

Plan de gestión de calidad en el proyecto Aporte la Flor del Proyecto Hidroeléctrico Toro 3 utilizando la guía PMI



Abstract

The present paper was performed under the Directed Professional Practice mode to opt for a Degree in Construction Engineering.

The project was developed in Proyecto Toro 3 ICE, in the construction of the Aporte La Flor, which is one of the three Aportes that were considered to build in this place P.H.

The project main objective was the creation of a quality management plan that involves groups of planning, execution, and control and monitoring for the project Aporte La Flor P.H. Toro 3 in order to provide a basis for quality control of the two Aportes that will be building further under the guidance of PMI project managements.

This project has been done based on the Project Management Guide (PMBOK) in Chapter 8, Quality Management Project, and also completed with the ISO 9000 and ISO 9001-2008 certifiable standard.

It developed a Quality Control Guide from the Management Plan that was created for the construction of the Aporte based on the construction processes of the work.

Keywords: Plan, Quality Management, PMBOK, ISO 9001-2008, ICE, Aporte.

Resumen

El presente trabajo se realizó bajo la modalidad de Práctica Profesional Dirigida, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.

Se desarrollo en el Proyecto Toro 3 del ICE, en la construcción del Aporte La Flor, el cual es uno de los 3 Aportes que se consideraron construir en este mismo P.H.

El proyecto tuvo como objetivo principal la realización de un plan de gestión de calidad que involucre los grupos de procesos de planificación, ejecución, control y seguimiento para el proyecto Aporte la Flor del P.H. Toro 3, se espera sirva de base para el control de la calidad de los dos Aporte a construir posteriormente bajo la guía de administración de proyectos del PMI.

Lo planteado tiene como base la guía de administración de proyectos (PMBOK) en su capítulo 8, referido a la gestión de la calidad del proyecto, y además se complementó con la familia ISO 9000 y la norma certificable ISO 9001-2008.

Se elaboró una guía de control de calidad a partir del plan de gestión creado para la construcción del Aporte basado en los procesos constructivos de la obra.

Palabras Clave: Plan, Gestión de Calidad, PMBOK, ISO 9001-2008, ICE, Aporte

Plan de Gestión de calidad en el Proyecto Aporte la Flor del Proyecto Hidroeléctrico Toro 3 utilizando la guía PMI

Plan de Gestión de calidad en el Proyecto Aporte la Flor del Proyecto Hidroeléctrico Toro 3 utilizando la guía PMI

DAVID GÓMEZ JARA

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

Noviembre del 2012

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen Ejecutivo	2
Introducción.....	4
Marco Teórico	7
Metodología	15
Resultados	17
Análisis de Resultados.....	29
Conclusiones.....	34
Recomendaciones	36
Referencias	37
Apéndice	38

Prefacio

Históricamente se conocen criterios sobre el surgimiento de la calidad; como aquellos procesos necesarios para controlar las características de los productos que se fabricaban, evitando que llegaran defectuosos a manos de los consumidores, por lo que trataban de asegurar un nivel de calidad en los productos elaborados.

Con el tiempo se fueron analizando las causas que producían los errores, hasta que se vio la necesidad de aplicar la calidad no solo a la línea de producción sino a toda la empresa productora.

De ahí nace la ideología de gestión de calidad de la organización, donde se analiza aspectos propios de la empresa, como la planificación, metodologías implementadas entre otros que permitan desarrollar herramientas para la mejora continua de la calidad.

El presente proyecto consistió en el desarrollo de un plan de gestión de calidad en la construcción de Aportes en proyectos hidroeléctricos del Instituto Costarricense de Electricidad, donde se tomó como base el Aporte La Flor, el cual es parte del Proyecto Hidroeléctrico (P.H.) Toro 3.

Para lograr cumplir con el objetivo del proyecto, se realizó un estudio de la metodología aplicada a cada uno de los procesos constructivos presentes, donde se toman en cuenta los aspectos técnicos utilizados.

El plan lo que busca es generar una guía que sirva de ayuda en el control de la calidad, estableciendo lineamientos a seguir en los procesos, generando diagramas de los procesos para agilizar su desarrollo, procedimientos que expliquen los puntos importantes en cada actividad y formularios que ayuden a controlar la calidad directamente, conformando todo el plan de gestión de calidad.

El proyecto lo que busca es controlar la calidad en la construcción de Aportes, con características similares a las del Aporte La Flor,

ya que será la base para la construcción de otros aportes dentro del mismo P.H. Toro 3.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme la oportunidad de completar mi formación académica de manera satisfactoria, logrando así uno de los principales objetivos en mi plan de vida.

En segundo lugar a mi familia por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Agradecer a mi profesor guía, Ing. Juan Carlos Coghi Montoya por el conocimiento compartido y ayuda en el desarrollo del proyecto.

A la profesora Ing. Sonia Vargas Calderón por el apoyo brindado durante una etapa de desmotivación durante mi proyecto, la profesora Ing. Ana Grettel Leandro Hernández por su colaboración y apoyo en la elaboración del proyecto.

Al Ingeniero Fabio Ulate Retana encargado de la construcción del Aporte La Flor por el conocimiento que me ha brindado y por permitirme ser parte de esta construcción.

Resumen Ejecutivo

La gestión de la calidad en la construcción ha ido tomando cada vez más fuerza conforme pasa el tiempo, ya que día a día el sector construcción se vuelve un mercado más competitivo y exigente, donde el control de la calidad puede llegar a ser lo que ayude a alcanzar el éxito o fracaso de una empresa dedicada a esta labor.

Una de las formas de aplicar este control se logra utilizando documentos como el PMBOK o normas como la ISO 9001:2008, donde para este proyecto se basó principalmente en el primero y se complementó con el segundo.

El Aporte La Flor es una obra de derivación del Proyecto Hidroeléctrico Toro 3, este nace con la finalidad de aportar una pequeña cantidad de agua extra al total de agua existente en el sistema de cascada por el cual están conectados P.H. Toro 1, P.H. Toro 2 y el actualmente en construcción P.H. Toro 3.

Este aporte es uno de los dos previstos a construir en el mismo P.H., por lo que el desarrollo del plan de gestión de calidad basado en esta primera obra sería fundamental para el desarrollo de otros aportes posteriores.

El documento que se presenta corresponde al informe elaborado como Proyecto de Graduación, requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, proyecto que se realizó bajo la modalidad de Práctica Profesional Dirigida.

La práctica tuvo como objetivo general Realizar un plan de gestión de calidad que involucrará los grupos de procesos de planificación, ejecución, control y seguimiento en el proyecto Aporte la Flor del P.H. Toro 3, que sirva de base para el control de la calidad de los dos Aportes a construir posteriormente bajo la guía de administración de proyectos del Project Management Institute (PMI).

Para la realización del proyecto se definieron objetivos para el cumplimiento de lo planteado; en el orden en el que están descritos. El primer objetivo fue recopilar y obtener toda la información relacionada con normas y

requerimientos de calidad relativos a obras relacionadas con el proyecto, del cual se pudo obtener cuales eran los parámetros más importantes a medir, una vez completado se realizó la Estructura de Desglose de Trabajo a partir del EDT de la obra, modificada a los procesos de interés para el desarrollo del proyecto.

Lo anterior permitió elaborar el plan de gestión de calidad para los grupos de procesos de ejecución, control y seguimiento presentes en el Aporte La Flor. Con este plan se realizó un sistema de control de calidad que comprende una guía de control de calidad junto con documentos de control (procesos, procedimientos y formularios de control) que complementan la guía permitiendo medir la tolerancia permisible de desviación de la calidad requerida en todos los procesos constructivos involucrados.

Los procesos, procedimientos y formularios creados en el sistema de control de calidad tienen el objetivo de indicar la forma de realizar las actividades, al mismo tiempo de capturar datos que al ser analizados puedan utilizarse como mejora al plan de gestión y al sistema de gestión de calidad. Además de esto, se generó el plan de mejoras a partir de las recomendaciones dadas, tomando en cuenta que se acojan al realizar la construcción de los otros aportes.

La estructura del plan de gestión de calidad se elaboró de la siguiente forma:

- Alcance y aspectos generales
- Descripción del desarrollador del proyecto
- Términos y definiciones
- Normas de consulta
- Control de calidad
- Documentación
- Propuesta de implementación del Sistema de control
- Procesos del Aporte
- Procesos Constructivos

- Procedimientos Constructivos
- Formularios de control

El proyecto requirió de trabajo investigativo en campo, así como entrevistas no estructuradas aplicadas al personal de la obra como el ingeniero encargado, para la obtención de información.

Los objetivos planteados para este proyecto fueron cumplidos satisfactoriamente, a excepción de lo mencionado en las limitaciones, pero aun así se logró cumplir con las expectativas para las cuales fue desarrollado el proyecto.

Introducción

En la actualidad debido a la acelerada globalización, la competencia en el sector construcción se ha vuelto más fuerte, dando como resultado mayor inestabilidad y mercados más reducidos, lo que ha obligado a las empresas a reducir los costos operativos, aumentar la producción, teniendo que volverse más eficientes en la toma de decisiones de sus estrategias de trabajo.

Por esto el sector construcción ha venido experimentando mayor interés por la gestión de la calidad, ya que cada vez aumenta la cantidad de clientes que son exigentes y esperan productos de alta calidad, además de esto las empresas se han dado cuenta del “costo de la no calidad”, que esta representada por fallos y repeticiones en trabajos realizados, lo cual llega a costar entre 5 a 10% del valor de ejecución de la obra.

Se tiene de esta manera que el control de la calidad es un tema importante en el desarrollo de proyectos constructivos, ya que el manejo de este aspecto en la planificación, ejecución, control y seguimiento de las obras ayuda al mejoramiento continuo y por ende a economizar recursos en su progreso.

Esta investigación pretende dar a conocer criterios para visualizar los aspectos más relevantes en la elaboración de los proyectos y de esta manera encontrar la manera más eficiente de realizarlos, reduciendo errores en los procesos y mejorando el tiempo productivo, lo cual impacta directamente el costo del proyecto de manera positiva.

Al elaborar el plan de gestión de calidad se buscó una conexión de procesos, procedimientos y formularios de control para aplicar la calidad de forma directa en el desarrollo de la obra, además de una guía que permita la explicación de aspectos más administrativos como lo son el manejo de los documentos. De esa manera presentar en el documento los procesos más importantes involucrados en la construcción del un aporte, además de los procedimientos para su correcta realización

asociados de formularios de control que buscan controlar en sitio la calidad de cada uno de sus principales requerimientos.

Como parte de este proyecto se desarrollaron los siguientes objetivos

OBJETIVO GENERAL

- Realizar de un plan de gestión de calidad que involucre los grupos de procesos de planificación, ejecución, control y seguimiento para el proyecto Aporte la Flor del proyecto hidroeléctrico Toro 3, que sirva de base para el control de la calidad de los dos Aporte a construir posteriormente bajo la guía de administración de proyectos del PMI.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Recopilar y obtener toda la información relacionada con normas y requerimientos de calidad relativos a obras relacionadas con el proyecto.
- Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT) del proyecto para definir los procesos de calidad aplicables a cada uno de los entregables.
- Elaborar el plan de gestión de la calidad para los grupos de procesos de planificación, ejecución, control y seguimiento para que sea aplicado para el proyecto de aportes de Toro 3.
- Elaborar una guía a partir del plan de gestión de calidad que permita medir la tolerancia permisible de desviación de la calidad requerida o si esta se acepta o rechaza
- Generar un plan de mejoras del proceso que faciliten la identificación de actividades que ayudan a incrementar la calidad.

Antecedentes

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) fue creado por el Decreto - Ley No.449 del 8 de abril de 1949.

Su creación fue el resultado de una larga lucha de varias generaciones de costarricenses que procuraron solucionar, definitivamente, los problemas de la escasez de energía eléctrica presentada en los años 40 y en apego de la soberanía nacional, en el campo de la explotación de los recursos hidroeléctricos del país. Como objetivos primarios el ICE debe desarrollar, de manera sostenible, las fuentes productoras de energía existentes en el país y prestar el servicio de electricidad.

Posteriormente, en 1963 se le confirió al ICE un nuevo objetivo: el establecimiento, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional. Tres años más tarde, instaló las primeras centrales telefónicas automáticas y, a partir de entonces, las telecomunicaciones iniciaron su desarrollo.

Con el devenir del tiempo, ha evolucionado como un grupo de empresas estatales, integrado por el ICE (Sectores Electricidad y Telecomunicaciones) y sus empresas: Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL), las cuales han trazado su trayectoria, mediante diversos proyectos de modernización desarrollados en las últimas décadas.

La globalización de los mercados y la revolución tecnológica llevan a las empresas del Grupo ICE a redoblar esfuerzos con una clara orientación hacia el cliente, con los mejores y más innovadores productos y servicios, con menos recursos y en el menor tiempo posible. (Página Grupo ICE, extraído 2012)

El presente proyecto se desarrollará en el Sector Electricidad y Telecomunicaciones del Instituto Costarricense de Electricidad, en el Proyecto Hidroeléctrico Toro III, que se encuentra ubicado en la provincia de Alajuela, cantón de Valverde Vega, Bajos del Toro, en la cuenca del Río Toro.

Toro III es la tercera etapa de un aprovechamiento en cascada de la cuenca del Río Toro, que también incluye las plantas de Toro I y Toro II, que se encuentran en operación desde

el año 1995. Toro III se inicia en un desfogue o salida de la Planta Hidroeléctrica Toro II, cuya generación aprovecha las aguas del Río Toro, Quebradas Gata y Pozo Azul.

Toro III inició su construcción en el 2007 con un túnel de aproximadamente 7 kilómetros, que conducirá las aguas a un pequeño embalse en donde se captarán las aguas de otras quebradas, La Flor, La Florcita, y Las Gemelas. En este embalse se inicia la tubería de presión que conduce las aguas hasta la casa de máquinas, que será de tipo superficial y se ubicará en las márgenes del Río Toro, al cual se restituirán nuevamente las aguas.

Lo que se busca con esta práctica es el llevar a cabo la elaboración de un plan de gestión de calidad de la construcción del Aporte La Flor que es parte del Proyecto Hidroeléctrico Toro 3 ubicado en Marsella que es un pueblo del distrito de Venecia de San Carlos.

Importancia del estudio

La gestión de la calidad de todo proyecto es necesaria, y se debe de aplicar durante todas sus fases que lo componen, sin esto existirían muchos factores de riesgos en los proyectos o servicios como inconformidad de los clientes, y en este caso específico de los personeros del ICE.

Los procesos de gestión de la calidad son necesarios para lograr que el proyecto cumpla con las requerimientos para los que fue emprendido y eso es lo que se busca realizar en este caso, la obtención de la calidad de la construcción del Aporte La Flor, y además establecer herramientas que permitan a los encargados del proyecto medir si se esta realizando bajo el grado de calidad deseado, tomando en cuenta el dejar un sistema de control de la calidad para obras similares como lo serán los otros dos aportes que estaría construyendo el ICE para este mismo proyecto. Con esto se facilitaría y agilizaría la construcción de estos 2 aportes además de garantizar la obtención de un grado de calidad a la altura de los proyectos del ICE.

Limitaciones

En el desarrollo de este proyecto se presentaron circunstancias que no permitieron el cumplimiento

total de los objetivos propuestos, las que se citan a continuación:

- El trabajo se inicio cuando la obra Aporte La Flor ya estaba en proceso de construcción, por lo que no se tiene información de la fase de planeación
- La información de planeación de la obra se encuentra en manos del Departamento de ingeniería del proyecto hidroeléctrico que funciona aparte del departamento de construcción, por lo que la solicitud de la información llevaría trámites y tiempo no comprendido en el periodo de práctica.
- No se pudo estar en la obra hasta su culminación y entrega, ya que el periodo de práctica culminó el 01 de Octubre de 2012 y la obra se encontraba con un 90% del avance, por lo que algunos datos están actualizados hasta el 14 de Septiembre de 2012
- Los procesos inconclusos al término de la práctica fueron la construcción del Desarenador, el Marco de Izaje de la Compuerta JC2 que forma parte del Canal del Desarenador y el Aleton Derecho.

Marco Teórico

Este proyecto está dirigido hacia la búsqueda de soluciones rápidas y eficientes en los procesos realizados para la construcción de obras de derivación en proyectos hidroeléctricos como lo es la construcción de un aporte, donde al ser una obra pequeña en comparación con el proyecto total pero no menos importante, puede ser causante de atrasos en la entrega, esto al dejar de lado ciertos puntos como lo es la calidad, razón por la cual es importante el generar conocimiento del tema y de esta manera pueda ser incluido en el proceso de realización de estas obras.

Es importante para esto que las personas involucradas se familiaricen con todo lo referente a calidad, normativas y metodologías necesarias por lo que se describirá algunos de los conceptos importantes relacionados al PMI, que permitirán entender de forma clara el tema desarrollado. Para esto se recurrió a la búsqueda de material bibliográfico en Internet, para facilitar la comprensión del tema de investigación.

¿Qué es un proyecto?¹

Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto o resultado único. Todo proyecto tiene una característica, que es temporal, por lo que siempre están definidos su inicio y fin. Se puede decir que el fin es alcanzado cuando se logra cumplir con los objetivos establecidos o cuando alguno de ellos no se puede cumplir evitando su desarrollo y cuando simplemente deja de ser necesario para el cliente.

Algunas de sus características son las siguientes:

- Temporal: debe ser completado en un tiempo definido el cual varía según la magnitud del proyecto.

¹ PMBOK. Cuarta Edición. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos". Capítulo I

- Produce un servicio o producto único: este es medible, tangible y sus características fueron establecidas entre el cliente y el desarrollador previo al inicio.
- Presupuesto: es fundamental en la etapa de planeación, ya que de él depende su realización o no, este ubica al desarrollador sobre las cantidades de material, equipo y mano de obra necesarios, además de dar un monto aproximado del costo total de la obra.

Quando hablamos de temporal no necesariamente significa de corta duración, porque como se dijo esto dependerá de la magnitud de la obra a realizar.

En la mayoría de los casos, la presencia de proyectos en un lugar tiene un impacto social, ambiental y económico importante, al ser generadores de cambio.

Todo proyecto puede generar:

- Un producto, que puede ser parte de un elemento más complejo ó un elemento final.
- La capacidad de realizar un servicio
- Un resultado tal como un producto o un documento

¿Qué es la dirección de proyectos?²

Es la unión de un conjunto de aspectos, como lo son el conocimiento de la materia, las habilidades, herramientas y técnicas, aplicados a las actividades del proyecto, cumpliendo así con los objetivos del mismo.

La dirección de proyectos a su vez integra 42 procesos de la dirección, que se agrupan para conformar los cinco grupos de procesos los cuales se muestran a continuación:

² PMBOK. Cuarta Edición. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos". Capítulo I

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
- Seguimiento y Control
- Cierre

En este proyecto se tomará en cuenta los cuatro primeros grupos de procesos de la dirección de proyectos:

Proceso de iniciación: realizado para definir un proyecto nuevo o la nueva fase de uno ya en operación.

Proceso de planificación: requerido para establecer el alcance del proyecto, definir los objetivos y planear la estrategia para lograr cumplimiento de los objetivos.

Proceso de ejecución: realizados durante el desarrollo del proyecto, según lo establecido durante la etapa de planificación, para cumplir con las especificaciones del mismo.

Proceso de seguimiento y control: requeridos para dar seguimiento a la obra, analizar el avance según el progreso y rendimiento y para identificar las áreas donde se requiera hacer cambios al plan original

Al dirigir un proyecto por lo general se debe de lograr abarcar los siguientes aspectos:

- identificar requisitos
- enfrentar las necesidades del cliente y satisfacerlas
- mantener un equilibrio en los siguientes aspectos:
 - el alcance
 - la calidad
 - el cronograma
 - el presupuesto
 - los recursos
 - el riesgo

Este equilibrio es importante, ya que el incumplir con alguno de los aspectos puede afectar en el desarrollo del proyecto y evitar cumplimiento de los objetivos

El área del conocimiento mencionada en el PMBOK y que se tomarán en cuenta para este proyecto es:

Gestión de la calidad del proyecto:

Esta incluye los procesos y actividades de la fase de ejecución que determinan las responsabilidades, objetivos y políticas de calidad, para que el proyecto logre cumplir con las necesidades por la cuales fue emprendido.

Calidad del proyecto

La calidad es uno de los aspectos más importantes en todo proyecto, donde su cumplimiento es la clave para alcanzar el éxito y por ende la satisfacción del cliente, lo cual es el principal objetivo. Esta debe incluir a todas las actividades del proceso de ejecución para determinar los objetivos, políticas y responsabilidades relativas a la calidad.

Los procesos de gestión de la calidad del proyecto incluyen:

- Planificación de Calidad
- Realizar Aseguramiento de Calidad
- Realizar Control de Calidad.

El PMBOK muestra un diagrama con estos tres procesos, el cual se puede observar en la Figura 1.

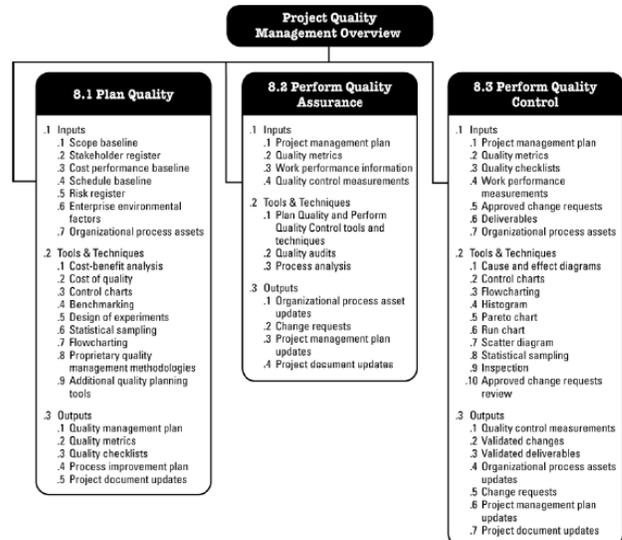


Figura 1. Descripción General de la Gestión de los Costos del Proyecto (PMBOK)

La gestión de la calidad es un complemento de la Dirección de Proyectos, donde cada una vela por el cumplimiento de los siguientes aspectos:³

- **La satisfacción del cliente**

Es el aspecto más importante a cumplir, en el cual se busca entender, evaluar, definir y gestionar las expectativas del cliente.

- **La prevención antes que la inspección**

La prevención es fundamental en la gestión de la calidad de proyectos en la actualidad, ya que el costo de prevención de errores es mucho menor al costo de corrección de errores detectados en la inspección.

- **La mejora continua**

Es la base de la mejora de la calidad, donde se busca por medio de planificación previa la constante revisión de procesos, para ser analizados y modificados en casos de presentar problemas, lo que lleva a la mejora continua.

- **La responsabilidad de la dirección**

Este aspecto se vuelve indispensable al aplicar un plan de gestión de calidad, ya que de no involucrarse el personal en la búsqueda de la calidad esta fracasa, llevando todo el esfuerzo realizado a la basura.

Planificar la Calidad⁴

La planificación de la Calidad es un proceso donde se busca identificar los requisitos de calidad y las normas vigentes aplicables, de esta manera se idea la forma en que el proyecto cumpla con los mismos. Esta planificación debe ser desarrollada en forma paralela a los demás procesos involucrados en la Planeación del Proyecto, esto porque todos están ligados de una u otra forma, como puede ser que el aumento de calidad del producto aumente el costo y la

³ PMBOK. Cuarta Edición. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos". Capítulo VIII. Página 167.

⁴ PMBOK. Cuarta Edición. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos". Capítulo VIII. Página 168

duración, por lo que siempre hay que hacer ajustes a los planes.

En el PMBOK se muestran diversas técnicas utilizadas en la planificación de la calidad, las cuales son frecuentemente empleadas en los proyectos. Estas se pueden ver en la Figura 2 que se muestra a continuación:

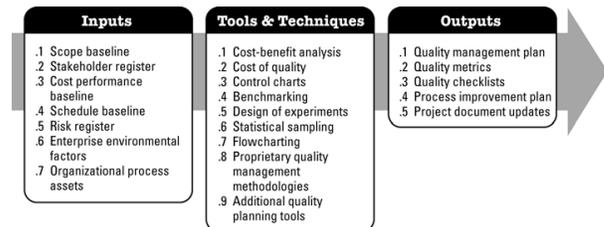


Figura 2. Planificar la Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. (PMBOK)

Realizar el Aseguramiento de Calidad⁵

El aseguramiento de la calidad se logra al analizar los requisitos de calidad junto con los resultados obtenidos por los documentos de control, a fin de garantizar que se emplee en la obra las normas de calidad adecuadas.

En algunas empresas las actividades de aseguramiento son supervisadas por departamentos de aseguramiento de control de calidad creados para tal fin.

Por otra parte se tiene que el aseguramiento de la calidad es una forma de mejora continua de los procesos, ya que al ser un método que se realiza periódicamente, logra corregir a tiempo problemas antes de que se conviertan en errores en la cadena productiva.

El PMBOK muestra un diagrama de la forma en que desarrollan el Aseguramiento de la Calidad, el cual se puede ver en la Figura 3.



Figura 3. Realizar el Aseguramiento de Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

⁵ PMBOK. Cuarta Edición. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos". Capítulo VIII. Página 176.

Realizar el Control de Calidad⁶

El Control de Calidad es el proceso en el que se mantienen monitoreadas las actividades de calidad y a la vez se registran los resultados que generan, para evaluar el desempeño logrado y hacer los cambios necesarios. El control debe realizarse durante todo el proyecto y es realizado por un departamento de Control de Calidad, para poder identificar las deficiencias de la calidad en los procesos y a la vez iniciar acciones para corregirlas.

En el PMBOK se habla de diferencias importantes de conocer por parte de un equipo de dirección de proyectos, las cuales son las siguientes:

- Prevención (evitar que haya errores en el proceso) e inspección (evitar que los errores lleguen a manos del cliente).
- Muestreo por atributos (el resultado cumple o no con los requisitos) y muestreo por variables (el resultado se clasifica según una escala continua que mide el grado de conformidad).
- Tolerancias (rango especificado de resultados aceptables) y límites de control (umbrales que pueden indicar si el proceso está fuera de control).

En la Figura 4 se muestra un diagrama de la forma en que desarrolla el control de la calidad según el PMI.

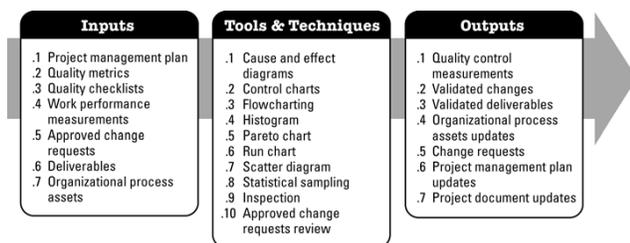


Figura 4. Realizar el Control de Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

⁶ PMBOK. Cuarta Edición. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos". Capítulo VIII. Página 180.

Conceptos generales del plan de gestión de calidad

Calidad

Calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto con las cuales se logra satisfacer las necesidades y expectativas del consumidor. Estas propiedades pueden estar contenidas en los insumos utilizados, el diseño, la durabilidad, presentación entre otros.

Siempre hay características que son la base, para llamar a un producto, de calidad, aunque para algunos consumidores haya otras características que sean parte de la calidad que buscan, donde estas pueden variar según sus gustos.

Producto

Según el consumidor el producto es un conjunto de atributos, que logra satisfacer sus necesidades. Según el fabricante es un conjunto de elementos físicos y químicos que conjuntamente ofrecen al consumidor la posibilidad de utilización.

Un producto es un conjunto de atributos tangibles e intangibles que incluye entre otras cosas: color, diseño, empaque, precio, características físicas, calidad del producto.

Plan

Es un modelo sistemático elaborado antes de realizar una acción, con el fin de tomar la decisión de realizarla ya tenga una dirección establecida. El plan puede hacerse de forma donde se precisen los detalles de cómo realizar la obra planeada.

Gestión

Es llevar a cabo acciones que hagan posible la realización de una operación comercial. La gestión se extiende al conjunto de trámites que se llevan a cabo para concretar un proyecto.

Plan de mejoramiento

Es un instrumento que consolidan el conjunto de acciones requeridas para corregir los errores encontrados en los procesos del Proyecto. Este a partir de la autoevaluación realizada en la obra logra elaborar acciones de mejoramiento.

Requerimientos de calidad

Son los aspectos más relevantes del producto que se necesita realizar, es decir, lo necesario para que se pueda desarrollar la labor en forma continua y eficiente, manteniendo los aspectos que le dan calidad al producto buscado.

Principios de gestión de la calidad⁷

El éxito al implementar un sistema de gestión de calidad diseñado para mantener una mejora continua en el desempeño, considerando las necesidades de las partes interesadas.

Según la norma INTE-ISO 9000:2005 se han identificado ocho principios de gestión de calidad, que se pueden utilizar para dirigir a la organización a una mejora continua, estos principios se muestran a continuación:

- a) **Enfoque al cliente:** el cliente es una pieza fundamental en el desarrollo de un producto, por lo que las organizaciones dependen de sus clientes, esto las lleva a tratar de comprender las necesidades de los clientes, satisfaciendo los requisitos de estos y esforzándose por sobre pasar sus expectativas.
- b) **Liderazgo:** esta es una cualidad del personal que genera superación en toda organización, gracias a esto se establece el propósito y la orientación que debe llevar. Los líderes deben crear un ambiente interno en la empresa donde el personal pueda llegar a involucrarse totalmente con el logro de los objetivos de la organización.
- c) **Participación del personal:** toda empresa depende de su personal, por esto es la esencia de la organización, y lograr tenerlo

⁷ INTECO.INTE ISO 9000-2005 "Sistemas de Gestión de calidad. Conceptos y Vocabulario" Introducción

comprometido con los objetivos, posibilita que este utilice sus habilidades para beneficio de la organización.

- d) **Enfoque basado en procesos:** al dar un enfoque basado en procesos se logra alcanzar más eficientemente los resultados, ya que se gestionan en forma conjunta las actividades y los recursos.
- e) **Enfoque de sistema para la gestión:** al gestionar los procesos como un sistema se contribuye de forma eficiente y eficaz en el logro de los objetivos de la organización.
- f) **Mejora continua:** la mejora continua en el desempeño de la organización debería ser parte de las políticas, para que se apliquen día a día.
- g) **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- h) **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** las relaciones entre proveedores y la organización deben ser buenas dentro de lo posible, para aumentar la capacidad de ambos para crear valor a lo realizado.

Sistema de control de calidad

Concepto de control de calidad⁸

El control es el conjunto de actividades que se realizan sobre un proceso o producto, con el fin de verificar que este se encuentra dentro de los parámetros requeridos. Estos parámetros marcan el intervalo de comportamiento del producto, y se les denomina normas o especificaciones.

Estos parámetros de calidad son de suma importancia, ya que es imposible conocer si un producto se está elaborando de manera correcta sino se tiene un patrón de comparación.

⁸ Jiménez E. Desarrollo de un sistema de control de calidad para los proyectos de la empresa Edificar S.A. Pág. 9

El control debe poseer un comportamiento cíclico, donde se debe realizar las siguientes labores:

- Recolectar datos
- Analizarlos
- Compararlos con el patrón
- Obtener conclusiones
- Hacer recomendaciones

Todas las anteriores se deben realizar haciendo uso de los datos obtenidos por los documentos de control y la experiencia poseída por el inspector

La calidad se analiza desde dos puntos de vista:⁹

- Calidad absoluta: conocida como calidad interna, donde se busca verificar la capacidad del proceso de reproducir el diseño, logrando una concordancia entre ambos.
- Calidad relativa: conocida como calidad externa, esta busca verificar si el producto cumple con el fin por el que fue creado.

Objetivos de un Sistema de Control de Calidad⁹

Al implementar un Sistema de control de calidad en la empresa se busca cumplir con una serie de objetivos para lograr mejorar el desempeño.

- Brindar al cliente un producto acorde con sus requerimientos de calidad
- Asegurar que los materiales suministrados por los proveedores cumplen con los requerimientos de calidad fijados
- Disminuir al máximo la cantidad de producto defectuoso y reprochable con el fin de hacer un aporte importante a la disminución de los costos derivados de productos de mala calidad
- Disminuir y si es posible eliminar, los reclamos del cliente
- Impulsar todas las actividades que conlleven al establecimiento de sistemas de control preventivo.

⁹ Acuña J. Control de Calidad: Un enfoque Integral y Estadístico.

Factores que controlan la calidad

Los factores que afectan la calidad son los siguientes:¹⁰

- Mercado: está compuesto por tres aspectos, brinda tres aspectos: las necesidades del cliente, las necesidades de la sociedad y las soluciones que ofrece la empresa.
- Hombre: es parte importante para la operación de la empresa y debe ser un individuo motivado ya que de esto dependerán otros factores.
- Capital de trabajo: aspecto fundamental para realizar las actividades de un proyecto. Cualquier recurso económico utilizado en el sistema de control de calidad debe verse como una inversión y no como gasto.
- Material: la calidad solo se puede lograr con materiales de alta calidad, ya que el proceso no es capaz de generar calidad.
- Método: al analizar el método que se utiliza en los procesos se debe contemplar los requerimientos de calidad de la operación.
- Administración: la administración de la empresa debe estar convencida de la importancia de un sistema de control de calidad, ya que esta es la encargada de dictar las políticas, aprobar los planes y asignar los recursos de cada proyecto.
- Medio ambiente: la calidad debe lograrse tomando en cuenta la reducción de desecho ya que la conciencia ambiental es parte del control de la calidad

Administración de la calidad¹¹

La administración de la calidad significa realizar la planeación, ejecución, dirección y control de las actividades de la organización, permitiendo cumplir con los objetivos de calidad, los cuales se basan en el cumplimiento de las necesidades del cliente. Este proceso exige:

¹⁰ Acuña J. Control de Calidad: Un enfoque Integral y Estadístico.

¹¹ Serpell A. Administración de Operaciones de Construcción.

- Anticipación de problemas de calidad analizando el proceso de construcción desde las etapas iniciales de la elaboración.
- Motivación y estímulo al personal para que adquiera conciencia de calidad y que por lo tanto coopere ejecutando sus actividades mejor cada día, lo cual conlleva a un mejoramiento continuo.
- Aplicación de medios de control de proveedores que garanticen la adquisición de materiales del más alto nivel de calidad.

Control de calidad del Sector Construcción

Gestión de la calidad en la construcción

Según el autor Serpell A. en su libro Administración de Operaciones de Construcción la construcción posee una gran limitación, que los defectos de producción se detectan hasta después de culminados lo que puede repercutir en aumento de los costos e inconvenientes.

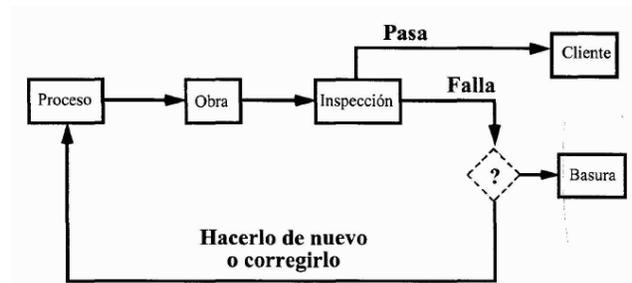


Figura 5. Proceso tradicional de inspección en la construcción. (Serpell, 1997)

Características de Construcción aplicable a calidad

Para el aseguramiento y control de la calidad se debe de tomar en cuenta que no todos los proyectos son iguales por lo que se presentan dificultades tales como:¹²

¹² Serpell A. Administración de Operaciones de Construcción.

- El sitio de construcción es único en sus características y condiciones
- No hay estándares precisos para la evaluación de la calidad del diseño y de la construcción.
- Existen grandes diferencias de criterio entre los que elaboran el diseño y los que llevan a cabo la construcción.
- Es muy difícil realizar análisis previos de fallas o problemas en los procesos, ya que la información obtenida de ellos es escasa.
- Los participantes en un proyecto de construcción varían de un proyecto a otro.

Sistema de gestión de Calidad basado en procesos según ISO¹³

La Norma Internacional ISO promueve en sus documentos la adopción de un enfoque basado en procesos al desarrollar un Sistema de Gestión de calidad, para lograr así aumentar la satisfacción del cliente al cumplir con sus requisitos

En una organización funcional se deben determinar gran cantidad de actividades que se relacionan entre sí, donde una actividad o un conjunto de ellas, que utilizan recursos para transformarlos en un producto se pueden considerar un proceso.

Al aplicar un sistema de gestión basado en procesos, donde a partir de estos se logra la obtención de producto deseado se denomina "enfoque basado en procesos", este enfoque proporciona una ventaja la cual es el control continuo sobre los procesos tanto en forma individual con conjunta.

El enfoque basado en procesos al ser utilizado en sistemas de gestión de calidad enfatiza en la importancia de los siguientes aspectos:

- a) la comprensión y el cumplimiento de los requisitos

¹³ INTE-ISO 9000-2000 "Sistemas de Gestión de calidad. Requisitos.

- b) la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor
- c) la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso
- d) la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas

En la Figura 6 se muestra el Modelo de un sistema de gestión de calidad según lo aplica la ISO, en esta se visualiza como el cliente es fundamental en la definición de los requisitos los cuales son la entrada para el inicio del procesos, dando paso a la elaboración de un producto, este debe satisfacer las expectativas del cliente.

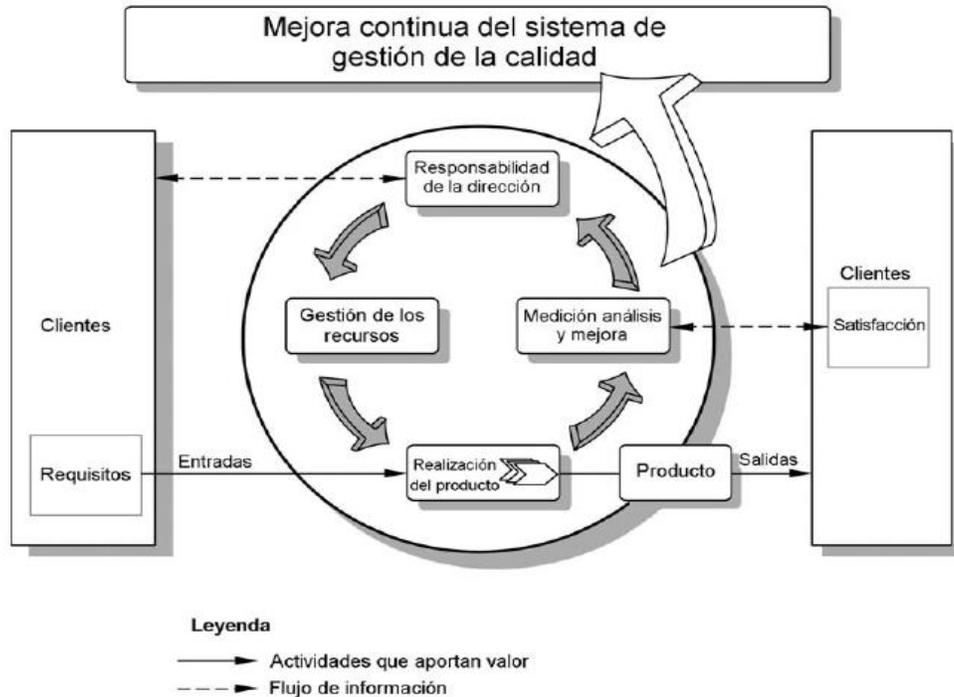


Figura 6. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos (ISO 9001:2008)

Conceptos utilizados en proyectos del ICE

En todo proyecto hidroeléctrico se nombra al personal de obra civil en forma diferente a la utilizada en la empresa privada los cuales se explicaran a continuación.

Técnico

Es lo que se conoce como maestro de obras en la empresa privada, ya que es la persona que es responsable del equipo de operarios al que se asigna la ejecución material de un trabajo de obra determinado. Además debe tener años de experiencia en la actividad y realizar labores adicionales como interpretación de planos y ser líder.

Artesano

Es lo que se conoce generalmente como operario, persona que realiza indistintamente trabajos básicos de construcción, como alzado de muros, paredes y tapias, llenado y nivelado de encofrados con hormigón, preparación de cemento y otras tareas de obra.

Auxiliar de Artesano

Lo conocido generalmente como Media cuchara, este es el que tiene conocimiento de las labores que se realizan en la obra constructiva pero con poca experiencia, por lo que ayuda al artesano en las labores para obtener la experiencia requerida y pasar a ser artesano en algún momento.

Metodología

El proyecto se desarrollará utilizando la siguiente metodología:

El objetivo de este proyecto es el de crear un plan de gestión de calidad en los procesos constructivos que corresponden a la construcción de un Aporte que es una obra de derivación del proyecto hidroeléctrico Toro III, esto aplicando las normas del PMI relacionadas en este caso específico con 3 áreas del conocimiento descritas en el PMBOK 2004: alcance, tiempo y calidad.

Se diseñó una metodología que las relacione y así administrar las 3 áreas durante los procesos de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control del proyecto, y así obtener una guía para el control de calidad en la construcción de Obras de derivación (Aportes) en la Institución ICE.

La norma INTE-ISO 9001:2000 se incluyó como material de apoyo; esta constituye parte de la normativa utilizada en Costa Rica para aspectos de control de calidad.

Procesamiento y análisis de datos

La investigación y recopilación de la información se realizó como primer tarea, ya que fue necesario recopilar información acerca de los requerimientos de calidad presentes en la obra.

Tipo de Investigación

La investigación realizada en este proyecto está ubicada dentro de la metodología de investigación de campo, esto debido a que se realizó en el lugar donde se desarrolló la construcción del Aporte La Flor, por lo que se estableció una interacción entre los objetivos buscados y la realidad.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En función del logro de los objetivos de este estudio, se emplearon instrumentos y técnicas orientadas a obtener información o datos a través de las siguientes técnicas:

- Revisión Bibliográfica
- Observación
- Entrevista

Revisión Bibliográfica:

Se realizó un estudio de tesis y proyectos de graduación basados en creación de planes de gestión de calidad en la biblioteca Figueres Ferrer del Tecnológico de Costa Rica y la Universidad para la Cooperación Internacional, de igual forma se realizó una investigación a fuentes electrónicas, accedidas por medio de internet.

Estas fuentes permitieron estudiar aspectos básicos por considerar para la realización de los planes de gestión y como se aplican al proyecto u obra donde se realizó. Esto para tener una perspectiva más amplia de como se debe desarrollar tal plan.

Observación:

Consistió en visitas al campo para realizar inspecciones rutinarias de toma de datos como rendimientos, procesos, equipo, maquinaria, personal utilizado entre otros factores que se pueden observar.

Se logró por medio de la observación recopilar la mayor cantidad de datos útiles para el proyecto, donde se generó información completa de todos los procesos involucrados en la realización de la obra. De esta manera se logró clasificar y consignar los acontecimientos pertinentes de acuerdo a lo previsto.

Se realizó por medio de la observación participante que es cuando el investigador no tiene ningún tipo de relaciones con los sujetos

que serán observados; ni forma parte de la situación en que se dan los fenómenos en estudio.

Entrevistas no estructuradas:

Esta metodología se aplicó cuando se necesitó información más específica que no pudo ser obtenida a través del método de observación. Consistió en conversaciones directas durante las visitas a campo con los trabajadores o el técnico de la obra.

De igual forma se entrevistó al ingeniero encargado cuando se ameritaba de información más técnica.

La importancia de este tipo de entrevistas es que las mismas se efectuaron en el sitio de trabajo, logrando apreciar la percepción que tenía el entrevistado del proyecto sin imponerse con una opinión propia, por lo que se logró en todos los casos obtener la información requerida.

Análisis y consolidación de la información:

Una vez obtenida la información del proyecto se procedió a seleccionar los puntos más relevantes para el cumplimiento del propósito del proyecto, y así iniciar la generación de resultados por medio de tablas o cuadros de análisis.

Desarrollo del proyecto:

Con base en la información recolectada y analizada, y utilizando el juicio experto se generan un Sistema de control de calidad en la construcción de Aportes, de acuerdo al objetivo general y a los objetivos específicos planteados. Este sistema se hará con relación a los grupos de procesos de inicio y planificación según el PMI®.

Una vez desarrollados los métodos de recopilación de información se procede a la producción del plan de gestión de calidad con la información obtenida del Proyecto Aporte La Flor.

Resultados

Organización de la obra

Dentro del proyecto hidroeléctrico Toro III se encuentran obras de derivación, siendo la construcción del Aporte La Flor una de ellas, y esta constituye la base de este proyecto, obra menor pero no menos importante para el desarrollo del proyecto total.

Esta obra de derivación tiene como estructura organizativa la siguiente:

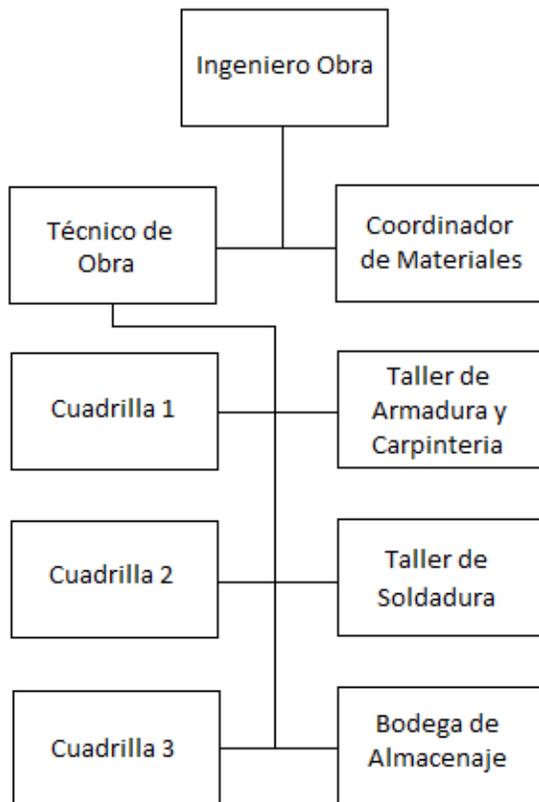


Figura 7. Organigrama del Aporte La Flor. Elaboración propia, WBS Chart Pro, 2012.

El proyecto cuenta con tres cuadrillas para la realización de los procesos constructivos como se observa en la Figura 7, un encargado de bodega junto con un peón que le ayuda en la entrega de materiales y documentación, un encargado de soldadores que se encargan de realizar las labores de construcción de estructuras metálicas, ya sean bodegas u otras, un encargado poli funcional que se encarga de colocar bombas de agua, coordinar el Backhoe entre otras labores.

Por lo general en los proyectos no se tiene la posibilidad de elección de personal por lo que puede haber algunos trabajadores que no dan con las expectativas esperadas generando bajos rendimientos.

Uno de los entregables del presente proyecto es la identificación de las actividades que conforman el Aporte La Flor y sus respectivos procesos. El cuadro 1. Muestra este entregable.

Cuadro 1. Actividades que conforman la construcción del Aporte La Flor	
Nombre	Proceso
Actividades preliminares	Edificaciones y terrazas Desmantelamiento y Cierres Puente peatonal
Movimiento de tierras cielo abierto	Excavación General
Vías de acceso	Vías de acceso Vado Desvió
Tubería de conducción	Instalación Relleno
Sitio Presa	Sustitución parte 1 Sustitución parte 2 Aletones Descarga de fondo Vertedor Toma de agua Desarenador Marcos de Izaje
Estilización de taludes	Concreto lanzado
Estructuras metálicas	Barandas y escaleras Parrilla
Compuerta	Fabricación Montaje Mecánico
Cámara de Carga La Flor	Excavación canal Disipador y canal Excavación de Cámara Cámara de Carga

Fuente: Excel, elaboración propia.

Considerando que durante el periodo de práctica no se pudo observar la totalidad de los procesos, por lo que solamente estos se tomaron en cuenta para la realización del Plan de Gestión de Calidad (ver limitaciones en la página 6)

A continuación se describen los procesos en los cuales se tuvo participación:

- Tubería de conducción
 - Instalación
 - Relleno
- Obra Civil
 - Sustitución parte 1
 - Aletones
 - Descarga de fondo
 - Vertedor
 - Desarenador
 - Marcos de Izaje
- Cámara de carga
 - Disipador y canal
 - Cámara de carga

Dentro de las actividades que se desarrollaron en cada una de esos procesos están las siguientes:

- Encamado con lastre fino como base para tubería
- Revisión de compactación
- Colocación tubería
- Revisión de alineado topografía
- Construcción PI en los puntos de cambio de dirección
- Colocación de agregado en costados de tubería
- Compactación de agregado en capas de 30 cm hasta media altura del tubo
- Revisión de compactación por control de calidad
- Colocación encofrado
- Colado concreto ciclópeo
- Desencofrado
- Preparación superficie para juntas
- Colocación guías para colocar armadura
- Establecer punto de colocación y altura de armadura por topografía
- Colocación armadura según planos

- Revisión de armadura por control de calidad
- Colocación encofrado
- Revisión de alineado formaleta por topografía
- Limpieza de sitio
- Revisión de limpieza por control de calidad
- Colado concreto
- Instalación sistema de curado
- Desencofrado
- Revisión de hormigueros en concreto por control de calidad
- Reparación de hormigueros en concreto

Los anteriores se utilizan en algunos casos dependiendo del tipo de proceso que se esté desarrollando.

Estructura detallada de trabajo EDT

El cuadro 2 muestra la estructura detallada de trabajo del proyecto.

Cuadro 2. Estructura detallada de trabajo que cubre el plan de gestión de calidad

Frente	Proceso	Actividad
Tubería de conducción	Instalación	Encamado con lastre fino como base para tubería Revisión de compactación Colocación tubería Revisión de alineado topografía Construcción PI en los punto de cambio de dirección
	Relleno	Colocación de agregado en costados de tubería Compactación de agregado en capas de 30 cm hasta media altura del tubo Revisión de compactación por control de calidad
Sitio de Presa	Sustitución parte 1	Colocación encofrado Colado concreto ciclópeo Desencofrado Preparación superficie para juntas
	Aletones	Colocación guías para colocar armadura Establecer punto de colocación y altura de armadura por topografía Colocación armadura según planos Revisión de armadura por control de calidad
	Descarga de fondo	Colocación encofrado Revisión de alineado formaleta por topografía
	Vertedor Desarenador	Limpieza de sitio Revisión de limpieza por control de calidad Colado concreto Instalación sistema de curado Desencofrado Revisión de hormigueros en concreto por control de calidad Reparación de hormigueros en concreto
Cámara de carga	Disipador	Colocación guías para colocar armadura Establecer punto de colocación y altura de armadura por topografía Colocación armadura según planos Revisión de armadura por control de calidad
	Canal	Colocación encofrado Revisión de alineado formaleta por topografía Limpieza de sitio Revisión de limpieza por control de calidad
	Cámara de carga	Colado concreto Instalación sistema de curado Desencofrado Revisión de hormigueros en concreto por control de calidad Reparación de hormigueros en concreto

Fuente: Excel, elaboración propia.

El Cuadro 3 muestra los criterios de aceptación que son requeridos para la calidad de los procesos. Estos fueron definidos por medio de entrevistas al personal.

Cuadro 3. Requerimientos mínimos de aceptación en cada proceso para ser aprobado.	
Actividad	Requerimientos
Encamado de tubería	Agregado de lastre fino para encamado Encamado (capas espesor 30 cm) Compactación al 90%Próctor Estándar Revisión con densímetro nuclear
Colocación tubería	Revisión de que la cama aceptada Tubo alineado según planos Verificación de topografía Unión de tubos grasa en sus extremo para no arrastrar el empaque
Construcción PI	Colocación de guías para la armadura Verificación de topografía Colocación de armadura Colocación de encofrado Verificación de topografía Colocación de concreto Desencofrado con revisión de hormigueros
Colocación de agregado	Agregado de lastre fino para encamado Encamado en capas de espesor 30 cm
Compactación de agregado	Compactación al 90%Próctor Estándar Revisión con densímetro nuclear
Colocación armadura	Colocan guías para colocación Verificación de separaciones de acero Verificación de calibre de acero correcto Utilización de amarra tipo pata de gallo Verificación armadura este amarrada a las guías y no soldada Revisión de empalmes Longitud de desarrollo
Colocación encofrado	Utilización de desencofrante Alineamiento de encofrado Utilización de Tie Arriestrado de encofrado Verificación de topografía Utilización de helados

Cuadro 3. Requerimientos mínimos de aceptación en cada proceso para ser aprobado.	
Colado concreto	Limpieza de sitio Acero limpio de tierra, concreto, grasa, etc. Verificación última de calibre de acero Verificación de recubrimientos Calidad del concreto según diseño medible por cilindros Revisión de revenimiento Altura de caída Correcta distribución de vibración Colocación sistema de curado
Desencofrado	Verificación de acabado de concreto Si es necesario reparación de hormigueros Ubicación de los paneles en orden para posterior utilización.

Fuente: Excel, elaboración propia.

Una vez recolectados los datos anteriores se logró elaborar el Plan de gestión de calidad, el cual se esboza en una Guía de control de calidad en la construcción de Aportes, descrito en el apéndice 1 de este informe, contiene la propuesta de lo que se considera que los encargados de la construcción de un aporte deben realizar para el cumplimiento de los requisitos de calidad necesarios para su desarrollo.

Guía de control de Calidad

La guía se compone de 12 secciones, a continuación se muestra y describe cada una de estas secciones.

Sección 1. Alcance y aspectos generales

Esta sección indica de manera general en que consiste la guía, además muestra el alcance esperado por esta. De igual forma hace introducción al tema del control de calidad dando una idea al lector de la consistencia del trabajo.

Además incluye los objetivos a cumplir con la guía así como las limitaciones que se presentaron.

Sección 2. Desarrollador del Proyecto

Esta sección muestra información de la empresa desarrolladora del Proyecto, en este caso el Instituto Costarricense de Electricidad, el cual es el más desarrollador importante en la construcción de proyectos hidroeléctricos en el País.

Además, se muestran algunas de las características del proyecto hidroeléctrico. Toro 3 y el lugar específico donde se desarrolla el trabajo, el Aporte La Flor.

Sección 3. Terminos y definiciones

La sección muestra los términos, definiciones y conceptos más importantes en el control de la calidad, lo cual ayuda en la explicación de lo que se busca al controlar este factor tan importante.

Sección 4. Normas de Consulta

Muestra una lista de normas de referencia aplicadas a cada uno de los elementos presentes en el proyecto, como lo son el concreto, acero, cemento y agregados, los cuales siempre evaluados constantemente ya que forman parte de la materia prima utilizada.

Sección 5. Control de Calidad

Esta sección describe los requisitos de control de calidad que se busca implementar en el desarrollo de Aportes con características similares al Aporte La Flor, además de describir en forma general la forma de implementación a utilizar, implementación que se describirá mejor en la Sección 7 del documento en el Apéndice 1.

Sección 6. Documentación

Describe y explica los documentos elaborados y los niveles de documentación que rigen en el Plan de gestión de calidad.

De igual forma describe la forma como se controlaran los documentos en el proyecto, cual será su disponibilidad y quienes tendrán acceso a ellos.

Por ultimo explica como es el sistema de codificación utilizado para el mejor entendimiento de los usuarios.

Sección 7. Propuesta de Implementación del Sistema de Control

Esta sección muestra los pasos propuestos para la implementación del control de calidad en la obra, esto se formulo a partir de lo observado en la obra, donde se vieron los puntos débiles en el control según lo buscado por este proyecto.

Se habla de reuniones entre personal de la obra para discusión de temas importantes, forma de comunicar los temas al personal de campo, así como la aplicación de los formularios de control y la evaluación de los resultados de estos formularios, todo para el cumplimiento de la calidad.

Sección 8. Procesos del Aporte

Esta sección describe cada uno de los procesos involucrados en el desarrollo de la obra, por lo que se describe cada uno de ellos, formando una imagen de en que consisten.

Seguido se da información de la cantidad de macro materiales utilizados en la obra Aporte La Flor con el objetivo de crear conciencia, a los desarrolladores de Aportes con características similares a este, de cuales son las materiales necesarios y cuanto se necesita para su

construcción, esto porque información como esta es de gran importancia en la planificación de una obra.

De igual forma se muestra el flujo de personal que se utilizó en la obra, con orden cronológico según las bisemanas trabajadas, lo que ayuda en la planificación de la obra al realizar las contrataciones de personal de campo, mostrando en que momento se necesita un pico alto de personal presente. Por ultimo esta el equipo necesario en la obra, otro punto importante en la planificación.

En la figura 8 se muestra una de las tablas que contienen información de las cantidades de materiales utilizadas en la obra por cada proceso involucrado, estas son tomadas de la Guía de Control de Calidad que se encuentra en el Apéndice 1 de este documento.

Por otro lado se tiene la Figura 9 que muestra el flujo de personal utilizado en el Sitio de Presa del Aporte La Flor, el cual fue extraído de la Guía de Control de Calidad.

Por último se tiene muestra la Figura 10 que es parte del Requerimiento de Equipo en la obra, donde tanto esta Figura como las dos mencionadas anteriormente tienen la finalidad de dar ejemplo de lo realizado en esta sección de la Guía de Control de Calidad.



Cuadro 6. Materiales utilizados en la realización de Sustituciones

DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
CONCRETO RESISTENCIA 140 KG/CM² CP	m³	390
CONCRETO RESISTENCIA 175 KG/CM² CP	m³	163
CONCRETO RESISTENCIA 210 KG/CM² CP	m³	6
CONCRETO RESISTENCIA 80 KG/CM² CP	m³	238
LAMINA AC EXPANDIDA 3.17 mm X 1.22 X 244 m	Unidad	7
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	137,76
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	6,72
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	1
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	21
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	320
VARILLA ACERO DEFORMADA #8 25.4 mm X 12 m GR-60	Unidad	38
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	45

Figura 8. Ejemplo de Materiales por Proceso, Sección 8. Procesos del Aporte. Elaboración Propia, 2012



Gráfico 1. Flujo de personal por puesto utilizado en la construcción del Sitio de presa, Aporte La Flor hasta el 14 de Septiembre de 2012.

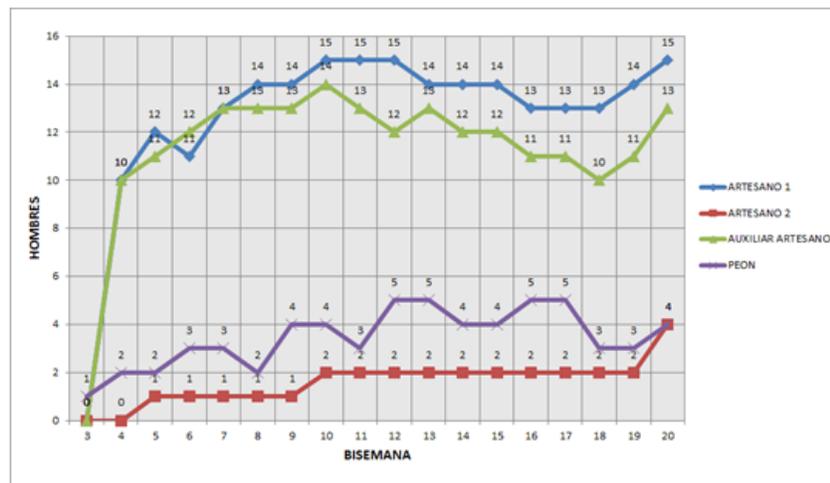


Figura 9. Ejemplo de diagramas de flujo de personal de la obra. Sección 8. Procesos del Aporte. Elaboración propia, 2012



Cuadro 18. Recursos (Equipo, maquinaria) necesarios en el Fogón

Cantidad	Unidad	Ítem	Función
1	unidad	Tolva dosificadora	Realizar el cargado de las chompipas para la elaboración de concreto
1	unidad	Bomba Bio5	Suministra agua de la quebrada al tanque o la bomba presión
1	unidad	Bomba 5 HP	Suministra agua al fogón ya sea de la Bio5 o del tanque de almacenamiento
1	unidad	Tanque 40.000 litros	Almacena 40.000 litros de agua para ser utilizada en caso emergencia
1	unidad	Bodega para cemento 4x16 m	Almacena el cemento en Esquivas de 35 sacos con capacidad de 56 esquivas máximo
1	unidad	Patio para agregado 250 m3 c/u	Acopio de Piedra 3/4 y 1/2, arena, lastre fino (chorro)

Figura 10. Ejemplo de equipo necesario en la obra. Sección 8. Procesos del Aporte. Elaboración Propia, 2012

Sección 9. Procesos Constructivos

Esta sección muestra los procesos constructivos más importantes en la construcción de un Aporte, donde se ve a partir de diagramas la forma de desarrollarlos, esto con la idea de economizar tiempos en planificación de estas actividades que conforman cada proceso.

Dentro de los procesos elaborados estas los siguientes mostrados en el Cuadro 4. Procesos elaborados para el Plan de Gestión de calidad.

Cuadro 4. Procesos elaborados para el Plan de Gestión de calidad

Código	Proceso
PC-CEG-01	Construcción Estructuras General
PC-CVT-01	Construcción Vertedor y Toma de Aguas
PC-CEM-01	Construcción Estructuras con Marco Izaje
PC-CTC-01	Construcción Tubería de Conducción
PC-CTM-01	Compra y Transporte de Materiales

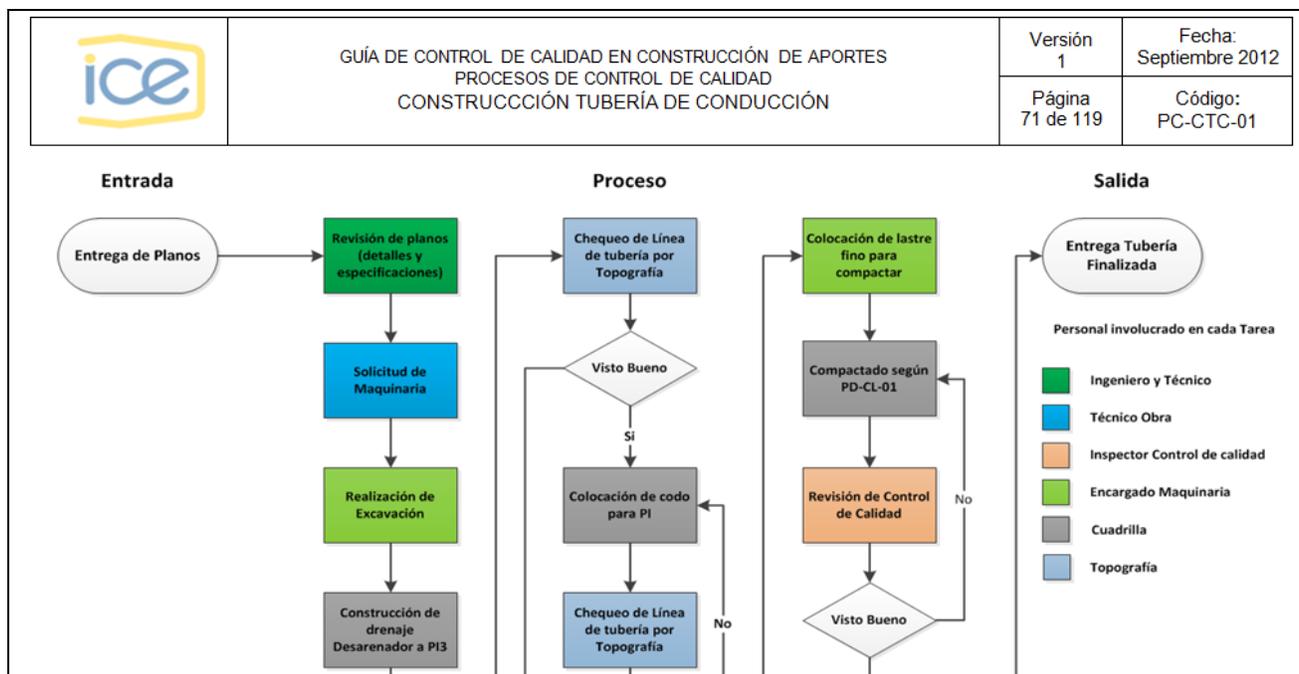


Figura 11. Ejemplo del diagrama de flujo para la realización del Proceso de Construcción de Tubería en el Aporte La Flor. Elaboración propia, 2012

Sección 10. Procedimientos Constructivos

Los procedimientos constructivos buscan mostrar la forma correcta de realizar cada una de las actividades necesarias para lograr cumplir con los procesos constructivos.

Estos procedimientos llevan una secuencia lógica de acción para lograr cumplir con los parámetros de calidad establecidos, donde el seguimiento estricto de estos producirá la disminución de errores en la obra.

A continuación se muestra los procedimientos creados, en el Cuadro 5. Procedimientos elaborados para el Plan de Gestión de Calidad.

Cuadro 5. Procedimientos elaborados para el Plan de Gestión de calidad

Código	Procedimiento
PD-RA-01	Revisión de Acero
PD-RCC-01	Revisión de Colado Concreto
PD-RED-01	Revisión de Encofrado y Desencofrado
PD-RVC-01	Revisión de Vibrado Concreto
PD-RRA-01	Revisión de Reparaciones y Acabado
PD-OC-01	Orden de Compra

4. Procedimiento

4.1. Revisión de la formaleta

- 4.1.1. Se debe de hacer una revisión del acero por parte del Técnico de obra según el **Procedimiento PD-RA-01 Revisión de Acero**.
- 4.1.2. La formaleta a utilizar debe estar libre de imperfecciones en la superficie interna, totalmente plana, sin huecos ni reventaduras que comprometan el acabado de la estructura.
- 4.1.3. La superficie de la formaleta debe estar libre de sustancias o materiales que impidan un buen acabado de la estructura, como lo son residuos de mortero, basura y material orgánico.
- 4.1.4. La formaleta debe tener una buena condición de su marco, sin deflexiones o partes quebradas, para que soporte las cargas de empuje que ejerce el concreto y mantenga su forma a la hora del colado.
- 4.1.5. Realiza la aplicación del desmoldante en forma homogénea en la superficie de la formaleta antes de su colocación.
- 4.1.6. La revisión de los puntos anteriores es responsabilidad del técnico y el inspector de control de calidad.

4.2. Encofrado de armadura

- 4.2.1. Se debe de modular por parte del técnico e Ingeniero encargado en la medida de lo posible la estructura para el cálculo de la formaleta a utilizar.
- 4.2.2. Se debe supervisar por parte del técnico la colocación de la formaleta,

Figura 12. Ejemplo de Procedimiento para la Revisión de encofrado y desencofrado. Elaboración propia, 2012

Sección 11. Formularios de Control

Esta sección contiene los formularios elaborados para el control de los parámetros de calidad en campo, estos contienen dentro de su formato los parámetros medibles para cada actividad, donde se puede chequear como correctos cada uno de ellos o se pueden rechazar, ofreciendo la opción de verificación de reparación, además de las debidas observaciones.

Estos se elaboraron con la idea de tener una herramienta de fácil aplicación en campo, que pueda ser utilizado por cualquier persona que maneje los conceptos básicos de construcción.

A continuación se muestra los formularios en el Cuadro 6. Formularios elaborados para el Plan de Gestión de Calidad

Cuadro 6. Formularios elaborados para el Plan de Gestión de calidad	
Código	Formulario
FC-RA-01	Revisión de Acero Estructural
FC-RCC-01	Revisión Colado de Concreto
FC-ED-01	Encofrado y Desencofrado
FC-RGS-01	Revisión General de Sitio
FC-CC-01	Control de Colado

	SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD REVISIÓN DE ACERO	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 96 de 118	Código: FC-RA-01

PROYECTO:	Versión: 1
ESTRUCTURA:	
ENCARGADO DE LA ESTRUCTURA:	Fecha:
ENCARGADO DE LA INSPECCIÓN:	

No.	PARÁMETROS MEDIBLES	CUMPLE			REPARACIÓN INMEDIATA		OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	SI	NO	
1	Acero con diámetro y grado según especificaciones en planos						
2	Si la armadura es mayor a 6 o 12 metros, se establecen los empalmes necesarios para realizar el corte incluyéndolos?						
3	Se realiza el corte de varilla con cortadora hidráulica en el taller de armadura						
4	Se realiza el doblado con dobladora hidráulica y queda con las dimensiones según planos						
5	Se coloca el acero doblado en un sitio cerca del taller para luego ser transportado a sitio de construcción						
6	Se transporta el acero doblado al sitio de construcción en el orden de colocación para evitar errores						
7	Se coloca el acero según la separación y dimensiones establecidas en planos						
8	Se utilizan amarras tipo pata de gallo con alambre dulce #16 o #18 con doble hilo.						

Figura 13. Ejemplo de Formulario de control en revisión de acero. Elaboración propia, 2012.

Sección 12. Anexos

Esta sección contiene dos tablas, la primera es la tabla de “Tiempos mínimos de remoción de las formaletas”, la cual es necesaria y mencionada en la Sección 10. Revisión de Colado Concreto, donde se habla del proceso a realizar luego de colocado el concreto.

La segunda tabla “Recubrimientos mínimos” es mencionada también en la Sección 10. Revisión de Encofrado y Desencofrado, donde se requiere de esta para ver las dimensiones mínimas establecidas para recubrimientos.

Análisis de Resultados

Al iniciar la práctica en el Proyecto Hidroeléctrico Toro 3, en el frente Aporte La Flor, se tomó en cuenta la forma en que se encontraba estructurado el departamento de Obra Civil, encontrando un orden jerárquico, donde el Ingeniero encargado delega funciones al Técnico de la obra y realiza solicitudes de materiales al Coordinador de materiales. Este tipo de mando es el que encontramos en todos los frentes de trabajo del ICE y que ha dado buenos resultados al pasar del tiempo. Esto es importante a la hora de generar un control de Calidad donde el ingeniero encargado debe ser el que dirija el camino a seguir para la Gestión de la calidad.

Por otro lado tenemos que el técnico es el encargado de delegar funciones al personal obrero, este a la vez realiza la selección de las personas que van a ser encargados de cuadrilla, punto importante que se toma en cuenta en la Propuesta de implementación del Sistema de control de calidad.

Un aspecto importante en el personal de la obra, es que este no es seleccionado por el Técnico, sino que el Departamento de Recursos Humanos hace las contrataciones y son asignados a los diferentes frentes, esto puede representar la llegada de personal no capacitado para la labor a pesar de su nivel de contratación aspecto que será discutido más adelante.

Además de visualizar el personal de la obra se buscó la identificación de los procesos por los cuales esta comprendido el proyecto, esto con la misión de involucrarse y dominar el ámbito de la obra, evitando así la generación de errores por desconocimiento de las áreas, esto generó el resultado mostrado en el Cuadro 1. En este cuadro se muestra todos los procesos a desarrollar en el Aporte, de los cuales se tomaron para efectos del proyecto los que se realizaron durante el tiempo de práctica.

Seguido del reconocimiento de procesos se buscó establecer cuales actividades eran necesarias para el desarrollo de cada uno de ellos, las cuales mostrarían a la vez cada uno de

los parámetros necesarios para el cumplimiento de la calidad en la construcción.

Estos parámetros o requerimientos de calidad son la base para la creación de los documentos de control que presenta la Guía elaborada.

Por otro lado esta la elaboración del EDT, el cual se realizó a partir de la Estructura Detallada de Trabajo que facilitó el Ingeniero de la Obra, donde incluía toda la información del Aporte, donde se analizó que con el fin de discernir en lo útil según los alcances del proyecto y lo que no, de esta manera se elaboró el Cuadro 2. Estructura detallada de trabajo del Plan de Gestión.

Esta EDT ayuda en la identificación de cada uno de los procesos junto con las actividades necesarias para su culminación, por lo que se facilita aun más el trabajo de búsqueda de requerimientos, ya que estos están identificados según la actividad, los cuales se muestran en el Cuadro 3.

Una vez recolectada toda la información se elabora el Plan de Gestión de calidad que da como resultado la elaboración de la Guía de Control de Calidad. La finalidad de esta Guía es dar una idea clara a la persona encargada de construir una obra con las características o similares al del Aporte La Flor, lo que llevo a su creación.

Guía de Control de Calidad

La estructura que se utilizó en la elaboración de esta guía fue tomada a partir de la Norma INT-ISO 9001:2000 y de los proyectos de graduación de Alonso Cárdenas Mora en 2011 y Ernesto Jiménez Rodríguez en 2009, esta ya que el PMBOK no muestra como realizar algo parecido, ya que es solo una explicación que simplifica los conceptos, para ser asimilados y aplicados de una forma más rápida, dando como resultado la combinación de dos fuentes distintas de cómo lo

son el PMI y la ISO. De igual forma se mantuvo como base la Guía del PMI para su realización.

Sección 1. Alcance y aspectos generales

El alcance de lo investigado va dirigido a todo usuario que requiera esta guía para integrar procesos hacia la gestión en el control de la calidad de Aportes, generando herramientas necesarias para el desarrollo de los otros Aportes a construir

Se persigue conformar cultura de planificación y visión de mejora continua establecidos según las necesidades observadas en la obra, estos son objetivos generados específicamente para la aplicación de la guía y son diferentes a los planteados para la elaboración del plan de gestión de calidad.

Además de los aspectos anteriores mencionadas se agregó en esta sección las limitaciones presentadas durante el desarrollo del proyecto: El inicio de la práctica fue tiempo después de iniciada la obra de construcción, esto implica directamente la ausencia durante etapa de planificación, lo que formaba parte del objetivo general donde se hablaba de realizar el plan de gestión involucrando los grupos de procesos, esto impidió tomar en cuenta el proceso de planificación, además que es gestionado por el departamento de ingeniería y el encargado de la obra es el departamento de construcción, haciendo un poco difícil la adquisición de esta información al ser departamentos separados.

Otra limitación que se presentó durante el desarrollo fue el término de la práctica antes de la culminación de la obra, esto impidió la recolección de datos de los procesos faltantes como lo fueron el Desarenador, marco izaje de la compuerta JC2 y el Aletón derecho.

Sección 2. Descripción del desarrollador del proyecto

La descripción del desarrollador se realiza con la intención de dar a conocer quien es el encargado del proyecto, donde se da información acerca del proyecto hidroeléctrico. Toro 3 y del Aporte La Flor la cual es importante para ver las características de la obra, esto por la sencilla razón de que al tratar de aplicar este Plan de Gestión a otra obra, se debe adecuar a la situación específica y condiciones del proyecto a realizar.

Sección 3. Terminos y definiciones

Los términos, conceptos y definiciones que se muestran son utilizados en temas de gestión de calidad y control, con esto se busca introducir al usuario al tema con aspectos básicos lo que ayuda a los colaboradores a integrarse con la ideología de gestión de calidad, evitando la incidencia de errores de interpretación que conduzcan a la mala aplicación del sistema de control de calidad. Esto es fundamental para que el sistema se aplique de forma homogénea por parte de todo el personal.

Sección 4. Normas de Consulta

La indicación de las normas utilizadas en el Proyecto Toro 3, se realizó considerando que al efectuar un control en la calidad, este debe tener un patrón de comparación, el cual indique las desviaciones con respecto a los parámetros de medición que se establecieron.

Estas normas son manejadas por el Departamento de control de calidad de Toro 3, este es el encargado del control de la calidad general del proyecto, por lo que cuenta con técnicos e inspectores en según la guía de control de calidad se buscará estar un paso delante de esta verificación realizada por los inspectores, lo que mejorará cuantiosamente la calidad en la construcción.

Sección 5. Control de calidad

La elaboración del sistema para el control de calidad pretende gestionar y describir de forma detallada la estructura de los procesos constructivos requeridos para la construcción de un Aporte. Por esto se mencionan los requisitos generales del sistema de control de calidad en esta sección, los cuales incluyen estructurar el proceso de trabajo a seguir en la elaboración de cada elemento, explicar los procedimientos de trabajo y aplicar formularios a los trabajos realizados.

Otro aspecto importante de la sección es que explica lo que esta guía pretende, que es ser una forma de control de calidad más específico en la obra, que deberá ser implementada por parte del ingeniero de obra civil, donde su objetivo principal es el de colaborar con la agilización de procesos de planeación de obra.

Sección 6. Documentación

En la creación del Plan de Gestión de calidad, se generó una importante cantidad de documentos, por lo que nace esta sección con la necesidad de incluir una descripción de cada uno de estos documentos, donde se explican los niveles de documentación que se establecidos los cuales son la Guía de Control de Calidad, Procesos Constructivos, Procedimientos Constructivos y Formularios de Control, los cuales cada uno es complemento del otro.

También se mencionó que estos estarán en manos del Ingeniero Encargado para que este disponga de ellos, vele por su aplicación y cumplimiento de los parámetros.

Además se explicó el sistema de codificación utilizado, el cual fue elaborado con la ayuda del Ing. Alonso Cárdenas Mora, que por medio de una consulta dio la idea en la cual se crea la codificación que existe en el documento, codificación que se presenta por tipo de documento, actividad que representa y número de versión del documento, que explica al usuario y genera un mayor dominio del documento.

Sección 7. Propuesta de Implementación

Esta sección forma parte importante del Plan de Gestión de Calidad, ya que la aplicación de esta en la ejecución de la obra significaría un cambio a las prácticas actualmente realizadas incidiendo directamente al aumento en la calidad.

Se elabora a partir de lo observado durante el tiempo de práctica, donde al tener relación con todos los niveles jerárquicos, desde el ingeniero hasta el peón de la obra, se puede ver como se desarrolla el trabajo en la obra, exponiendo desde su atributos como sus defectos más profundos.

Por esta razón se elabora la propuesta de implementación, la cual llega a ser en parte una recomendación para la dirección de la obra evitando problemas que a la vista del ingeniero son imperceptibles, esto por el simple motivo de que se da una cadena de mando vertical y esto hace que el ingeniero no se involucre directamente con los obreros.

Lo que se hace para tratar de corregir los errores que se dan por esta situación es proponer las siguientes acciones:

- Reunión ingeniero y técnicos:

Se trata de establecer una comunicación entre el ingeniero y técnicos, más organizada, ya que esta se da solo al presentarse problemas o iniciarse una actividad, por esto se busca que se realicen reuniones más planificadas para aclarar aspectos constructivos que la ser establecidos con tiempo se reduce significativamente el riesgo de errores.

- Reunión con personal:

La comunicación existente del técnico con el personal es según se lo descrito en este apartado, pero se incluye para documentarla y que sea de carácter oficial.

- Comunicación de parámetros de calidad:

Este apartado es muy importante según lo que se observo en la obra, ya que se encontró en varios casos que el encargado de cuadrilla tenía muchas deficiencias en el dominio de la técnica constructiva como los parámetros de calidad establecidos, por lo que se dieron en la obra atrasos por errores en los trabajos, obligando a realizarlos de nuevo, lo que implica un aumento en el tiempo de desarrollo de la obra y afecta la fecha de entrega.

Este problema sumado a la ideología dominante que existe en la obras del ICE, donde se piensa que se debe realizar el mínimo esfuerzo posible por ser una institución del gobierno genera en la gran mayoría de los casos que se den cada vez con mayor intensidad.

Un ejemplo de ello es la siguiente situación real que se describirá:

En la construcción del canal del desordenador se presentó un problema en la colocación de la armadura donde el encargado era el responsable, y al preguntar a uno de los obreros, que tiene experiencia en el área al trabajar en el sector privado, este decía, "yo solo sigo ordenes aunque sé que lo realizado esta mal", caso como este son los presentados con frecuencia.

- Aplicación de formularios:

La aplicación de los formularios creados es otro punto importante para el control de la calidad en la obra, pero estos deben ser utilizados por personal capacitado, que maneje los conceptos y requerimientos de calidad en cada uno de las actividades realiza, de esto depende el éxito de su utilización o su fracaso.

- Evaluación del cumplimiento de parámetros:

La evaluación de los resultados que generan los formularios es crucial para la mejora continua en la construcción, ya que de no

realizarse se estancaría en lo mismo y lo que se busca es la prevención.

Sección 8. Procesos del Aporte

Esta sección no es común encontrarla en una Guía de control de calidad donde lo que se busca es dar pautas al usuario para manejar aspectos administrativos que incluyen documentos, acciones directivas, entre otros, que al ser seguidas según lo planteado se logra realizar la gestión en el control de la Calidad.

Pero la razón por la cual se crea es la misma por la que se realizó el proyecto, que es servir de ayuda en la construcción de Aportes, y al no tener información de la etapa de planificación, se decide realizar esto como se haría en un Plan de Ejecución de Obra, donde se trata de establecer todo lo necesario para desarrollar un proyecto constructivo, donde se incluyen materiales, personal, maquinaria y equipo necesarios, ayudando de esta forma a la planificación de la construcción de los Aportes.

Por esto se incluye en esta sección información acerca de cada uno de los procesos involucrados, donde se da una descripción general de cada uno junto con fotografías, esto sirve de base, donde se puede ver las características de estos, las cuales se deben estudiar y adecuar el Plan al proyecto a realizar.

Otro aspecto que se incluyó fue la cantidad de materiales que representan el mayor costo en la obra, el equipo utilizado y el flujo de personal que se emplea, los tres son parte fundamental en la etapa de planificación, ya que si se fuese a realizar un Aporte de la misma magnitud del Aporte La Flor, estos datos serían la base para la obtención del costo de la obra.

Los materiales son divididos según el proceso en el cual fueron utilizados, como se puede ver en los cuadros 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 de esta sección, se muestran los materiales que representan mayor costo por ser estos base principal para la obtención del presupuesto del proyecto, solo en el caso del Desarenador y el Aletón Derecho se tiene que según lo explicado en las limitaciones, no se pudo estar hasta su culminación, por lo que se muestran las cantidades hasta el 14 de Septiembre.

El flujo de personal se introdujo, ya que el manejo del personal necesario para realizar esta construcción en el tiempo definido, se puede obtener de este, dando poder al ingeniero de

aumentar o disminuir la planilla según quiera aumentar la velocidad de los trabajos o mantener el ritmo interpretando los flujos.

Por último se tiene el requerimiento de equipo en la obra, este apartado tiene la intención de informar sobre la cantidad y características del equipo necesario, en una obra como el Aporte La Flor, información que para una persona que este iniciando en el área de construcción de proyectos hidroeléctricos no conoce por la falta de experiencia, por lo que volvería la guía en una herramienta que podría utilizar cualquier ingeniero sin importar su trayectoria.

Sección 9. Procesos Constructivos

La generación de estos documentos de control se realiza para dar a conocer la forma de realizar los diversos procesos constructivos presentes en la obra. Estos documentos tratan de abarcar todos los procesos existentes en el proyecto por lo que en algunos casos abarcan varios procesos constructivos, tal es el caso del procesos de control de calidad "Construcción de estructuras generales" el cual es aplicable a muchos de los procesos mostrados en el cuadro 2. Estructura detallada de trabajo.

Esta sección muestra por medio de diagramas de flujo los pasos para realizar cada uno de los procesos de la obra, lo que agiliza la realización de los mismo al no tener que plantear el orden en que se van a realizar cada una de las tareas por las que están conformados.

Estos se muestran en una lista en el Cuadro 4. Procesos Elaborados para el Plan de Gestión de Calidad y en esta sección de la Guía.

Sección 10. Procedimientos Constructivos

Los procedimientos indican la forma en que se debe llevar a cabo las actividades que conforman los procesos, donde se muestra paso a paso la manera de realizarlas, lo que genera un mayor dominio de parte del usuario de la Guía con respecto a estas actividades, evitando posibles errores.

Estos procedimientos están ligados a los procesos de control de calidad, además de ser complementados a su vez con los formularios de control, de esta manera se tiene todo un sistema de control de calidad, donde cada requerimiento de calidad esta definido e indicado lo que va a

generar la disminución de errores por desconocimiento.

En el cuadro 5. Procedimientos elaborados para el plan de gestión de calidad se muestra la lista de los procedimientos creados.

Sección 11. Formularios de Control

Los formularios de control tiene la función de verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos y recolectar información a la vez, esto con el fin de analizar e identificar donde se los puntos donde se generan la mayor cantidad de errores, ayudando así a su corrección por medio del un plan de mejora continua.

En el Cuadro 6. Formularios elaborados para el Plan de Gestión de Calidad se muestra la lista de formularios creados para este proyecto.

Sección 12. Anexos

Las tablas de “Tiempos mínimos de remoción de las formaletas” y “Recubrimientos mínimos” son importantes para el control de la calidad en cada proyecto ya que gracias a ellas se pueden medir aspectos básicos en toda obra, por este motivo no podían faltar, siendo a la vez ligadas a los Procedimientos de Control de Calidad elaborados.

Una realizadas todas las secciones que conforma el plan de gestión de calidad, conformado por la Guía de control de calidad, los procesos, procedimientos y formularios de control se determina que todo este Sistema promueve un control de calidad eficiente, donde se aplica los conceptos de mejora continua, lo que lo hace aplicable y útil para ser utilizado en la realización de otros proyectos o Aporte con características similares al Aporte La Flor, o en caso de ser diferente se pueda interpretar para ser adecuado a las características del proyecto por desarrollar.

Conclusiones

1. Al desarrollar un plan de gestión de calidad aplicado a los procesos constructivos de una obra es importante identificar los parámetros y requerimientos de control, ya que estos son la base del plan y su aplicación es la llave para el éxito.
2. La estructura detallada de trabajo es de gran importancia para la identificación de los procesos involucrados en el desarrollo del proyecto, por lo que es fundamental elaborarla en la etapa de planificación de la obra para efectos de aplicación de la guía.
3. La elaboración del plan de gestión de calidad se cumplió para los grupos de procesos de las etapas de ejecución, control y seguimiento aplicado en la construcción de Aportes, lo que generó la creación de una guía de control de calidad, la cual es una herramienta que permite homogenizar el concepto de calidad, capacitar a los colaboradores, mejorar la comunicación interna entre obreros y encargados, además de medir directamente la calidad con la utilización de los procesos constructivos, procedimientos constructivos y los formularios de control creados.
4. Los procedimientos constructivos y los formularios de control son parte importante del control de la calidad en forma directa aplicada a los trabajos de campo, ya que de estos depende la aceptación de las obras culminadas.
5. Los formularios de control forman parte del plan de mejora continua en la obra, ya que estos al ser aplicados tienen la capacidad de recolectar datos, dejando al descubierto cuales procesos presentan errores en sus actividades, lo que ayuda a tomar medidas para evitarlos, permiten a su vez la medición y alcance de lo propuesto para visualizar logros.
6. Al desarrollar el plan de gestión de calidad se logró cumplir la recopilación de requisitos afines al proyecto planteado, se definió el alcance deseado y se creó la EDT, lo que nos llevó a la conclusión del cumplimiento de la “Gestión del Alcance del Proyecto”.
7. Se logró en forma parcial la “Gestión del tiempo del proyecto” al realizar el plan, ya que se definieron las actividades necesarias en los procesos, se interrelacionaron por medio de la sección “Procesos constructivos” y se realizó una estimación de los recursos como se muestra en la sección “Procesos del Aporte del Plan”, pero en forma general de todo el proyecto, y no se logró estimar la duración de las actividades ni realizar un cronograma ya que se salía del alcance planteado desde un inicio.
8. La “Gestión de los costos del proyecto” nunca estuvo dentro del alcance del proyecto, pero la elaboración del plan genera cierto impacto en este aspecto, ya que al ser aplicado a la obra este dará como resultado una menor incidencia de errores al ser controlados por los formularios de control, reflejándose directamente en una reducción de los costos, que en la mayoría de los casos no están previstos.
9. La “Gestión de los riesgos” no se realizó por motivos de tiempo, pero si se pudieron observar varios aspectos importantes a controlar en la obra, lo cual podría ser una opción que se incluyera en una segunda versión del “Plan de control de calidad”.
10. Dentro de la “Gestión de las adquisiciones del proyecto”, se trabajó en la elaboración de un diagrama donde se explica la forma que se

realiza cada una de las compras en la obra, además de crear un formulario para las cotizaciones previas, esto según los alcances que se tenían, ya que el ICE al ser un ente del estado controla las compras de una forma compleja, y tiene pasos en los cuales no se tiene control alguno por parte de los encargados de la obra.

11. La comunicación con el personal obrero es fundamental para el éxito en el proyecto, ya que el desconocimiento de los parámetros de calidad por parte de este grupo puede comprometer la finalización del proyecto tanto en tiempo como calidad de las estructuras.
12. En el proyecto se detectó personal que ocupaba cargos de dirección de cuadrilla, para lo cual no tenían suficiente conocimiento, generando a causa de ello problemas en los procesos.
13. La buena motivación del personal durante horas laborales es fundamental para el éxito del proyecto, pero en el campo se observó cómo algunos presentaban una falta de motivación ante las malas direcciones de sus encargados de cuadrilla.
14. Es importante al realizar proyectos como éste, consultar a empresas o expertos en el tema de construcción de P.H. sobre las metodologías de trabajo como complemento para lograr mejores resultados.

Recomendaciones

- La comunicación con el personal es fundamental para lograr el éxito en el control de la calidad, por lo que se debe realizar más capacitación al personal con respecto a los parámetros de calidad establecidos evacuando cualquier duda. Una forma de esto sería utilizar el espacio de reuniones de seguridad laboral complementando con este tema.
- La persona que se elija para la aplicación de los formularios debe tener alto conocimiento en el área de construcción, por lo que es necesario que se evalúe constantemente, con la idea de mantener siempre a la persona más adecuada, ya que de esta tarea depende la mejora en la calidad.
- Es necesario realizar una mayor cantidad de capacitaciones sobre las nuevas metodologías a implementar en la obra, para evitar confusiones y la resistencia al cambio, que es normal al tener personal que ha tenido experiencias previas en el sector construcción como lo es el caso de los P.H.
- Durante las reuniones puede hacerse un espacio para informar al personal de las decisiones en la dirección del proyecto, esto para generar un sentimiento de pertenencia sobre la obra, mejorando así los rendimientos.
- Se recomienda tratar de incorporar al proyecto la información generada después de la fecha de finalización de la práctica, para completar los datos de la obra, como materiales y flujo de personal que son necesarios en la planificación de otras obras con características similares a las del Aporte La Flor.
- El análisis de los datos recolectados por formularios es muy importante para la mejora continua, por lo que su revisión debe darse mínimo cada 15 días, para la detección temprana de errores en la metodología aplicada.
- La gestión de la calidad es una herramienta útil para la dirección eficiente de proyectos, lo que genera una ventaja sobre otros proyectos similares en los que no se aplica, por lo que es importante aplicar los principios aprendidos en los siguientes aportes a construir en el P.H. Toro 3.
- Al utilizar el plan de gestión de calidad elaborado en este estudio y aplicarlo a otra obra, es necesario hacer un análisis de las condiciones que presenta en la nueva obra, ya que éste fue creado para las condiciones y características específicas del Aporte La Flor

Referencias

Acuña, J. 2002. **CONTROL DE CALIDAD: UN ENFOQUE INTEGRAL Y ESTADISTICO.** Costa Rica: Editorial Tecnológico de Costa Rica. Catago.

Serpell, A. 1997. **ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN.** Chile: Editorial Universidad Católica de Chile.

Chamoun, Y. 2002. **ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS LA GUÍA.** Editorial McGraw Hill.

Project Management Institute. 2000. **A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLWDGE.** Estados Unidos.

Project Management Institute, Inc. 2008. **GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PMBOK).** USA. Publicado: Project Management Institute, Inc.

Umaña, M. 2010. **GUÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS, ADQUISICIONES, COMUNICACIONES Y COSTOS PARA LOS PROYECTOS DE ALQUILER DE LA EMPRESA FAMILIAR ALQUILYM S.A.** Proyecto final de graduacion presentado como requisito parcial para optar por el titulo de master en administración de proyectos. UCI.

Cardenas, A. **PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DEL ICE.** Informe Proyecto Final de Graduación. Cartago. Escuela de Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica.

Jiménez, E. 2009. **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LOS PROYECTOS DE LA EMPRESA EDIFICAR S.A.** Informe Proyecto Final de Gradución. Cartago. Escuela de Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica.

INTE-ISO. 2001. **SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD – REQUISITOS.** Primera edición.

INTECO.INTE ISO 9000-2005. **SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD. CONCEPTOS Y VOCABULARIO.**

Apéndice

- Apéndice 1. Guía de Control de Calidad en la Construcción de Aportes