lograr cumplir con esto y respetar los requerimientos fijados según diseño.

Además, se lleva el control de los materiales y equipos que ingresan y salen al proyecto, de tal forma que se respalde el procedimiento que se siguió para estas actividades y tener como prueba en caso de que ocurra algún problema, ya sea de calidad, cantidad o de incumplimiento de las normas o especificaciones fijadas por el diseñador.

## Sección 4. Sistema de comunicación.

Se definen los mecanismos y formas en que se manejará la comunicación, en el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares se realizan reuniones los martes de cada semana con los encargados de las empresas INTESA, luego se realiza otra con Proyectos y Construcciones BC y Asociados, Electrín e iima S.A. Mientras que los miércoles se lleva a cabo una sesión con la empresa MACOMA; si es del caso se programa otra reunión o visitas al campo para discutir temas importantes, además se toma la minuta y así quedan por escrito los acuerdos tomados. También, se utiliza como medio de comunicación escrito correos electrónicos o cartas.

Sumado a esto, los encargados por parte de la ESPH S.A. realizan reuniones cada 2 semanas para discutir temas de costos, imprevistos, problemas y avance de obra, para que todos los involucrados en la administración interna del proyectos se encuentre informados y entre todos resolver problemas de la mejor manera.

Un problema relacionado con la comunicación, es que la empresa encargada de aportar el equipo electromecánico es la empresa STE, con la cual se han realizado varias reuniones con los encargados, pero estos no dominan el idioma español completamente, por lo que en ocasiones no entienden algunas palabras, las cuales en el momento se explicaba a que correspondían, pero no se contaba con un traductor, el cual es esencial para que el idioma no fuera una barrera para la debida negociación entre las partes.

## Sección 5. Responsables de la organización.

En la planta Tacares, no hay una persona designada para verificar el cumplimiento de las normas y especificaciones de calidad, solo el Ingeniero Residente del proyecto, pero este no supervisa el proceso constructivo durante la totalidad de las principales actividades, además, no realiza las verificaciones de los planos constructivos de forma periódica, y no inspecciona el ingreso de materiales y equipos al proyecto, la persona encargada de la recepción de materiales y equipos a las bodegas de la ESPH S.A. es la secretaria, quien no cuenta con la experiencia en esta labor.

## Sección 6. Control e inspección de materiales y equipos.

Para el proceso de recepción de materiales y equipos se debe designar a una persona que cuente con los conocimientos de los insumos aportados por los proveedores, para que este tenga el criterio para rechazar o aceptarlos según sus saberes. En el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares, la persona encargada del proceso de recepción de materiales y equipos no cuenta con los conocimientos respectivos, además, que desconoce de los criterios de aceptación de ellos, aunque el ICE realiza una verificación de estos pero no se realiza en el momento que el proveedor realiza la actividad de descarga en las bodegas de la ESPH S.A. en el proyecto, lo cual puede generar algún tipo de problemas o conflicto si se presenta alguna anomalía

Por una parte, es importante que a cada material se le verifique que cuente con las especificaciones y características requeridas, además, se necesario corroborar que cada uno es aportado según el pedido realizado. Por otra parte a los equipos brindados se les debe hacer pruebas de que funcionan correctamente y que no presentan algún tipo de daño, que pueda afectar su correcto funcionamiento.

## Sección 7. Control y aseguramiento de la calidad.

En la rehabilitación Proyecto Hidroeléctrico de Tacares el proceso de control y aseguramiento de la calidad es ineficiente, ya que no se utiliza ningún tipo de listas de verificación y en pocas ocasiones se encuentra una persona inspeccionando el trabajo realizado, además se cuenta como poco personal, lo que hace imposible que haya un sujeto designado durante todo el proceso constructiva de las actividades.

Con respecto a las pruebas de calidad ya sea en sitio como por laboratorios, son debidamente realizadas y analizadas, para definir si es necesario aplicar acciones correctivas a alguna actividad o productos, los informes provistos son debidamente acomodadas y así llevar el control de ellos.

## Sección 8. Relaciones humanas.

En la planta Tacares se presentaron una serie de problemas con los vecinos de la calle que atraviesa la línea de transmisión, pues estos tenían percepciones erróneas de los problemas que esta generaría, además, se mostraban disconformes con la forma en la cual el ICE realiza el proceso de derrame, ya que los trabajadores no realizaban la debida limpieza después de esta actividad. Además, otros se oponían ya que el lugar definido para la colocación de los postes les podrá causar problemas a futuro; por lo que se tuvieron que hacer reuniones y negociaciones con los representantes de esta comunidad, de tal forma que se les informó las características del proyecto, y se aclararon algunas ideas erróneas que tenían, como es el caso, en donde se pensaba que la estructura iba a producir enfermedades y serios problemas en la salud.

## Sección 9. Compromiso ambiente.

Para garantizar que se siguen las políticas y normas de calidad, se realizan visitas cada 15 días por parte del Regente Ambiental, el cual brinda recomendaciones y medidas para mitigar el impacto ambiental. Este se encarga de llevar

control de la tala de árboles, así como aspectos de manejo de desechos y de verificar que cuando se finaliza una actividad se recojan todos los desechos producidos. Además, corrobora que se respeten ciertas distancias, debido a la cercanía con nacientes de agua y cuencas. Cumplir con el compromiso ambiental de la ESPH S.A. es una labor que debe ser debidamente supervisada, ya que muchas veces los trabajadores lo desconocen y no prestan cuidado en los trabajos realizados, pues estos pueden causar graves daños al ambiente.

## Sección 10. Recursos humanos.

Todos los trabajadores que laboran en la rehabilitación de la planta son contratados por empresas constructoras, escogidas mediante un proceso de licitación, los cuales en algunos casos no cuentan con experiencias o características necesarias para realizar algunas actividades, aunque la empresa exige esto, nadie se encarga de realizar la verificación de requisitos. Además, en el caso de la empresa MACOMA se podía notar la falta de experiencia en actividades no relacionadas con el movimiento de tierras. Pero en caso de las otras empresas el personal si se podía observar que contaban con la práctica en proyectos de esta índole. En la empresa Proyectos y Construcciones BC y Asociados, para el proceso de contratación de personal nuevo, realizan una serie de charlas e instructivos, ya sea de prácticas constructivas, como normas y especificaciones, y aspectos de seguridad laboral, para que el proceso de iniciación no se tan difícil y los sujetos posean los conocimientos indispensables en el área de la construcción.

## Sección 11. Salud ocupacional.

La intensión de la ESPH S.A. es que cada empresa cuente con una persona con los conocimientos necesarios para garantizar y verificar el respeto a las normas de seguridad, así como de la correcta utilización del equipo personal de seguridad, pero en el proyecto la empresa MACOMA no contaba con un encargado para esta labor y en muchas ocasiones los trabajadores no estaban utilizando la

instrumentaría necesaria para protegerse, por lo cual se les hacían las respectivas observaciones. También, en los trabajadores de Proyectos y Construcciones BC y Asociados se observó que estaban realizando la demolición de una estructura y no utilizaban el debido equipo, como orejeras y mascarillas, lo cual fue notificado al encargado de seguridad de esta empresa.

A finales del 2011, en este proyecto ocurrió un accidente cuando dos trabajadores cayeron al cauce del Río Poás, mientras removían una compuerta en la presa y sitio de toma, debido a que no tenían el arnés debidamente anclado, lo cual dejó como enseñanza a los trabajadores la importancia de utilizar el equipo de seguridad de la forma correcta y los riesgos a los que se encuentran expuestos.

Además, este proyecto se encuentra en una zona donde la aparición de serpientes es constante, por ello los trabajadores tiene que estar alerta en todo momento, pues es importante considerar el tipo de animales que pueden encontrarse, ya sean avispas, coyotes, insectos, entre otros, los cuales pueden llegar a causar la muerte a una persona.

El encargado de la seguridad debe verificar también el estado de los andamios, ya que en muchas ocasiones los trabajadores desconocen de los peligros que se exponen en los trabajos en altura, pues los construyen propensos a fallar o en malas condiciones, y pueden causar la caída de personas.

Otro aspecto que se debe considerar es tener un plan en caso de algún desastre natural, ya sea tormenta con rayería, temblores, aumento considerable del caudal del río y demás evento que pueda suceder, ya que estos son inesperados y si no se cuenta con un procedimiento para actuar en este tipo de emergencias, puede ser que si alguien resulte herido y se desconozca como actuar o pueda generar pánico y desorden en los trabajadores.

## Sección 12. Documentos de control.

Con las experiencias aprendidas durante la Práctica Profesional y demás conocimientos, se realizaron una serie de documentos para realizar el control de la calidad en la rehabilitación de proyectos hidroeléctricos, entre estos se

encuentran procedimientos, formularios, instructivos, listas de control de calidad y herramientas para el control de la calidad, si se siguen de la forma descrita se podrá garantizar el cumplimiento con las especificaciones y normas, además se podrá llevar el control de los resultados obtenidos de las pruebas en laboratorio como en sitio.

En el proyecto no se utiliza ningún tipo de herramientas para realizar el aseguramiento y control de la calidad, solo a las pruebas de calidad llevaban eran debidamente acomodadas y ordenadas en un portafolio, pero es importante hacer el debido procedimiento para garantizar el debido cumplimiento con el diseño.

## Disconformidades

Durante la realización de la práctica profesional se encontraron una serie de problemas, los cuales deben resolverse para lograr mejorar aspectos como proceso constructivo, comunicación y supervisión de calidad, a continuación se mencionan algunas disconformidades:

Tabla 1. Soluciones de algunas de las disconformidades encontradas en la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.

Disconformidad	Solución
Falta de personal encargado en la supervisión de calidad por parte de la ESPH.	Contratar personal para que verifique el procedimiento constructivo de cada actividad.
Falta de planificación de la forma en que se va a realizar una actividad.	Antes de la realización de cada actividad los involucrados deben conocer el procedimiento que se va a seguir.
Algunos trabajadores no utilizaban el equipo de seguridad requerido o lo utilizaban de forma inapropiada.	Contratar a un encargado de seguridad, para que incentive e informe la importancia de la utilización de estos.

<b>Disconformidad</b>	<b>Solución</b>
Falta de planificación de la forma de operación de la planta.	Antes del inicio de construcción del proyecto se debe tener totalmente claro el diseño de este.
Problemas de comunicación entre encargados del proyecto y trabajadores.	Mejorar los medios de comunicación entre cada una de las jerarquías del proyecto.
Falta de información en planos constructivos y cartel de licitación.	Corroborar que todo el material brindado al contratista cuenta con las especificaciones y detalles necesarios.
Problemas de negociación con vecinos y personas externas al proyecto, que puedan ocasionar contratiempos.	Considerar el factor humano y saber llevar buena comunicación con personas externas al proyecto, para solucionar problemas y llegar a acuerdos.
Errores en el cálculo del presupuesto del proyecto, ya que no se consideró el porcentaje apropiado para imprevistos.	Considerar entre 6% y 10% del costo total del proyecto en caso de imprevistos, para no pasar dificultades económicas.
No se realiza la respectiva visita antes de la inspección, por lo que en muchas ocasiones se han encontrado disconformidades por parte del cliente.	Se debe realizar una visita por parte del encargado del proyecto, para verificar que se cumple con los acabados deseados, para evitar reinspecciones del cliente.

<b>Disconformidad</b>	<b>Solución</b>
Falta de experiencia de los trabajadores.	Verificar si los trabajadores cuentan con experiencia de proyectos similares, o si cuentan con los conocimientos requeridos. Además que se sigan los procedimientos fijados en el presente Plan de gestión de calidad.
Problemas de comunicación entre los encargados de diferentes empresas constructoras.	Corroborar que los encargados de diferentes empresas planificaron correctamente el sitio en que se van a ubicar para trabajar, para evitar problemas de espacio de trabajo.
No se sigue lo estipulado en planos, por lo que se realizan reprocesos.	Antes de la realización de cada actividad se deben revisar los planos constructivos.
El encargado de recibir los materiales y equipos por parte del proveedor es la secretaria del ingeniero del proyecto, la cual no cuenta con los conocimientos y experiencia para realizar esta labor.	Debe seguirse el respectivo procedimiento fijado en el presente Plan de Gestión de Calidad.

## Análisis FODA

Es muy importante realizar el estudio FODA del proyecto, en donde se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), esta es una herramienta en la administración de proyectos, muy útil para prever problemas a futuro, así como aprovechar algunas ventajas que

se cuentan en el proyecto y analizar algunas de las desventajas que se presentan, pero buscar la forma de contrarrestarlas de la mejor manera.

### **Fortalezas**

- El Encargado del Proyecto es un Ingeniero Civil, con amplia experiencia en la administración de proyectos.
- El personal encargado en el movimiento de tierras contaba con suficiente experiencia, además se obtuvo un equipo de buena calidad.
- La ESPH cuenta con personal en el ámbito eléctrico, para ayudar al encargado, en los aspectos relacionados a esta área.
- Se cuenta con un registro de las variaciones del caudal del Río Poás, de forma mensual durante muchos años, lo que da confianza que se va a contar con la cantidad de agua requerida.
- Se trabaja en la rehabilitación de un proyecto que ya estuvo en funcionamiento, por lo que se pueden considerar problemas ocurridos en el pasado y tomarlos como lecciones, para mejorar las condiciones pasadas.

### **Oportunidades**

- El Banco Popular se encarga de financiar económicamente a la ESPH S.A. en un porcentaje importante del costo total de la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.

### **Debilidades**

- La ESPH no cuenta con mucha experiencia en la construcción y diseño de proyectos hidroeléctricos.
- No se cuenta con la totalidad del capital del proyecto y no se destinó el porcentaje debido para este rubro, que es de vital importancia.
- Falta de personal administrativo y de inspección de calidad.
- Falta de maquinaria, equipo, personal y recursos para realizar el

proyecto, sin la necesidad de subcontratos.

- Exceso de trámites y burocracia, dentro de la empresa, lo que provoca atrasos en el proyecto.
- Personas externas al proyecto se oponían a la construcción del mismo, debido a problemas de comunicación y falta de experiencia de sobrellevar estas situaciones.
- La zona cuenta con gran cantidad de culebras, por lo que se deben contemplar las medidas de seguridad necesarias.

### **Amenazas**

- Personas que se encontraban en contra de la instalación de la línea de transmisión, ya que podían paralizar el proyecto.

## **Fuentes de Información**

Para la recopilación de la información se utilizaron fuentes primarias y secundarias de información, las cuales fueron esenciales para la realización de este documento. Con respecto a las primeras, se realizaron entrevistas a líderes funcionales del proyecto, además, se realizaron visitas al campo y se preguntaba al equipo de trabajo o al encargado de la actividad alguna duda que surgiera en el momento.

Con respecto a las fuentes secundarias de información se utilizaron tesis o proyectos de graduación relacionados con la gestión de calidad, documentos en Internet, así como el Plan de Gestión de Calidad de la ESPH e información del cartel de licitación para la Rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares.

En la sección de Apéndice 2 se muestran las tablas que se realizaron, en donde se designa la persona de quien se aprendió acerca de un tema en específico, ya sea relacionado con obra civil, eléctrica, mecánica o electromecánica, este aprendizaje se realizó ya sea durante las reuniones, mediante entrevistas, visitas en campo o documentos.

# Análisis de Resultados

Para el desarrollo del presente Plan de Gestión de Calidad se siguió una estructura dividida en secciones, la cual se espera que se oriente a la mejora continua en cada uno de los procesos constructivos y que sea útil para realizar el control y supervisión de la calidad, aplicada a la rehabilitación de proyectos hidroeléctricos, con el fin de alcanzar las expectativas del cliente y realizar un proyecto exitoso.

## Estructura del plan

La estructura del plan se elaboró utilizando especificaciones de la norma ISO 9001.2008. Además, se orienta hacia la mejora continua, retroalimentación y lecciones aprendidas. Todo esto estructurado en el plan de gestión de calidad de la siguiente forma:

### Sección 1. Alcance y aspectos generales.

El Plan de Gestión de Calidad puede ser utilizado para cualquier tipo de obra civil que incluya alguna de las actividades, que en este se involucran o para la rehabilitación de otros proyectos hidroeléctricos propiedad de la ESPH S.A. El fin de él es controlar que en cada una de las actividades y se verifica el seguimiento de las normas de calidad que forman parte de las políticas de la empresa y así cumplir con la misión y visión de ella, logrando superar en lo posible las expectativas del clientes.

La utilización y seguimiento de un plan de gestión de calidad conlleva una serie de ventajas, tanto para la empresa como para los clientes, ya que libra a ambos de la aportación de calidades deficientes en los productos brindados, además con el plan se espera cumplir con los siguientes objetivos:

- Corroborar que los materiales y equipos aportados por los proveedores cumplan con las especificaciones y normas fijadas en el diseño, además conocer si se encuentran en buen estado y corresponden a las cantidades pedidas.
- Planificar las normas y especificaciones de calidad que se van a seguir, durante la ejecución de cada una de las actividades.
- Realizar el debido control de la calidad, de tal forma que se siga lo estipulado en los planos constructivos.
- Controlar y verificar el debido cumplimiento de las normas y políticas de seguridad, para evitar accidentes que puedan ser previstos o disminuir el grado de severidad de ellos.
- Garantizar el cumplimiento de las normas y políticas ambientales, a las que la ESPH S.A. se compromete

Entre las etapas preliminares al inicio de construcciones del proyecto es necesario definir las normas y reglamentos que se van a cumplir, además de los mecanismos en que se realizará la corroboración del debido seguimiento de ellas. En la planta Tacaes se siguen una serie de códigos y documentos tanto nacionales como internacionales, entre ellos el Código Sísmico de Costa Rica, Código de Cimentaciones, ACI, ASTM, NEC, ASME, Normas Técnicas de Prevención de Accidentes, los cuales mediante estudios, investigaciones y demás formas, han podido establecer los procedimientos o estándares que garantizan calidad, seguridad y confianza a quienes respetan sus lineamientos.

## Sección 2. Información de la empresa.

La Empresa de Servicios Público de Heredia es una sociedad anónima de interés público que presta los servicios de distribución de agua potable, alcantarillado sanitario, alumbrado público y distribución de energía eléctrica a los cantones de Heredia, San Isidro y San Rafael. Cuenta con varios proyectos hidroeléctricos ya sea que se encuentran actualmente operando o en construcción, además, está realizando estudios de factibilidad y viabilidad para rehabilitar otras plantas, de tal forma que se disminuya la cantidad de electricidad comprada al ICE.

La ESPH S.A. cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad, el cual se fundamenta en el cumplimiento de los requisitos de las normas INTEISO 9001:2008, INTE-ISO 14001:2004 e INTE-OHSAS 18001:2009, además comprende los ocho principios de gestión, los cuales son:

1. Enfoque al cliente.
2. Liderazgo.
3. Participación del personal.
4. Enfoque basado en procesos.
5. Enfoque de sistema para la gestión.
6. Mejora continua.
7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

Con los cuales se desea cumplir con los estándares de calidad de la empresa, lograr superar las expectativas del cliente y brindar un servicio de buena calidad a cada uno de estos, utilizando las técnicas y procedimientos adecuados para cada actividad.

## Sección 3. Sistema de documentación.

El plan realizado cuenta con una serie de herramientas, las cuales facilitan en gran parte el proceso de documentación y control de la calidad, ya que en él se menciona el procedimiento a seguir en cada una de las

actividades que involucra la rehabilitación de un proyecto hidroeléctrico.

Es importante mencionar que en la rehabilitación del Proyecto Hidroeléctrico de Tacares no se realizaba el debido control de la calidad, ya que no se utiliza ningún tipo de documentación para corroborar el cumplimiento de las normas establecidas, generalmente solo se toman algunas fotos del proceso constructivo. En el caso de las pruebas de calidad eran ordenadas en un portafolio y si se le daba el respectivo seguimiento, de igual manera que las minutas tomadas en las reuniones con las empresas involucradas; pero es muy importante vigilar todos los aspectos que implica la gestión de calidad, desde revisión de planos, proceso constructivo y recepción de materiales y equipos, ya que esta es la única forma de corroborar que el proyecto cuenta con las calidades deseadas y especificadas, además de cumplir con el objetivo principal de la empresa, el cual es satisfacer las exigencias y expectativas del cliente.

## Sección 4. Sistema de comunicación.

La comunicación es la base para resolver cualquier tipo de problema generado. Esta ha sido muy útil para lograr solucionar los conflictos o discrepancias con cada una de las empresas que laboran en el proyecto. Sin embargo, se dejó de informar a los vecinos del pueblo, en donde se colocó la línea de transmisión, del alcance y características del proyecto, lo cual produjo grandes problemas por el desconocimiento de ellos, entre algunos de los inconvenientes que se presentaron, está el relleno de las excavaciones, previamente realizadas para colocar los postes, por parte de un sujeto de la zona, por lo cual los trabajadores tuvieron que rehacer dicha labor, generando un sobrecosto a la empresa encargada. Gracias a la comunicación se realizaron algunas reuniones con los representantes de la comunidad en las cuales estos expusieron sus disconformidades y dudas del proyecto, de tal forma que la mayoría de los vecinos cambiaron su postura y aceptaron la realización de los trabajos. Además, debido al arreglo con los allegados de la comunidad, se evitaron una serie de problemas legales, que hubieran producido mayores atrasos según el

cronograma de actividades o hasta la paralización del proyecto, así como un aumento en el costo total de este.

Por tanto, el uso de la comunicación puede librar a la empresa de muchos problemas, ya sea entre vecinos, proveedores de materiales o equipos y administradores o trabajadores de las diferentes empresas que laboran en el lugar, de tal forma que se busque la solución de la mejor manera para cada uno de los involucrados.

El sistema de comunicación debe ser debidamente planeado, para definir los mecanismos que se van a utilizar, las reuniones entre los administradores del proyecto y de la empresa constructora son muy importante, ya que se discuten todo tiempo de problemas e imprevistos que se han encontrado, además se informa el avance de obra y las fechas en que se realizarán las actividades principales en el proyecto.

## Sección 5. Responsables de la organización.

Es importante que haya una persona que verifique el correcto cumplimiento de los diferentes aspectos de calidad, en el sitio que se realizó la práctica se corroboró que solo se contaba con una persona, el Ingeniero Residente, pero este no contaba con el tiempo para estar presente durante la realización de la totalidad de las actividades, por ello es muy importante que se designe un mayor número de personal, que esté presente durante todo el proceso constructivo de las principales actividades del proyecto. Además, es importante que haya una persona encargada de la parte eléctrica y electromecánica, de tal forma que verifique lo relacionado con la línea de transmisión, instalación de transformadores, generadores, turbinas, sistema de calefacción y demás equipo en esta área.

## Sección 6. Control e inspección de materiales y equipos.

En el Proyecto Hidroeléctrico de Tacares es muy importante designar a una persona con conocimientos eléctricos y mecánicos, para realizar los materiales brindados por el

proveedor, de tal forma que esta persona verifique que todos cumplen con las especificaciones acordadas, así como que éstos se encuentran en buen estado, y en caso de que esto no se cumpla realizar el debido proceso de rechazo.

De igual forma, es necesario seguir un sistema de documentación en el cual se definan las características y condiciones que se encuentra el equipo que ingresa a la bodega y también se debe establecer una documentación para los instrumentos, que por alguna razón, son rechazados.

## Sección 7. Control y aseguramiento de la calidad.

La forma de realizar el aseguramiento de la calidad es mediante las pruebas, ya sea en sitio o en laboratorio, las cuales deben ser comparadas con las especificaciones fijadas por la norma, para que en caso de no ser cumplidas, se realicen arreglos o demoliciones, con el fin de respetar el reglamento.

Entre algunas pruebas que se deben realizar están pruebas a compresión de muestras de concreto, tomadas en el momento en que se realiza la chorrea, las cuales son falladas a 7, 14 y 28 días de tal forma que las resistencias brindadas por el laboratorio cumplan con los criterios de aceptación ACI 318.08, Artículo 5.6.3.3, el cual estipula que:

- ✓ El promedio de tres ensayos es igual o superior a  $f'c$ .
- ✓ Ningún promedio de dos cilindros es menor que  $f'c$  por más de  $35,7\text{Kg/cm}^2$

Si lo mencionado en este artículo no se cumple se deben realizar pruebas no destructivas en el elemento colado, ya sea extraer núcleos de la estructura y volver a realizar ensayos a compresión, si estos tampoco resultan aceptables, se debe realizar la demolición de la totalidad del elemento.

Con respecto a las pruebas de compactación del terreno, se realizan pruebas próctor estándar y próctor modificado, de tal forma que los resultados obtenidos de estas, cumplan con lo contemplado en el diseño y si no es el caso, se deben volver a efectuar los

trabajos mencionados, hasta lograr satisfacer los criterios de aceptación.

También, para las soldaduras realizadas en la tubería a presión, se debe verificar el cumplimiento de lo establecido en el Código ASME (American Society of Mechanical Engineers), Sección VIII, División 1, Sub Sección B, parte pruebas e inspección, el cual permite realizar la aceptación o rechazo de las soldaduras realizadas o si es necesario realizar correcciones. Para lograr conocer el estado de ellas se realizaron radiografías, en las cuales se evalúan defectos como falta de fusión, fisuras o clúster de poros, este último corresponde a una conglomeración de poros, en donde esta norma considera aceptable un clúster una longitud máxima de 25mm.

## Sección 8. Relaciones humanas.

Para solucionar los problemas presentados por parte de los vecinos, se debieron aplicar diferentes mecanismos de resolución de problemas. Primeramente, se realizaron reuniones con representantes del pueblo en conflicto para aclarar e informar los trabajos que se iban a realizar, así como explicar que la línea de transmisión no ocasionaría problemas de salud a las personas, además, se realizaron visitas al lugar en que se colocarían los postes para negociar un lugar, en donde estos no afectarían a los dueños de las propiedad. También, se acordó realizar los trabajos de recolección de las ramas el mismo día que se cortaban, para no dificultar el paso.

Llegar a un acuerdo entre las partes fue un proceso largo, del cual sin la negociación, el proyecto se hubiera paralizado o atrasado. Por ello, siempre hay que considerar las relaciones, ya sea con personas internas como externas al proyecto, pues si no se atienden sus disconformidades pueden llegar a afectar el proyecto directamente.

## Sección 9. Compromiso Ambiente.

En el proceso de rehabilitación es indispensable el cumplimiento de las políticas ambientales seguidas por la ESPH, por ello se realizan visitas periódicas del Regente Ambiental, el cual se

encarga de notificar en caso que observe alguna anomalía, para realizar las correcciones del caso. Esta persona se encarga de llevar el control de los árboles que son cortados, además, verifica la forma en la cual son recogidos, después de la actividad, los desechos y de igual forma de las sustancias toxicas y nocivas al ambiente.

En el proyecto Tacares, a inicios de octubre del 2012 se produjo un accidente cuando una de las piezas de la tubería a presión, fue colocada de forma inapropiada en la parte superior de un talud, lo que provocó que la pieza rodara y cayera al cauce del Río Poás, en donde el Regente Ambiental dio la orden que debía ser sacado de ese lugar, entonces el tubo fue cortados en partes y removido con una grúa, esto con el fin de evitar el daño ambiental producido en el cauce del río. Además, es el encargado de verificar que no se tire ningún tipo de desecho al cauce del río, ya sea madera de formaleta, plásticos, bolsas de cemento y demás desechos.

La labor del Regente Ambiental es muy importante para evitar que se realicen imprudencias por parte de los trabajadores y cumplir con las normas ambientales.

## Sección 10. Recursos humanos.

La experiencia en construcción debe ser un tema muy importante para realizar la contratación de personal, ya que es necesario que los trabajadores tengan conocimientos básicos de concreto, acero, madera, excavaciones y trabajos en altura, además, dependiendo de la función que desempeñará ya sea carpintero, pintor, operador de maquinaria pesada, encargado de instalaciones eléctricas, mecánicas o electromecánicas, encargado de demoliciones, entre otras es importante que cuenten con mayor grado de experiencia para que realicen el debido proceso constructivo y siga las medidas de seguridad requeridas.

En el caso de la empresa MACOMA se observó que algunos trabajadores no contaban con la suficiente experiencia para realizar los trabajos relacionados con colada de concreto, ya que en la rampa de acceso al embalse, casi no colocan los helados debajo de la malla electrosoldada, muy importantes para respetar la longitud de recubrimiento. También, se observó que los trabajadores no tenían claro porque realizaban las tareas, sino solo las hacían porque

el Maestro de Obras les dijo, además los reprocesos eran muy constantes.

## Sección 11. Salud Ocupacional.

En el Plan de Gestión de Calidad se realizó una matriz de riesgos, en la cual se evalúan las actividades de un proyecto hidroeléctrico, en esta se clasifican los peligros según el grado de riesgo y la probabilidad con la que puedan ocurrir. En ella se concluyó que en las actividades es necesario darle mayor relevancia, con respecto a las normas de seguridad, son: demolición de elementos, excavaciones, transporte de materiales y equipos, movimiento de tierras y remoción de maquinaria, estructuras y equipos; debido a que hay mayor posibilidad que resulte una persona herida o muerte y se pueden considerar como riesgosas. Por ello, es indispensable que se verifique que los trabajadores utilizan el respectivo equipo de seguridad como arnés, orejera, anteojos o mascarilla, con ello los efectos que puedan causar algún accidente o en si la actividad, se reducen en lo posible y lo más importante la probabilidad de muerte de algún trabajador.

## Sección 12. Documentos de control.

Entre los documentos que se realizaron en el Plan de Gestión de Calidad, se encuentran listas de control de calidad, las cuales se recomienda ser utilizadas en el momento que se va a realizando una actividad y el encargado de supervisar la calidad realice las observaciones del caso, si encuentra que no se cumple con alguno de los lineamientos estipulados se deben de hacer observaciones del caso, ya que hasta que no sea resuelto el problema, la actividad no puede continuar o esta no será aceptada por la empresa.

Además, se adjuntan algunas herramientas que pueden facilitar el proceso de control de los resultados de las pruebas de calidad, ya sea de las muestras de concreto, como del estado de compactación de los caminos. También, se describe el debido proceso a seguir para realizar la recepción de materiales y equipos, así como la documentación necesaria

para aceptar o rechazar alguno de estos, ya que es importante documentar todo lo que entra a las bodegas y las razones por las que no se permite el ingreso a estas.

En general, la documentación descrita incluye el procedimiento necesario para garantizar que se cumple con lo estipulado en diseño, así como que se siguen las normas y especificaciones que acreditan que se realiza el procedimiento constructivo correcto, se respeta con el compromiso ambiental de la ESPH, además, se le da importancia al cumplimiento de las medidas de seguridad y el equipo necesario, para lograr que todo el proyecto resulte un éxito, de forma que la rehabilitación del proyecto hidroeléctrico cumpla con su función según lo planeado.

# Conclusiones

- El control de la calidad en el proyecto es deficiente, ya que no se cuenta con una persona que realice la debida supervisión durante cada una de las etapas de las actividades, además, se requiere mayor personal para que verifique el cumplimiento de las normas.
- El control de la calidad se debe seguir en todo el proceso de ejecución del proyecto, para garantizar que cada una de las actividades se realizaron de forma correcta, siguiendo el procedimiento fijado por la norma.
- Es necesaria la utilización de listas de control, formularios y demás documentos para realizar las inspecciones de la forma correcta y siguiendo un determinado procedimiento.
- La comunicación a nivel interna y externa de la organización es esencial para resolver conflictos, problemas o definir soluciones a imprevistos, pero es necesario mejorar las vías de comunicación utilizadas, ya sea para las empresas constructoras, como para personas externas al proyecto.
- No existe una persona debidamente capacitada para realizar la recepción y entrega de material, el encargado de realizar esta actividad no cuenta con los conocimientos necesarios para realizar la aprobación o rechazo de estos.
- La negociación fue un mecanismo empleado para solucionar problemas con personas externas al proyecto y con ellos evitar la paralización del proyecto.
- Superar la satisfacción del cliente debe ser el principal objetivo de un proyecto, lo cual se logra verificando el cumplimiento de las normas de calidad, seguir el cronograma de actividades y llevar el debido control de los costos.
- El seguimiento de un plan de seguridad, es indispensable para disminuir en lo posible los accidentes y la severidad de estos, considerando el debido uso de equipo de seguridad, evitar imprudencias de los trabajadores, considerar factores externos como desastres naturales o animales presentes en el lugar del proyecto que puedan causar heridas o la muertes a quienes laboran.
- Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales de la ESPH S.A. es indispensable, tanto para causar el menor impacto posible como para garantizar el respeto a sus políticas.

# Recomendaciones

- Se debe asignar una persona encargada de la supervisión y control de calidad, que verifique el seguimiento las especificaciones y normas de calidad, así como que se cumpla con lo establecido en planos constructivos.
- Es necesaria la implementación de un plan de gestión de calidad, para que todos los procesos que involucra la rehabilitación de un proyecto hidroeléctrico sean controlados y corroborar que cada una de las actividades sean realizadas mediante un procedimiento correcto.
- Se deben planear los mecanismo internos y externos de comunicación que se van a utilizar durante la realización del proyecto.
- Considerar las relaciones con personas externas e internas al proyecto es esencial, así como buscar los mecanismos para la solución de los problemas con los mismos.
- Antes del inicio de las actividades se debe informar a los pueblos involucrados indirectamente, el alcance del proyecto.

# Apéndice

# Referencias

- Acuña, J. 2002. **CONTROL DE CALIDAD: UN ENFOQUE INTEGRAL Y ESTADÍSTICO**. Editorial Tecnológica de Costa Rica: Costa Rica.
- Cárdenas, A. 2011. **PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LOS PROCESOS DEL AREA CONSTRUCCIÓN CAMINOS DEL ICE** Informe Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Tecnológico de Costa Rica: Costa Rica.
- CFIA. 2011. **CÓDIGO SÍSMICO DE COSTA RICA 2012**. Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica: Costa Rica.
- Chamoun Y. (2007) **ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS LA GUÍA**. Editorial Mac Graw Hill: México.
- ESPH S.A. (2006) *Informe Anual de Labores 2006*. Recuperado de la página: [http://www.esph-sa.com/pls/portal/docs/PAGE/ESPH/ESPH\\_NOTICIAS/MEMO%2006%20E.S.P.H.%20S.A.PDF](http://www.esph-sa.com/pls/portal/docs/PAGE/ESPH/ESPH_NOTICIAS/MEMO%2006%20E.S.P.H.%20S.A.PDF), 28 de noviembre del 2012, 5:20 p.m.
- Fonseca, R. (s.f). *¿POR QUÉ FRACASAN LOS PROYECTOS?*. Recuperado de la página: [www.slideshare.net/rafoma/20101201-porque-fracasan-los-proyectos](http://www.slideshare.net/rafoma/20101201-porque-fracasan-los-proyectos), 27 de noviembre del 2012, 10:20 p.m.
- Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. 2006. **MANUAL DE ELABORACIÓN DE CONCRETO EN OBRA**. Segunda edición. Costa Rica.
- ISO. 2010. **SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD – REQUISITOS ISO 9001:2008**. Cuarta edición. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO): Costa Rica.
- Jiménez, E. 2009. **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LOS PROYECTOS DE LA EMPRESA EDIFICAR S.A.** Informe Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Tecnológico de Costa Rica: Costa Rica.
- Nilson, A. 1999. **DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**. Duodécima edición. Editorial Mac Graw Hill: Colombia.
- Palma, C. *¿CÓMO CONSTRUIR UNA MATRIZ DE RIESGO OPERATIVO?*. Recuperado de la página: <http://www.latindex.ucr.ac.cr/econ-29-1/economicas-29-1-29.pdf>, 28 de noviembre del 2012, 1:20 a.m.
- Project Management Institute, Inc. 2008. **GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK)** – Cuarta Edición. Publicado: Project Management Institute, Inc. Newton Square, Pennsylvania, Estados Unidos.

Segura, M. 2010. **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS COMO PARTE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL LABCIVCO.** Informe Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Tecnológico de Costa Rica: Costa Rica.

Serpell, A. 2003. **GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.** Editorial Universidad Católica de Chile: Chile.

Soto, P. (s.f.) *Esquema de desarrollo del P.H. Los Negros, un caso de Responsabilidad Social Empresarial.* Recuperado de la página:  
[www.aliarse.org/documentos/Presentacion%20de%20ESPH%20-%20Panel%201%20GTZ.pdf](http://www.aliarse.org/documentos/Presentacion%20de%20ESPH%20-%20Panel%201%20GTZ.pdf), 25 de noviembre del 2012, 1:10 p.m.

Suárez, P. 2011. **DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD E INSPECCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.** Informe Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Tecnológico de Costa Rica: Costa Rica.

Zúñiga, A. (s.f). Contrato para la rehabilitación de la Planta de Tacares: diseño, construcción, suministro de equipo y puesta en operación. Alajuela, Costa Rica.