

# **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?<sup>1</sup>

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.

---

<sup>1</sup> 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?<sup>2</sup>

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:

---

<sup>2</sup> 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.

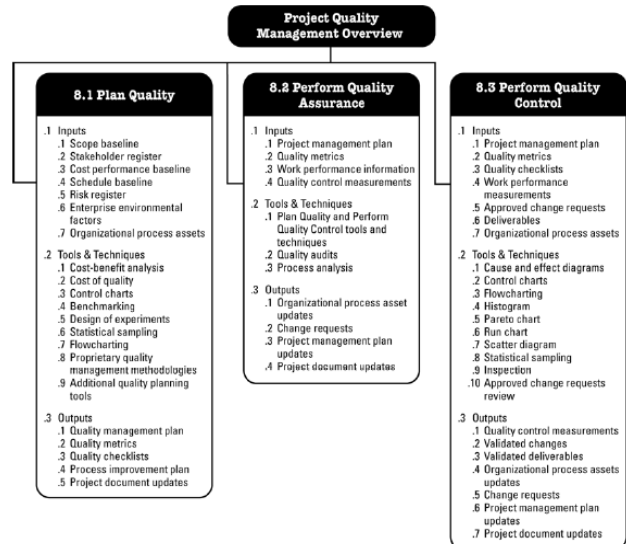


Figura 1. Descripción General de la Gestión de los Costos del Proyecto (PMBOK)

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

- **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 Calidad<sup>4</sup>

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

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

<sup>4</sup> 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:

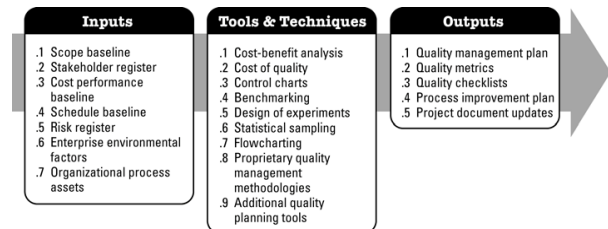


Figura 2. Planificar la Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. (PMBOK)

### Realizar el Aseguramiento de Calidad<sup>5</sup>

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.

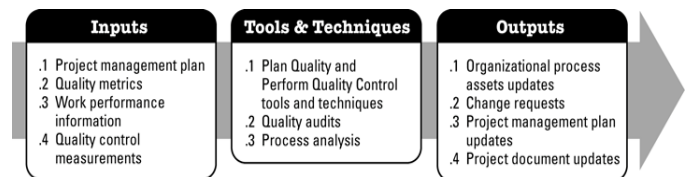


Figura 3. Realizar el Aseguramiento de Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

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

## Realizar el Control de Calidad<sup>6</sup>

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.

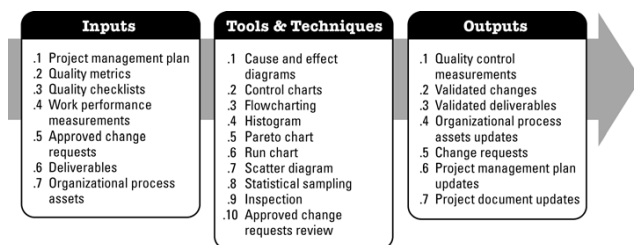


Figura 4. Realizar el Control de Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

<sup>6</sup> 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 calidad<sup>7</sup>

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

<sup>7</sup> 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 calidad<sup>8</sup>

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.

<sup>8</sup> 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:<sup>9</sup>

- 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 Calidad<sup>9</sup>**

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.

---

<sup>9</sup> Acuña J. Control de Calidad: Un enfoque Integral y Estadístico.

### **Factores que controlan la calidad**

Los factores que afectan la calidad son los siguientes:<sup>10</sup>

- 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 calidad<sup>11</sup>**

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:

---

<sup>10</sup> Acuña J. Control de Calidad: Un enfoque Integral y Estadístico.

<sup>11</sup> 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.

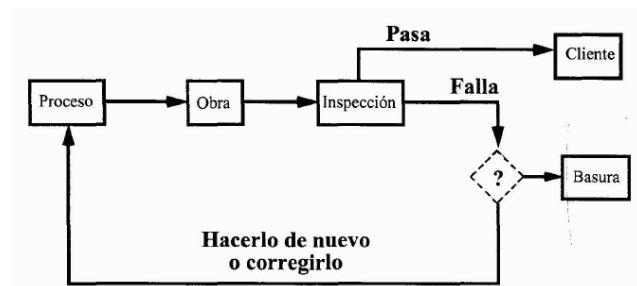


Figura 5. Proceso tradicional de inspección en la construcción. (Serpell, 1997)

### 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:<sup>12</sup>

<sup>12</sup> 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 ISO<sup>13</sup>

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

<sup>13</sup> 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.

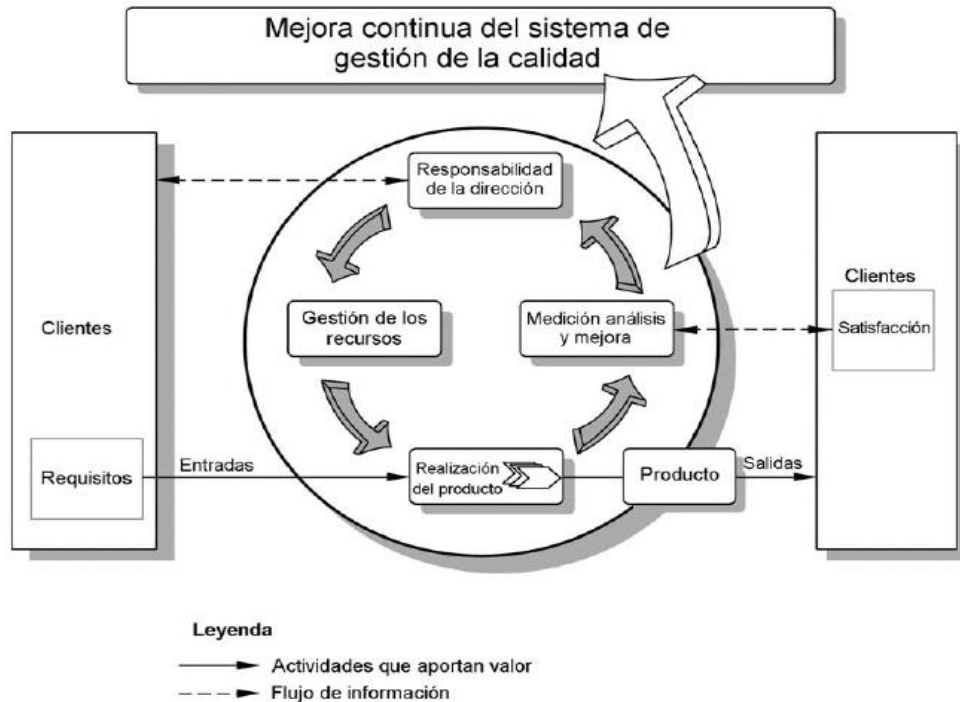


Figura 6. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos (ISO 9001:2008)

## 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:

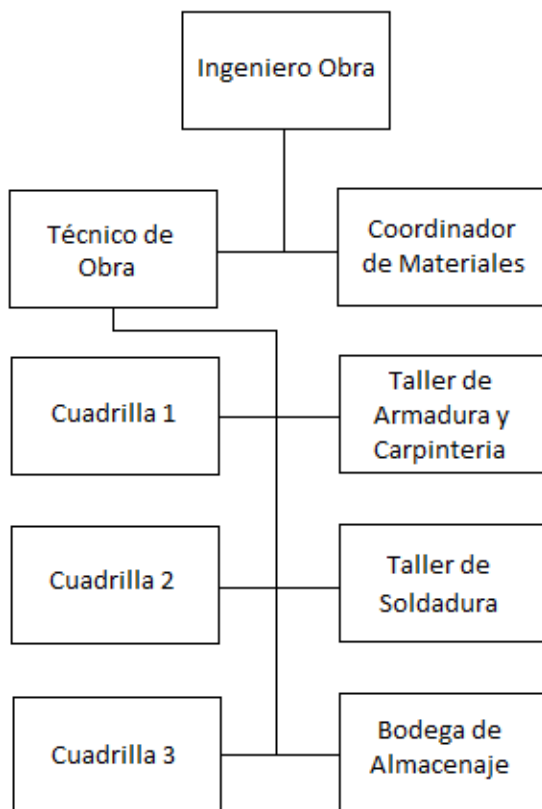


Figura 7. Organigrama del Aporte La Flor. Elaboración propia, WBS Chart Pro, 2012.

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.

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

<b>Cuadro 3. Requerimientos mínimos de aceptación en cada proceso para ser aprobado.</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Requerimientos</b>
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

<b>Cuadro 3. Requerimientos mínimos de aceptación en cada proceso para ser aprobado.</b>	
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.

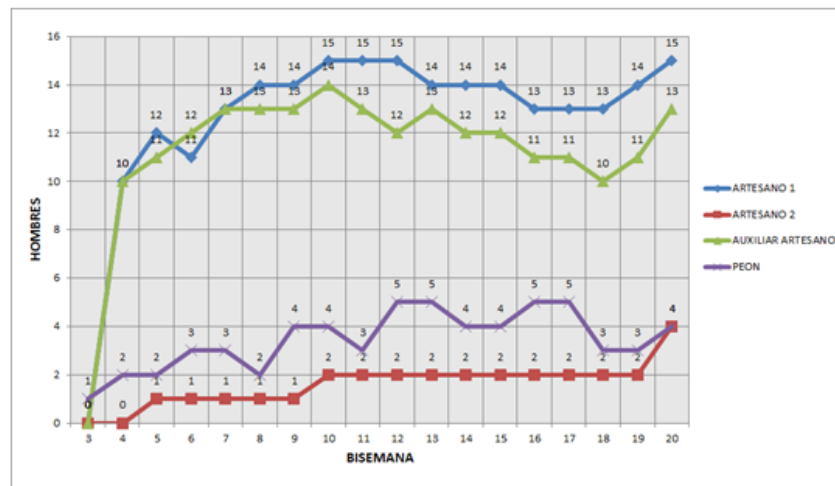


Figura 9. Ejemplo de diagramas de flujo de personal de la obra. Sección 8. Procesos del Aporte. Elaboración propia, 2012



I

<b>Cuadro 18. Recursos (Equipo, maquinaria) necesarios en el Fogón</b>			
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

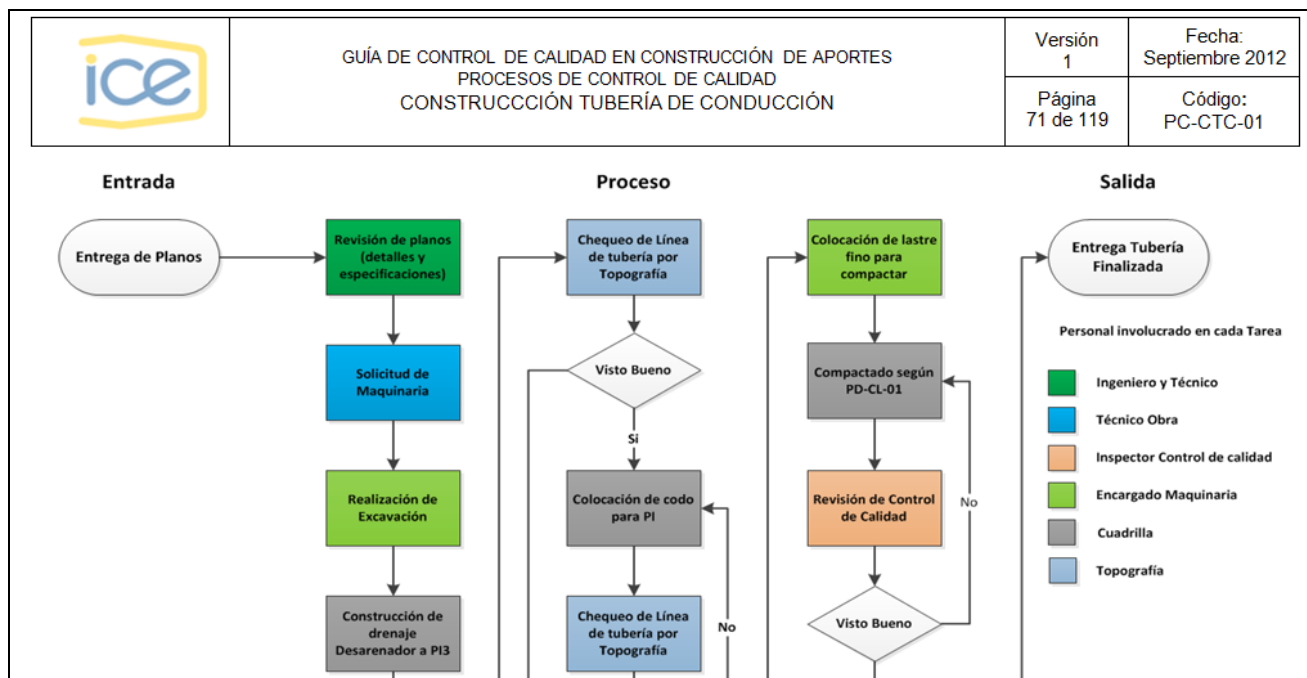


Figura 11. Ejemplo del diagrama de flujo para la realización del Proceso de Construcción de Tubería en el Aporte La Flor. Elaboración propia, 2012

## 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

<b>Cuadro 6. Formularios elaborados para el Plan de Gestión de calidad</b>	
<b>Código</b>	<b>Formulario</b>
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 <b>REVISIÓN DE ACERO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 96 de 118	Código: FC-RA-01

<b>PROYECTO:</b>	Versión: 1
<b>ESTRUCTURA:</b>	
<b>ENCARGADO DE LA ESTRUCTURA:</b>	Fecha:
<b>ENCARGADO DE LA INSPECCIÓN:</b>	

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 sus 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 proceso 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 mismos 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 está 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

**PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD  
BASADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL APORTE LA FLOR  
P.H. TORO III**



**GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE APORTES SIMILARES  
PGC-GCCA-01**

**ELABORADO POR  
DAVID GÓMEZ JARA**

**SETIEMBRE 2012**

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>ALCANCE Y ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1. GENERALIDADES .....	2
1.2. ALCANCE.....	2
1.3. INTRODUCCIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS DE CONTROLAR LA CALIDAD .....	4
1.5. LIMITACIONES .....	5
<b>DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLADOR DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
2.1. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD.....	7
2.2. UEN PYSA .....	9
2.3. PROYECTO HIDROELÉCTRICO TORO III .....	10
2.4. APORTE LA FLOR .....	11
<b>TERMINOS Y DEFINICIONES.....</b>	<b>15</b>
3.1. TÉRMINOS.....	16
3.2. DEFINICIONES .....	17
3.3. CONCEPTOS.....	19
<b>NORMAS DE CONSULTA.....</b>	<b>20</b>
4.1. APORTE LA FLOR .....	21
<b>CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>24</b>
5.1. REQUISITOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	25
5.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA IMPLEMENTADO .....	26
<b>DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>27</b>
6.1. DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTACIÓN.....	28
6.2. CONTROL DE DOCUMENTOS .....	29
6.3. DISPONIBILIDAD DE DOCUMENTOS .....	29
6.4. SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS .....	30
6.5. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN PROCESOS.....	31
<b>PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....</b>	<b>32</b>
7.1. REUNIÓN INGENIERO Y TÉCNICOS .....	33
7.2. REUNIÓN CON PERSONAL.....	33
7.3. COMUNICACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD.....	33
7.4. APLICACIÓN DE FORMULARIOS.....	34
7.5. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS .....	34
<b>PROCESOS DEL APORTE.....</b>	<b>35</b>
8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	36
8.2. PROCESOS CONSTRUCTIVOS .....	36
8.3. MATERIALES POR PROCESO .....	47
8.4. FLUJO DE PERSONAL .....	53
8.5. REQUERIMIENTO DE EQUIPO EN LA OBRA .....	58

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS .....63**  
**PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS .....74**  
**FORMULARIOS DE CONTROL.....94**  
**ANEXOS.....110**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....113**




# SECCIÓN 1

## ALCANCE Y ASPECTOS GENERALES

<b>APARTADOS</b>	<b>TITULO</b>
1.1	GENERALIDADES
1.2	ALCANCE
1.3	INTRODUCCIÓN
1.4	OBJETIVOS DE CONTROLAR LA CALIDAD
1.5	LIMITACIONES



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 2 de 118	

## 1. ALCANCE Y ASPECTOS GENERALES

### 1.1. GENERALIDADES

El Sistema de gestión de calidad tiene como propósito gestionar y describir en forma detallada la estructura de los procesos constructivos requeridos para la construcción de un aporte.

La utilización y aplicación de este manual permitirá asegurar la calidad en la construcción de aportes para el ICE. Los documentos, controles y registros que lo complementan buscan asegurar el control de la calidad en todos los procesos de la unidad, reflejando los valores, misión, visión y política de calidad del Centro de Servicio de Construcción de la UNE PySA.


### 1.2. ALCANCE

La gestión de la calidad de todo proyecto es necesaria y se debe aplicar durante todas sus fases, permitiendo reducir factores de riesgo en los proyectos o servicios tales como la inconformidad de los clientes, este caso específico de los personeros del ICE.

Los procesos de gestión de la calidad son necesarios para lograr que el proyecto cumpla con los requerimientos para los que fue diseñado, el cual es el objetivo que se busca; en este caso, la obtención de la calidad de la construcción del Aporte La Flor. Además, se pretendió establecer herramientas que permitan a los encargados del proyecto medir si sus actividades y procesos se están realizando bajo el grado de calidad deseado.

El sistema de control de la calidad propuesto servirá de base para obras similares como lo serán los otros aportes que el ICE debe realizar para este mismo proyecto. Además de garantizar la obtención de un grado de calidad a la altura de los proyectos del ICE.

Esta guía puede ser empleada para la construcción de cualquier aporte realizado en proyectos del ICE, siempre y cuando se adecúe a la situación específica y condiciones de cada proyecto.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 3 de 118	

### 1.3. INTRODUCCIÓN

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, de manera que se decide implementar en la construcción de aportes menores, como lo es el caso del Aporte La Flor, obra desarrollada en el Proyecto Hidroeléctrico Toro 3 del ICE.

El propósito es visualizar los aspectos más relevantes para la elaboración de estos proyectos y de esta manera, encontrar la manera más eficiente de realizarlos, reduciendo errores en los procesos y mejorando el tiempo productivo, lo cual va a impactar directamente en el costo del proyecto de manera positiva.

El Sistema de control de calidad se realizó al generar un Plan de gestión de calidad que implementará la 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 esta manera, se presentan en este documento los procesos más importantes involucrados en la construcción del aporte, además de los procedimientos para su correcta realización, así como formularios de control que buscan controlar en sitio la calidad de cada uno de sus principales requerimientos.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 4 de 118	

#### 1.4. OBJETIVOS DE CONTROLAR LA CALIDAD

Los controles de calidad tienen como objetivo asegurar que la empresa o ente encargado de la realización de un proyecto mantenga mejora continua en busca de la calidad esperada.

Como principales objetivos del plan de gestión de la calidad se citan los siguientes:

- Planificar el control de la calidad desde el inicio del proyecto
- Controlar la calidad en la ejecución del proyecto.
- Asegurar la calidad de los productos (elementos de sitio de presa y cámara de carga) generados por la construcción del aporte.
- Incluir una cultura de calidad como parte de la metodología utilizada para desarrollo de proyecto de construcción de aportes.
- Realizar un documento de control que permita definir los procedimientos que garanticen el desarrollo de las labores del proyecto bajo la calidad requerida.
- Implementar conceptos de calidad a los procesos constructivos que se desarrollan en cada proyecto.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 5 de 118	

## 1.5. LIMITACIONES

En todo proyecto se presentan circunstancias que impiden de alguna forma en el cumplimiento de todos los objetivos buscados. A esas circunstancias se les llama limitaciones, dentro de las cuales surgieron en la elaboración de este documento las siguientes:

- 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.
- 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.



# SECCIÓN 2

## DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLADOR DEL PROYECTO

<b>APARTADOS</b>	<b>TITULO</b>
2.1	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
2.2	UEN PySA
2.3	PROYECTO HIDROELECTRICO TORO 3
2.4	APORTE LA FLOR

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 7 de 118	

## 2. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLADOR DEL PROYECTO

### 2.1. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD<sup>1</sup>

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. Planteando como objetivos primarios: 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: Establecer el, 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:

- ICE (Sectores Electricidad, Telecomunicaciones y Ambiente) y sus empresas:
- Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA)
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL),
- Compañía Radiográfica Internacional S.A. (CRICRSA)

Dichas empresas han trazado su trayectoria, mediante diversos proyectos de modernización desarrollados en las últimas décadas.

Como ilustración se visualiza el organigrama de las líneas de coordinación y relación entre el ICE y las empresas que lo integran.

<sup>1</sup> Página Grupo ICE, extraído 2012



Figura 1. Organigrama de estructura del ICE.

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. Es así como el ICE además está subdividido en su sector electricidad en las diferentes Unidades Estratégicas de Negocios (UEN), según se muestra en forma de organigrama.

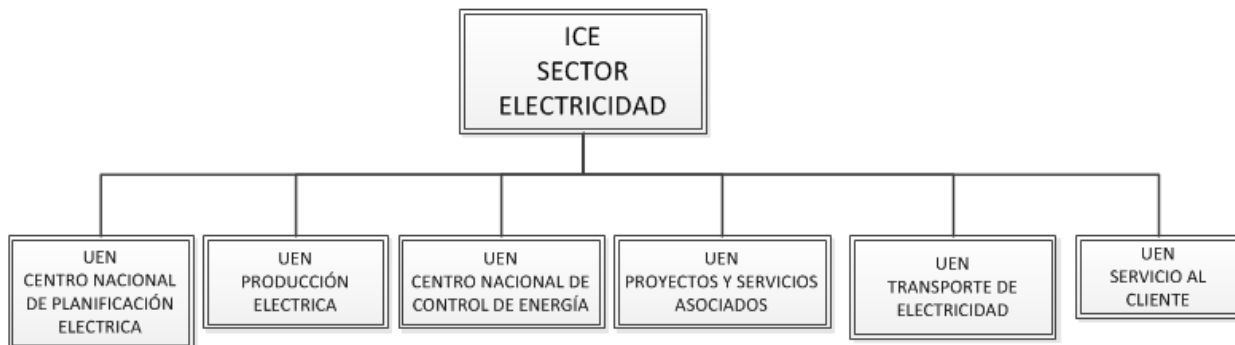


Figura 2. Organigrama de estructura del Sector Electricidad

## 2.2. UEN PySA

La unidad de Proyectos y servicios asociados tiene a demás una subdivisión interna para el desarrollo de sus labores las expresas en el siguiente organigrama.



Figura 3. Organigrama estructural de la Unidad Estratégica de Negocios PySA

El proyecto se encuentra bajo la dependencia: Coordinación general de proyectos; esta se encarga de la construcción de los proyectos hidroeléctricos que se desarrollan en el país.

El objetivo de la Coordinación general de proyectos es coordinar la ejecución de las obras, estableciendo políticas, lineamientos y procedimientos que garanticen la calidad, costo y tiempo, por medio de mecanismos que permitan la normalización para la medición del desempeño de las mismas, de manera que se puedan tomar las medidas necesarias y rendir cuentas a la administración superior.

La filosofía de la UEN enmarca como misión a una empresa directora de la fase de ejecución de los proyectos para la industria eléctrica y otros asignados por la administración superior, por medio de un equipo de trabajo competente, con el fin de satisfacer las expectativas de nuestros clientes. Con la visión de



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 10 de 118	

ser una organización líder en el desarrollo de proyectos, creativa y con capacidad de adaptación a los cambios del entorno, cuyo pilar fundamental es su recurso humano.

Son variados los proyectos hidroeléctricos existentes en el país, para efecto de esta investigación se describe el Proyecto hidroeléctrico Toro III y Aporte La Flor.

### 2.3. PROYECTO HIDROELÉCTRICO TORO III <sup>2</sup>

Actualmente, las aguas de la micro cuenca del río Toro, ubicada en el cantón de Valverde Vega, provincia de Alajuela, son aprovechadas por el ICE en un complejo hidroeléctrico de dos plantas denominadas Toro 1 y Toro 2. Tal complejo aprovecha las aguas del río Toro en las elevaciones 1.265 y 691 msnm respectivamente.

La potencia total del Complejo Hidroeléctrico Toro I y 2 es de 90 MW, mientras que la energía total generada es de alrededor de 370 GWh/ año.

El PH Toro 3, con una potencia cercana a los 50 MW, se vislumbra como el tercer aprovechamiento en cascada del río Toro, aguas abajo de la planta hidroeléctrica Toro II.

Con la ventaja de ser un proyecto que no requiere un represamiento del río, sino que las aguas turbinadas de Toro 2 se vierten directamente a una cámara de carga, el 71% de las aguas con que cuenta el proyecto estarán libres de sedimentos y acidez, y serán reguladas en forma diaria por el embalse de la planta hidroeléctrica Toro 2.

Se estima que el período constructivo sería de cuatro años y que durante la operación la planta tendría una vida útil de cuarenta años.

Geográficamente, el Proyecto Toro 3 se ubica en la provincia de Alajuela, en la parte media de la micro cuenca del río Toro, específicamente en los poblados Marsella y Mesén del Distrito 5 Venecia del Cantón 10 San Carlos, y en la comunidad de Crucero, del Distrito 6 Río Cuarto del Cantón 3 Grecia, ambos de la provincia de Alajuela.

<sup>2</sup> Carías D., Zamora E. Estudio de valoración económica por la posible afectación del Proyecto Hidroeléctrico Toro 3 sobre el Centro Turístico Recreo Verde. 2009. ICAP-Revista Centroamericana de Administración Pública.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 11 de 118	

El proyecto se emplaza en la vertiente del Caribe, conocida como la vertiente húmeda de Costa Rica, es una zona caracterizada por precipitaciones abundantes y topografía variada, características que se aprovecharon para el diseño de las obras.

Las obras del proyecto se localizarían paralelas al cauce del río Toro. Esta ubicación minimizaría la necesidad de trabajos extensos de acceso y obra civil del Proyecto. Los diseños aprovechan la topografía. En las zonas boscosas, las conducciones serían subterráneas, hasta alcanzar una zona de baja cobertura a partir de donde se continuaría con una tubería en trinchera, parte de la cual estaría expuesta en las zonas más planas. La captación principal y las secundarias son obras relativa-mente pequeñas, el área de afectación del embalse y sus obras asociadas serían aproximadamente tres hectáreas.

## 2.4. APORTE LA FLOR

El aporte La Flor es una obra de derivación que busca el agregar un mayor volumen de agua para la generación de electricidad, esta obra va a encausar 1.8 m<sup>3</sup> de agua a partir de la quebrada La Flor.

Este proyecto consiste en la construcción de una presa, además de una tubería para la conducción del agua, hacia el túnel de conducción que viene desde la captación en Casa Maquinas Toro 2 hasta la tubería de alta presión.

El sitio de presa está compuesto por la construcción de diferentes elementos que lo componen dentro de los cuales están:

- Aletón Izquierdo
- Descarga de Fondo
- Vertedor de excedencias
- Toma de aguas
- Desarenador
- Marcos de Izaje

Por otro lado, está la tubería de conducción que parte de donde se ubica el desarenador hasta el pozo que lleva al túnel de conducción, esta tubería es polietileno de alta densidad, un diámetro de 1,5 m y largo de 6 metros.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 12 de 118	

También, está en el sitio del pozo la cámara de carga, que consiste en los siguientes elementos:

- Disipador
- Canal
- Cámara de carga

Además de todas las componentes mencionadas, en que consiste la construcción del aporte, están otras actividades importantes a realizar para lograr un desarrollo adecuado de la obra; tales como:

- las actividades preliminares
- construcción de edificaciones
- terraceo del terreno de trabajo
- excavación general
- construcción de vías de acceso
- estabilización de taludes

Dentro de todo aporte va a estar presente el siguiente organigrama del personal necesario para el desarrollo del proyecto.

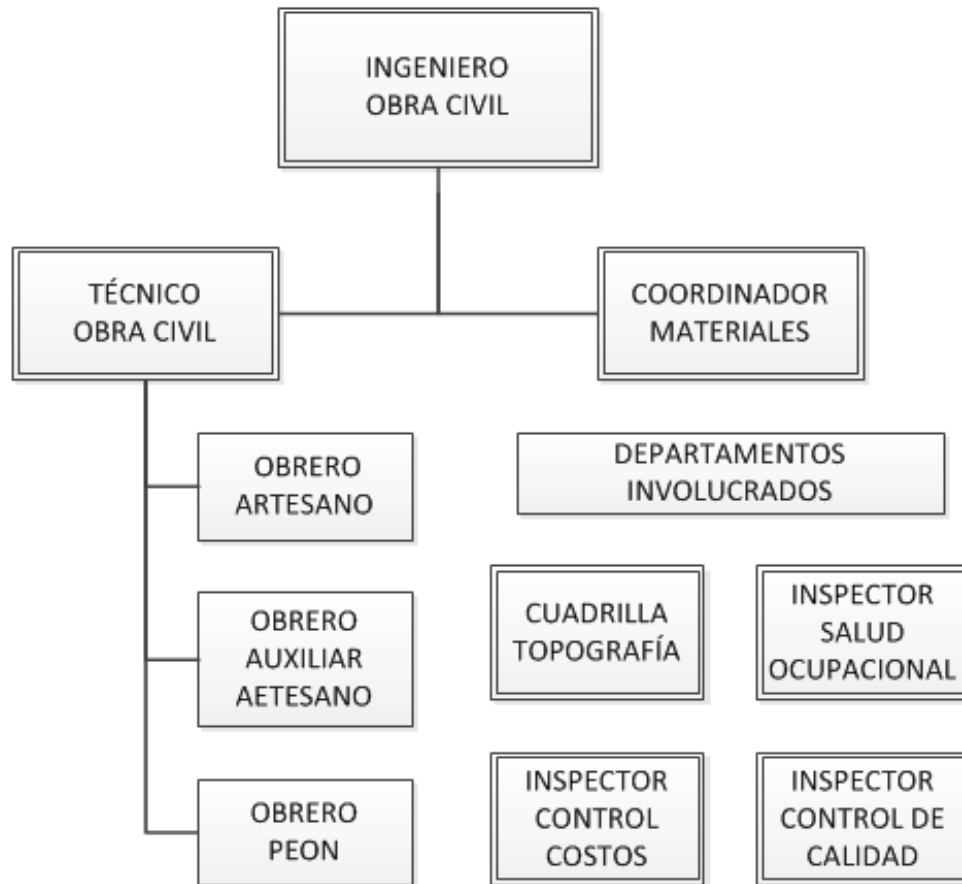


Figura 4. Organigrama estructural de frente de trabajo Aporte La Flor

### Descripción de participantes y sus responsables:

- Ingeniero encargado de la coordinación de la obra que tiene a su cargo un técnico y un coordinador de materiales. El ingeniero tiene que ver con la coordinación de tiempos de trabajo, control de costos del proyecto, control de la maquinaria necesaria, entre otros.
- Técnico que se encarga a su vez del grupo de obreros que construyen la obra, de los cuales tiene que nombrar a los encargados de cuadrilla para la realización de las diferentes labores.
- Obreros dentro de los cuales están:
  - Artesanos que son los trabajadores con más experiencia, conocimiento de los procesos constructivos y sus técnicas constructivas respectivas.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 14 de 118	

- Auxiliar de artesano es el que tiene cierta experiencia pero no la suficiente como para realizar tareas como las que realiza en artesano, este se dedica a ayudar al artesano en sus labores.
- Peón es el que realiza las labores de acarreo de materiales, limpieza de sitio y ayuda a los artesanos y auxiliares ya que es el más bajo en la línea de mando.
- Coordinador de materiales que se encarga de realizar los tramites de solicitud de materiales de construcción como equipo de seguridad del personal en las bodegas ubicadas en el plantel del proyecto hidroeléctrico, así como su transporte hasta el sitio de construcción.
- Cuadrilla de topografía que se encarga de hacer los levantamientos necesarios para ubicar la obra gris y tubería de conducción en su lugar previsto, corroboración de alineado de formaleta, entre otras tareas necesarias.
- Inspector de salud ocupacional es el que se encarga de vigilar la utilización del equipo de seguridad necesario para cada tarea realizada, validar el cambio de equipo de seguridad ya en mal estado, además realizar charlas informativas de seguridad para los obreros.
- Inspector de control de costos es el encargado de realizar la planilla de la obra día a día, realizando además el conteo de personal, cantidad de material y maquinaria utilizada en la obra.
- Inspector de control de calidad es el que está presente siempre en la obra, ya que tiene que dar el visto bueno a todo lo que se realiza en los procesos de construcción, de no aprobar un trabajo debe parar y volver a realizar según lo que indique el inspector.



# SECCIÓN 3

## TERMINOS Y DEFINICIONES

**APARTADO**

**TITULO**

3.1

TERMINOLOGÍA, CONCEPTOS Y DEFINICIONES

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 16 de 118	

### 3. TERMINOLOGÍA, CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Los términos, conceptos y definiciones que se mencionan son utilizados en el vocabulario implementado en la guía por lo que se desarrollarán sus respectivas definiciones para el mejor entendimiento del lector de esta guía, para así facilitar su aplicación.

#### 3.1. TÉRMINOS

**Calidad:** es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren capacidad de satisfacer necesidades, gustos y preferencias, y de cumplir con expectativas en el consumidor. Tales propiedades o características podrían estar referidas a los insumos utilizados, el diseño, la presentación, la estética, la conservación, la durabilidad, el servicio al cliente, el servicio de postventa, etc.

Algunos consumidores podrían preferir algunas propiedades o características, mientras que otros podrían preferir otras, pero en ocasiones existen ciertas propiedades o características que siempre deben ser satisfechas para que un producto o servicio pueda ser considerado de calidad.

**Producto:** es un conjunto de atributos tangibles e intangibles que incluye entre otras cosas: servicio al vendedor, reputación del vendedor, color, garantía, diseño, empaque, marca, precio, características físicas, calidad del producto. El público está comprando la satisfacción de sus necesidades en forma de los beneficios que espera recibir del producto.

**Plan:** es una intención o un proyecto. Se trata de un modelo sistemático que se elabora antes de realizar una acción, con el objetivo de dirigirla y encauzarla. En este sentido, un plan también es un escrito que precisa los detalles necesarios para realizar una obra.

**Gestión:** del latín *gestio*, el concepto de gestión hace referencia a la acción y a la consecuencia de administrar o gestionar algo. Al respecto, hay que decir que gestionar es llevar a cabo diligencias que hacen posible la realización de una operación comercial o de un anhelo cualquiera. Administrar, por otra parte, abarca las ideas de gobernar, disponer, dirigir, ordenar u organizar una determinada cosa o situación.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 17 de 118	

**Plan de mejoramiento:** son los instrumentos que consolidan el conjunto de acciones requeridas para corregir las desviaciones encontradas en el Sistema de Control Interno, en el direccionamiento estratégico, en la gestión y resultados de la entidad pública.

Los planes de mejoramiento consolidan las acciones de mejoramiento derivadas de la autoevaluación, de las recomendaciones generadas por la evaluación independiente y de los hallazgos del control fiscal, como base para la definición de un programa de mejoramiento de la función administrativa de la entidad.

**Requerimientos de calidad:** son los aspectos más relevantes del producto o servicio 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.

**Control:** se define como el conjunto de actividades que se realizan sobre un proceso o producto con el fin de verificar que este se encuentra dentro de los límites fijados por un patrón previamente establecido.

**Calidad absoluta:** es conocida como calidad interna, esta es el grado en que un proceso es capaz de reproducir un diseño, es decir, existe una concordancia entre producto y su diseño. Esta es la definición del productor y es válida durante el proceso de elaboración del producto.

**Calidad relativa:** se conoce también como calidad externa, esta es el grado en que un producto cumple con el fin para el que fue creado, es decir, es la medida en que satisfacen las necesidades o requerimientos del consumidor o cliente. Esta es la definición de calidad desde el punto de vista del cliente.

### 3.2. DEFINICIONES

**Proceso:** es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice.

**Procedimiento:** consiste en seguir ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz. Su objetivo debería ser único y de fácil identificación, aunque es posible que existan diversos procedimientos que persigan el mismo fin, cada uno con estructuras y etapas diferentes, y que ofrezcan más o menos eficiencia.



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 18 de 118	

**Control de calidad:** son todos los mecanismos, acciones, herramientas que realizamos para detectar la presencia de errores. La función del control de calidad existe primordialmente como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones.

**Documentos de control:** documentos necesarios en el desarrollo del proyecto, permiten garantizar la calidad del proyecto y mantener un mejoramiento continuo al analizar los datos que registra.

**Formularios:** son herramientas que permiten medir los parámetros necesarios para que un proceso se desarrolle exitosamente.

**Especificaciones:** son las encargadas de explicar, detallar y aclara puntos específicos de un procedimiento o actividad.


**Material:** es el conjunto de herramientas, materias u objetos necesarios en un trabajo. La calidad solo se puede lograr con materiales de alta calidad, ya que el proceso no es capaz de generar calidad.

**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 albañil, 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.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 19 de 118	

### 3.3. CONCEPTOS

**Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

**Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

**Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

**Mejora continua:** La mejora continua, si se quiere, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio.



# SECCIÓN 4


## NORMAS DE CONSULTA

**APARTADO**

**TITULO**

4.1

NORMAS DE CONSULTA

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 21 de 118	

## 4. NORMAS DE CONSULTA

### 4.1. APORTE LA FLOR

Todos los proyectos hidroeléctricos del ICE se rigen de acuerdo a la normativa existente en las diferentes actividades que la componen, a continuación se enlistan las normas seguidas en cada actividad:

Cuadro 1. Normativa aplicada a la evaluación del Concreto	
NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
ASTM C-403	Método de prueba para determinar el tiempo de fraguado en las mezclas de concreto por resistencia a la penetración
ASTM C-143	Método de prueba de revenimiento de cemento hidráulico en el concreto
PIR-CC/OC-11	Método para el ensayo de trabajabilidad del concreto
ASTM C-231	Método de prueba estándar para contenido de aire del concreto recién mezclado por el método de presión
ASTM C-1064	Método de prueba estándar para la temperatura del concreto recién mezclado
ASTM-C-31	Práctica estándar para fabricar y curar muestras para ensayos de concreto en el campo.
ASTM C-39	Método de prueba para fallado de cilindros de concreto
CAP-CT14-13	Método de curado acelerado para el RCC.
ASTM C-470	Especificación para moldes empleados para formar verticalmente cilindros de concreto para pruebas
ASTM C-42	Método de Ensayo Normalizado para la Obtención y Ensayo de Núcleos Perforados y Vigas Aserradas de Concreto
ASTM C-1019	Método de prueba estándar para el muestreo y pruebas de lechada
ASTM C-881	Especificación estándar para sistemas de adherencia epoxi-resina-Base para el Hormigón

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 22 de 118	

<b>Cuadro 2. Normativa aplicada a la evaluación de los agregados</b>	
<b>NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
ASTM C-127	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de áridos gruesos
ASTM C-128	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de áridos finos
ASTM C-566	Método para la obtención del porcentaje de humedad en los agregados
ASTM C-29	Densidad aparente (Peso Unitario) y vacíos en agregados
ASTM C-117	Método para determinar el contenido de material mas fino que 75 $\mu\text{M}$ (N 200)
ASTM E-11	Especificación para las mallas con propósito de prueba
ASTM C-136	Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos
ASTM D-75	Práctica estándar para muestreo agregados
ASTM C-131	Especificación para la resistencia a la degradación de agregado grueso de tamaño pequeño, por abrasión e impacto en la maquina de los ángeles
ASTM C-535	Especificación para la resistencia a la degradación de agregado grueso de tamaño grande, por abrasión e impacto en la maquina de los ángeles
ASTM D-4791	Método de prueba estándar para partículas planas y partículas elongadas en las partículas de agregado grueso
ASTM C-88	Método de prueba estándar de la solidez de los agregados mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio (SANIDAD)
ASTM C-702	Practica normalizada para reducir el tamaño de las muestras de agregados

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 23 de 118	

### Cuadro 3. Normativa aplicada a la evaluación del Cemento

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
ASTM C-109	Normalizado de Ensayo de Resistencia a Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico (Utilizando Especímenes Cúbicos de 2 in. o [50mm])

### Cuadro 4. Normativa aplicada a la evaluación del Acero

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
ASTM A 82-97	Alambre de acero plano para refuerzo de concreto.
ASTM A 496-97	Alambre de acero deformado para refuerzo de concreto
ASTM A 615-07	Barras planas y deformadas de carbono-acero para refuerzo de concreto
ASTM A 706-06	Barras planas y deformadas bajo-aleación para refuerzo de concreto
ASTM A 370	Métodos de prueba estándar y definiciones para ensayos de productos de acero.



# SECCIÓN 5

## CONTROL DE CALIDAD

### APARTADOS

### TITULO

- |     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| 5.1 | REQUISITOS DE CONTROL DE CALIDAD     |
| 5.2 | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA IMPLEMENTADO |

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 25 de 118	

## 5. CONTROL DE CALIDAD

### 5.1. REQUISITOS DE CONTROL DE CALIDAD


El 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 con características similares al cual se tomó como base.

La utilización de este manual permitirá el asegurar la calidad en la construcción de aportes para el ICE, así como contar con documentos, controles y registros que lo complementen y aseguren el control de la calidad en todos los procesos de la unidad reflejando los valores, misión, visión y política de calidad del Centro de Servicio Construcción de la UNE PySA.

Esta guía pretende servir como una herramienta para:

- Estructurar el proceso de trabajo a seguir en la elaboración de cada elemento del aporte para agilizar tiempos en la gestión de los mismos.
- Explicar los procedimientos de trabajo más generales para garantizar la aplicación de estos de forma correcta y disminuir errores de esta manera.
- Aplicar formularios a los trabajos realizados que permitan tener seguridad al dar el visto bueno en estos y además generar un historial que permita la mejora continua



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 26 de 118	

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

El control de la calidad de los proyectos pertenecientes al ICE es responsabilidad directa del Departamento de Control de Calidad. Este control se realiza en forma general, sin ser específico para actividades de los proyectos. Es así como esta guía pretende ser una forma de control de calidad más específico y deberá ser implementada por parte del encargado de ejecución de la obra (ingeniero de obra civil). Su objetivo principal es el de colaborar con la agilización de procesos de planeación de obra por parte del mismo.

Al implementar esta guía se podrán determinar los procesos más importantes y la forma adecuada de realizarlos, además de indicar los pasos correctos para realizar cada uno de los procedimientos involucrados en estos procesos, por lo que se puede garantizar la calidad.

Por otro lado, se cuenta con formularios que ayudan a verificar en el campo la correcta implementación de pasos, por lo que se garantiza el visto bueno por parte del Departamento de Control de Calidad y del ingeniero encargado.




# SECCIÓN 6

## DOCUMENTACIÓN

### APARTADOS

### TITULO

6.1	DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTACIÓN
6.2	CONTROL DE DOCUMENTOS
6.3	DISPONIBILIDAD DE DOCUMENTOS
6.4	SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS
6.5	SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN PROCESOS

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 28 de 118	

## 6. DOCUMENTACIÓN

### 6.1. DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTACIÓN

El Plan de Gestión de Calidad busca asegurar que los procesos involucrados en la construcción del aporte cumplan con las normas de calidad nacionales que según la normativa existente, que de igual forma aplica el Departamento de Control de Calidad del Proyecto al fiscalizar los trabajos realizados.

Se tiene 4 niveles de documentación:

- **Nivel 1: Guía de Control de Calidad**

La guía combina políticas de gestión de calidad del ICE, metodología de trabajo según lo establecido por el PMBOK e ISO 9000 conjuntamente.

- **Nivel 2: Procesos Constructivos**

Los procesos documentados se realizaron para tener de forma clara las labores a realizar en la construcción del aporte, además de indicar quienes intervienen en el proceso y que documentos son necesarios complementar para la verificación del correcto desarrollo.

- **Nivel 3: Procedimientos Constructivos**

Son documentos que permiten tener control de la calidad de actividades específicas en el proceso constructivo, donde se mencionan los pasos correctos para la realización de las actividades.

- **Nivel 4: Formularios de Control**

Son herramientas que permiten complementar los niveles anteriores y además realiza el control de calidad en campo, de variables como calidad de materiales y actividades realizadas por métodos específicos de trabajo.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 29 de 118	

## 6.2. CONTROL DE DOCUMENTOS

Los documentos generados estarán en manos del ingeniero encargado de ejecución de obra, para que éste disponga de una persona la cual tendrá como responsabilidad de velar por que se cumpla con los parámetros establecidos en dichos documentos.


Éste se encargará de los formularios necesarios, se imprimirán para ser llevados a campo para el chequeo de las actividades y su visto bueno para pasar a la realización de otras. Estos quedan como evidencia del cumplimiento en la calidad de la tarea realizada y de igual forma se podrán utilizar para la mejora del plan de gestión.

Además, se recopilarán en un registro y se documentará de forma digital para salvaguardar la pérdida del material físico.

## 6.3. DISPONIBILIDAD DE DOCUMENTOS

La guía estará a disposición de cualquier colaborador del ICE para la gestión en la construcción de aportes con características similares al aporte La Flor, para facilitar la gestión de dichos proyectos.

Asimismo, la persona es responsable de asegurar el correcto uso de esta guía y en caso de ser necesario realizar las mejoras que crea pertinentes para el beneficio de todos.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 30 de 118	

#### 6.4. SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS

La codificación utilizada para todos los documentos de los niveles 2, 3 y 4 de esta Guía de Control de Calidad se definen de la siguiente manera.

Esta se compone por 3 partes:

PC<sub>1</sub>-CEG<sub>2</sub>-01<sub>3</sub>

1. **Tipo de Documento:** estas primeras letras nos muestran el tipo de documento que tenemos presente. Estos tipos son los siguientes:
  - PC: Proceso Constructivo
  - PD. Procedimiento Constructivo
  - FC: Formulario de Control
  
2. **Actividad que representa:** esta compuesta por las iniciales de la actividad a la cual referencia el documento.
  
3. **Número de versión del Documento:** esto se da para identificar si el documento es el más actualizado.

Ejemplo: PC-CEG-01

Proceso Constructivo – Construcción Estructuras General – Versión 01

## 6.5. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN PROCESOS

Dentro de los diagramas que describen los procesos involucrados en la construcción del aporte se utiliza la siguiente simbología.

Símbolo	Descripción
	Inicio y Final del Proceso
	Actividad
	Decisión
	Personal Involucrado



# SECCIÓN 7

## PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

### APARTADOS

### TITULO

7.1	REUNIÓN INGENIERO Y TÉCNICOS
7.2	REUNIÓN CON PERSONAL
7.3	COMUINICACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD
7.4	APLICACIÓN DE FORMULARIOS
7.5	EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 33 de 118	

## 7. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

### 7.1. REUNIÓN INGENIERO Y TÉCNICOS

Una vez establecido el proceso sobre el cual se va a trabajar, se debe de realizar reuniones previas a la ejecución, para establecer técnicas adecuadas para su realización, esto con el fin de generar mayor comunicación entre los técnicos e ingeniero de la obra, disminuyendo errores por desconocimiento de alguna de las partes.

Esta reunión debe de darse una semana antes de iniciar el desarrollo del proceso constructivo y otra el día que se inicia.

Los presentes en dicha reunión serán el técnico de la obra, quien se encargará de decidir cuales técnicas constructivas son las mejores para su equipo de trabajo y comunicarlas al técnico de control de calidad, quien se encarga de imponer su punto de vista según las normas y especificaciones; además de comunicar éstas a los inspectores de control de calidad y el ingeniero encargado, quien comunica las posibles técnicas a utilizar y cuál es el proceso que se debe iniciar según su cronograma.

### 7.2. REUNIÓN CON PERSONAL

El técnico debe informar a los encargados de cuadrilla, por medio de una reunión previa al inicio de cada proceso constructivo, las técnicas a utilizar para su desarrollo. Dentro de la información se encuentra: las especificaciones de la estructura, método de encofrado adecuado y el tipo de descarga para el concreto. También será el encargado de suministrar las medidas de la armadura que se elabora en el taller de armadura.

### 7.3. COMUNICACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD

Previo al inicio de la obra se efectuará una reunión con todo el personal de campo para explicar los parámetros de calidad deseados, los cuales se pueden ver en los Procedimientos de Control de Calidad, por medio de pasos o en los Formularios de Control en forma puntual.



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-SCCA-01
		Página 34 de 118	

Se debe realizar un análisis a cada uno de los artesanos para ver quiénes tienen la capacidad de ser encargados de cuadrilla. Estos serán aquellos que dominen todos los parámetros. En el caso de los artesanos encargados de cuadrilla no cumplan con estos requerimientos y se compruebe su falta de conocimiento del tema, se les quitará el rango y se sustituirá por otro artesano que domine la materia.

#### 7.4. APLICACIÓN DE FORMULARIOS

Se escogerá a un encargado de realizar las inspecciones. Este utilizará los Formularios de Control con el objetivo de comprobar y verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos.

Este inspector tendrá igual conocimiento que un encargado de cuadrilla y será evaluado periódicamente por parte del Técnico o Ingeniero de la obra.

En el caso de no contar con una persona que cumpla con estas características se podrá asignar esta responsabilidad al técnico.

#### 7.5. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS

Una vez por semana se analizarán los formularios de control para determinar en cuáles parámetros se están presentando errores. Una vez identificados los errores, se buscarán posibles soluciones. Cada 15 días se realizará una reunión con los involucrados, con el objetivo de presentar el análisis y las medidas propuestas para corregir las deficiencias.

Paralelamente, se realizará una evaluación del trabajo realizado por el encargado de la cuadrilla, a este se le explicarán los errores cometidos con el objetivo de que los corrija y establecer de esta manera un proceso de mejora continua.

Aquel encargado que no modifique sus prácticas será reubicado en otras actividades de menor responsabilidad.



# SECCIÓN 8

## PROCESOS DEL APORTE

<b>APARTADOS</b>	<b>TITULO</b>
8.1	DESCRIPCIÓN GENERAL
8.2	PROCESOS CONSTRUCTIVOS
8.3	MATERIALES POR PROCESO
8.4	FLUJO DE PERSONAL NECESARIO
8.5	EQUIPO NECESARIO EN LA OBRA

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 36 de 118	

## 8. PROCESOS DEL APORTE

### 8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Para la gestión del aporte fue necesario identificar y establecer cuáles eran los procesos constructivos presentes en la obra. Para eso se realizaron visitas diarias al campo, con el fin de ver lo que se realizaba en cada sitio.

Los procesos constructivos son los realizados por los obreros de la construcción, tales como: Las edificaciones y terrazas, excavación general, rellenos de canal de tubería conducción, instalación tubería de conducción, sustituciones, construcción de cada uno de los componentes del sitio de presa y cámara de descarga.

### 8.2. PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Los procesos constructivos son los procesos que a partir de ellos se logra el desarrollo de toda la obra de construcción, ya que cada uno de ellos tiene el objetivo de cumplir con la finalización de una parte específica del proyecto.

Por esta razón, tenemos que el plantear un plan de gestión de calidad para controlar estos procesos y que se desarrollen de la manera más fácil y rápida, ya que generará un aumento en la calidad del proyecto.

**Tubería de Conducción:** este proceso constructivo desarrolla la tubería de conducción, que esta compuesta por la colocación de 173.8 m de tubería de polietileno de alta densidad, con un diámetro de 1,5 m y 6 metros de largo cada unidad.

Previo a su colocación, se realiza el movimiento de tierra para generar la trinchera donde irá colocada la tubería, una vez realizada la trinchera se coloca una capa de lastre fino como cama, que se compacta al 90% del Proctor Estándar en una capa de 20 cm de nivel de rasante.

También lleva la construcción de Puntos de Intersección (PI), que se construyen a partir de codos de polietileno de 45° y concreto reforzado, se realizan desde suelo firme, si llevar cama de lastre. En todo el tramo hay presentes 4 PI.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 37 de 118	

Luego se coloca la tubería que debe ser inmobilizada con lastre fino compactado hasta la mitad de la altura del diámetro de tubería, esta compactación es igual a la realizada a la cama. Una vez colocada toda la tubería, desde el Desarenador hasta la Cámara de carga se procede a realizar el relleno de la trinchera para cubrir la tubería hasta 1 metro por encima de ella.



Figura 5. Tramo de Tubería de Conducción, donde muestra la cobertura de la tubería.

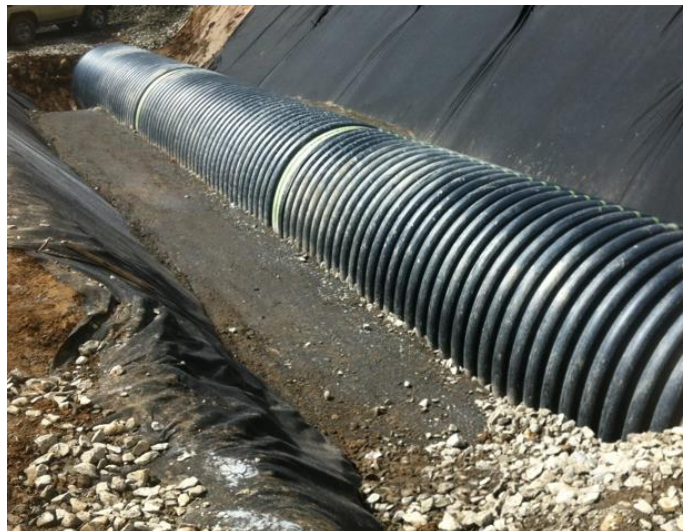


Figura 6. Tramo de Tubería con lastre fino compactado hasta media altura del tubo.

**Sustituciones:** este proceso constructivo se encarga de realizas las sustituciones, que son movimientos de tierra en zonas donde el material existente es de mala calidad y no ofrecen soporte a la estructura a construir, por lo que se realizaron rellenos con concretos de bajas resistencias como 80 kg/cm<sup>2</sup>, 140 kg/cm<sup>2</sup>,

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 38 de 118	

175 kg/cm<sup>2</sup> o 210 kg/cm<sup>2</sup>. En este proyecto se realizaron sustituciones tanto en el Sitio de Presa como la Cámara de Carga, por lo que llegaron a colocar 797 m<sup>3</sup> de concreto sumando todos los tipos de resistencias.



Figura 7. Sustitución de Suelo para construcción de desarenador en etapa de movimiento de tierra.

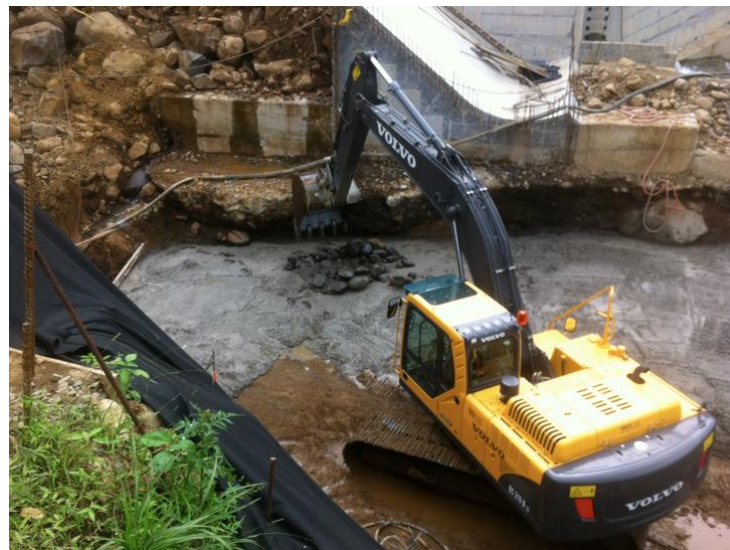


Figura 8. Sustitución de suelo para construcción de Desarenador en etapa de relleno.

**Aletones:** el proceso constructivo lleva a cabo la construcción de los Aletones, estos son muros, entre ellos se encuentra las estructuras Descarga de fondo, Vertedor y Toma de aguas como se observa en la Figura 9.

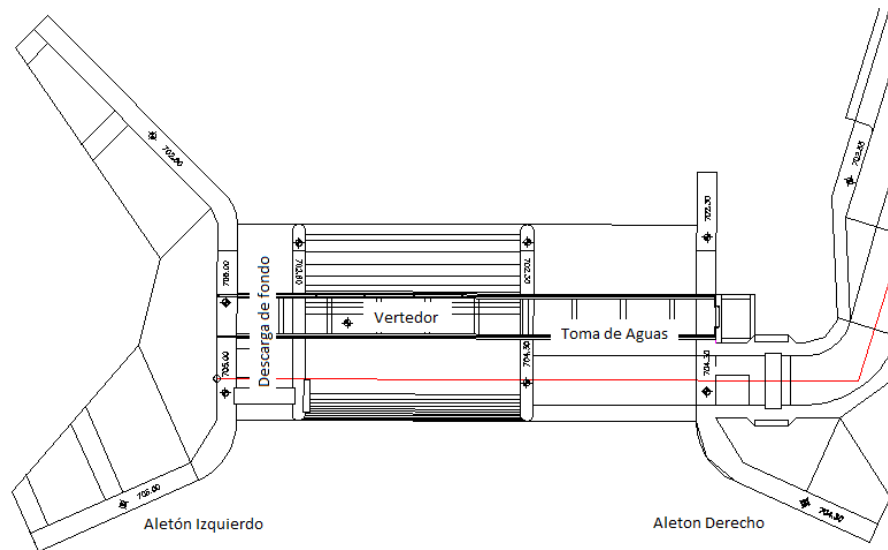


Figura 9. Elementos estructurales que componen el Sitio de Presa. Extraído de planos

El Aletón izquierdo es de mayor longitud al derecho además de tener en su diseño la construcción de contrafuertes como se observa en la siguiente imagen.

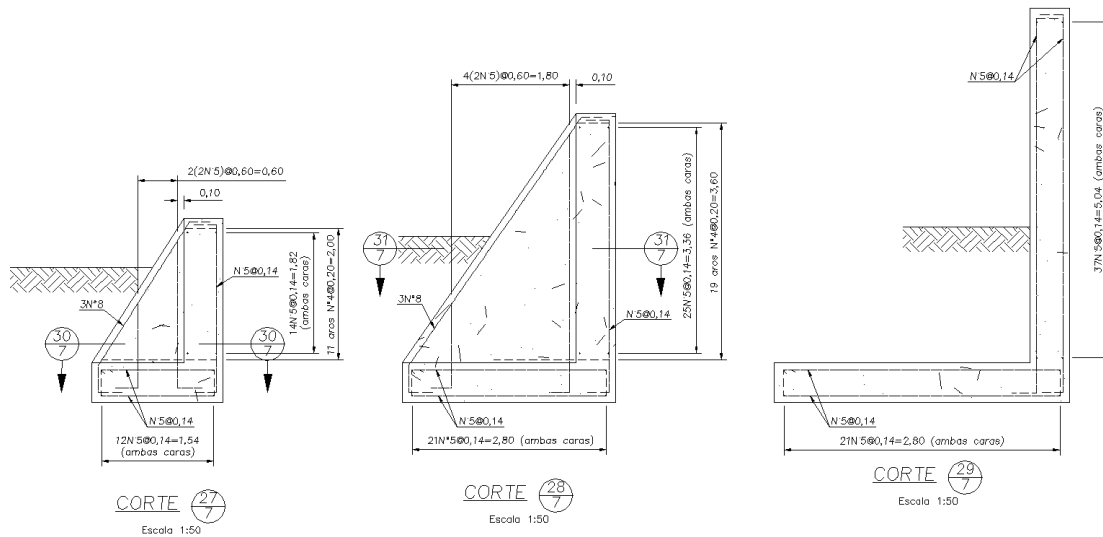


Figura 10. Cortes estructurales del Aletón derecho. Extraído de planos

Estas estructuras son de concreto reforzado con un  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , y su construcción se extiende hasta 1 metro dentro de los taludes para confinar el agua.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 40 de 118	

Los Aletones presentan problemas en la colocación del acero si se omite cuidada y precisión en la colocación del mismo, esto porque que según las especificaciones de planos llevan acero vertical y horizontal a cada 14 cm por lo que al colocar la varilla más o menos de lo indicado puede generar errores.

**Descarga de Fondo:** este proceso se compone de la construcción de la descarga de fondo, la cual está entre el Aletón Izquierdo y el Vertedor de excedencias, y para su construcción se debe elaborar un muro a su derecha, muros transversales y una pantalla, estos dos últimos elementos se pueden observar en la Figura 3. Esta estructura tiene la función de abrir un espacio en la parte inferior de la presa para limpieza de sedimentos en el fondo y mantener así el volumen de agua, por esto lleva dentro de su construcción la instalación de una compuerta para abrir y cerrar la descarga.

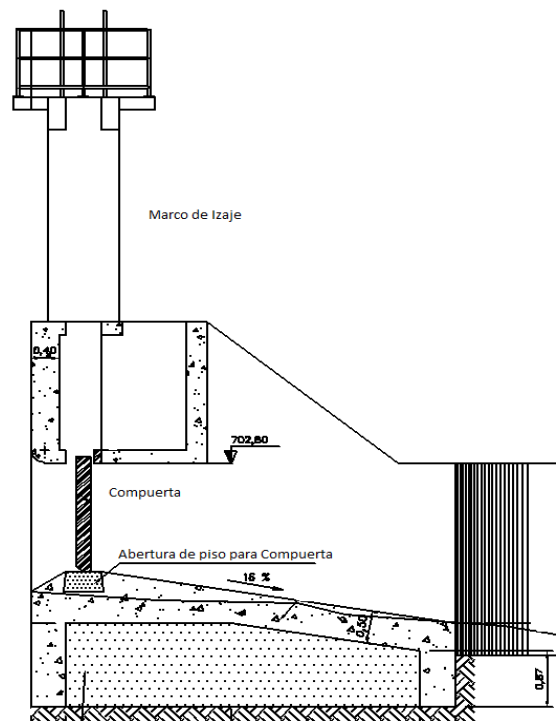


Figura 11. Corte transversal de Descarga de Fondo. Extraído de planos

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 41 de 118	



Figura 12. Descarga de fondo termianda junto con Marco de Izaje compuerta JC1.

**Vertedor de excedencias:** este proceso esta compuesto por el vertedor, estructura que fue diseñada de forma que en su construcción se realizará la elaboración del núcleo con un concreto con  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , para luego pasar a la piel que esta compuesta por acero estructural con varilla #5 y concreto con  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ , donde la piel requiere de acabado fino.

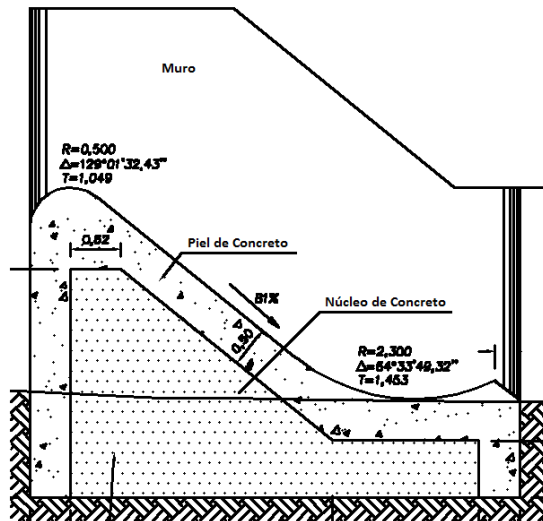


Figura 13. Corte transversal del Vertedor de Excedencias. Extraído de planos



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 42 de 118	

**Toma de aguas:** este proceso consiste en la construcción de la Toma de Aguas, esta estructura lleva al igual que el vertedor 2 tipos de concretos con las mismas resistencias, a igual que el mismo acabado en la piel por estar expuesto al transito del agua, además lleva una rejilla en la parte superior del canal que dirigirá el agua hacia el Desarenador. En la Figura 5 se puede observar algunas de sus componentes.

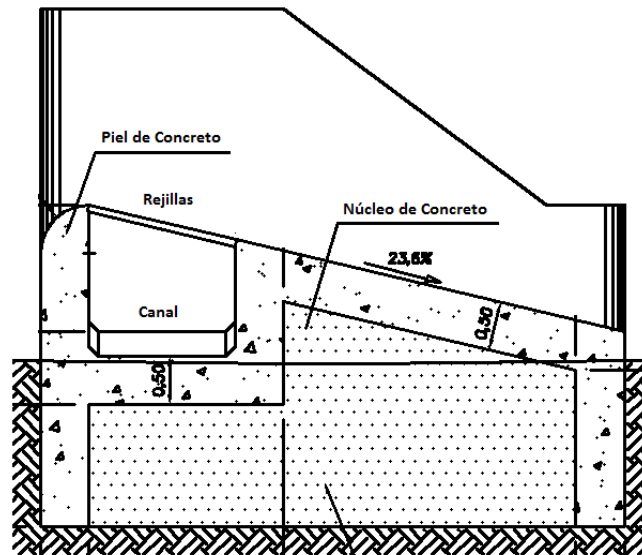


Figura 14. Corte transversal de la Toma de Aguas. Extraído de planos



Figura 15. Toma de aguas terminada con acero expuesto para amarre con Muro Aleton Derecho.

**Desarenador:** este proceso consiste en la construcción del Desarenador, el cual es una de las estructuras de mayor tamaño en la obra, este esta compuesto por un canal que conduce el agua desde la Toma de Aguas hasta la Tubería de Conducción, también lleva un marco de Izaje para la colocación de la compuerta

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 43 de 118	

JC3 que da paso al agua al cause normal de la quebrada en caso de estar abierta. En la figura 6 se muestra una vista superior del Desarenador donde se indican algunas de sus componentes.

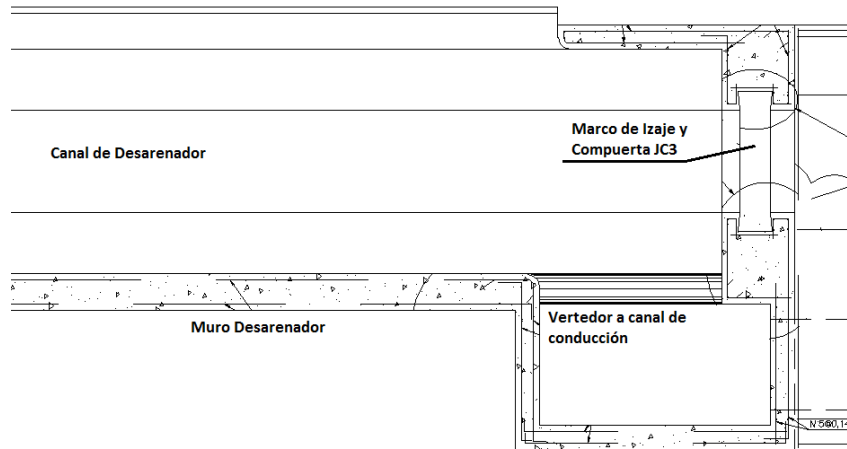


Figura 16. Desarenador en vista superior. Extraído de Planos

**Cámara de carga:** este proceso consiste en la construcción de la cámara de carga, estructura que tiene la función de recibir el agua de la Tubería de conducción para introducirla al Túnel de conducción que va hacia Casa Máquinas del P.H., esta además cumpliría como desfogue de agua en caso de cerrar alguno de los tramos del Túnel.

Esta estructura tiene una forma circular por lo que su construcción lleva colocación de acero en esa forma, además del encofrado, lo que complica su desarrollo.



Figura 17. Cámara de Carga con obra gris concluida. Tomada el 14 de Septiembre de 2012.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 44 de 118	

**Disipador y Canal de restitución:** consiste en la construcción de un disipador para la salida del agua de la Cámara de Carga y reducir de esta manera la velocidad que esta traiga para ser conducida luego por el canal de restitución hasta el cauce natural de la quebrada. Esta estructura esta compuesta en el disipador por escaleras desde la Cámara hasta el Canal de restitución que por su parte esta compuesto por muros y una losa.



Figura 18. Cana de restitución de la Cámara de Carga. Tomada el 14 de Septiembre de 2012.



Figura 19. Disipador y Canal de restitución de la Cámara de Carga. Tomada el 14 de Septiembre de 2012.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 45 de 118	

Los procesos constructivos desarrollados en la construcción del Aporte La Flor fueron los siguientes, donde se muestran las actividades que se realizaron para su elaboración.

Etapa	Proceso	Actividades
Construcción Tubería de conducción	Instalación de tubería	Encamado con lastre fino como base para tubería
		Revisión de compactación
		Colocación tubería
		Revisión de alineado topografía
	Relleno de trinchera	Construcción PI en los punto 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

Etapa	Proceso	Actividades
Construcción Sitio de Presa	Sustitución parte 1 Sustitución parte 2	Excavación
		Colocación encofrado
		Colado concreto ciclópeo
		Desencofrado
		Preparación superficie para juntas
	Construcción:	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

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 46 de 118	

Etapa	Proceso	Actividades
Construcción Cámara de carga	Construcción: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámara de carga</li> <li>- Vertedor Cámara</li> <li>- Canal restitución</li> </ul>	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

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 47 de 118	

### 8.3. MATERIALES POR PROCESO

Parte de los objetivos de la calidad es cuantificar los materiales necesarios para la realización del proyecto, ya que la gestión de estos nos ayuda en la agilización de tiempos en planificación y presupuestación, esto en forma general y forma más específica cuando se habla de cada proceso involucrado en el desarrollo de la Obra.

Para proyectos Hidroeléctricos se obtienen las cuentas por cada proceso y se obtienen del catálogo contable normalizado por PySA, para luego obtener en el Software SIPP utilizado por la UEN PySA en todos sus P.H., el total de materiales utilizado por cada proceso.

A continuación se muestra en Cuadro 5. Parte del catálogo contable utilizado en el P.H. Toro 3 para las cuentas del Aporte La Flor. Este muestra las cuentas por cada proceso constructivo involucrado en el desarrollo del proyecto.

A partir de las cuentas contables del catálogo se pueden obtener datos de los materiales utilizados en la obra, donde se toman los de mayor consumo y valor como lo son el acero, concreto y formaleta, para todas las actividades desarrolladas.

Por este motivo, se muestran en los Cuadros 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 las cantidades respectivas para los materiales mencionados. Cada cuadro muestra los materiales utilizados en cada uno de los procesos involucrados en el desarrollo de la obra.

<b>Cuadro 5. Catálogo contable normalizado por UEN PySA, base para la distribución sistematizada en SIPP, donde se muestra las cuentas de los procesos de interés.</b>							
Cuenta Mayor - 0310-0000-1140000	FINANZAS			SIPP			
DESCRIPCION	M.AUX	C I	C II	C III	C IV	Orden 1	Orden 2
<i>Presa</i>							
<i>General</i>							
Sellos	49	411	07	01	03	14149	18087
<i>Desarenador</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	14161
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	14161
Concreto	49	411	07	09	03	14149	14161
Barandas	49	411	12	02	00	14149	14161
<i>Tubería Toma-Cámara de Carga</i>							
Relleno Trinchera	49	411	04	06	03	14149	14161
<i>Vertedor</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	14162
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	14162
Concreto	49	411	07	09	03	14149	14162
<i>Toma de Aguas</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	14163
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	14163
Concreto	49	411	07	09	03	14149	14163
Reparaciones	49	411	07	09	06	14149	14163
Parrilla	49	416	30	25	00	14149	14163
<i>Aletones</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	14164
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	14164
Concreto	49	411	07	09	03	14149	14164
<i>Descarga de Fondo</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	17637
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	17637
Concreto	49	411	07	09	03	14149	17637
<i>Marcos de Izaje</i>							
Acero	49	411	07	23	01	14149	14165
Formaleta	49	411	07	23	02	14149	14165
Concreto	49	411	07	23	03	14149	14165
<i>Cámara</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	14167
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	14167
Concreto	49	411	07	09	03	14149	14167
<i>Vertedor Cámara</i>							
Acero	49	411	07	09	01	14149	14169
Formaleta	49	411	07	09	02	14149	14169
Concreto	49	411	07	09	03	14149	14169

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 49 de 118	

Cuadro 6. Materiales utilizados en la realización de Sustituciones		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
CONCRETO RESISTENCIA 140 KG/CM <sup>2</sup> CP	m <sup>3</sup>	390
CONCRETO RESISTENCIA 175 KG/CM <sup>2</sup> CP	m <sup>3</sup>	163
CONCRETO RESISTENCIA 210 KG/CM <sup>2</sup> CP	m <sup>3</sup>	6
CONCRETO RESISTENCIA 80 KG/CM <sup>2</sup> CP	m <sup>3</sup>	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

Cuadro 7. Materiales utilizados en la construcción del Desarenador		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	1149
CONCRETO RESISTENCIA 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	199
CONCRETO RESISTENCIA 80 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	214
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	372,2
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	486,6
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	14
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	77
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	959
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	893
VARILLA ACERO DEFORMADA #6 19.05 mm X 12 m GR-60	Unidad	50
VARILLA ACERO DEFORMADA #8 25.4 mm X 12 m GR-60	Unidad	74
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	236
VARILLA ACERO LISA #6 19,05 mm X 6 m	Unidad	17



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 50 de 118	

Cuadro 8. Materiales utilizados en la construcción del Vertedor		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	367,68
CONCRETO RESISTENCIA 175 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	63
CONCRETO RESISTENCIA 350 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	48
LAMINA AC EXPANDIDA 3.17 mm X 1.22 X 244 m	Unidad	15
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	137,76
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	63,84
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	9
VARILLA ACERO DEFORMADA #3 9.52 mm X 9 m GR-60	Unidad	4
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	7
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	120
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	547
VARILLA ACERO DEFORMADA #8 25.4 mm X 12 m GR-60	Unidad	27
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	34

Cuadro 9. Materiales utilizados en la construcción de la Toma de Aguas		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	275,76
CONCRETO RESISTENCIA 175 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	50
CONCRETO RESISTENCIA 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	8
CONCRETO RESISTENCIA 350 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	39
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	114,24
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	187,26
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	5
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	9
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	177
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	20
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	23

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 51 de 118	

Cuadro 10. Materiales utilizados en la construcción de los Aletones		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	321,72
CONCRETO RESISTENCIA 175 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	11
CONCRETO RESISTENCIA 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	4
CONCRETO RESISTENCIA 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	99
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	314,28
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	154,88
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	11
VARILLA ACERO DEFORMADA #3 9.52 mm X 6 m GR-60	Unidad	20
VARILLA ACERO DEFORMADA #3 9.52 mm X 9 m GR-60	Unidad	54
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	137
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	200
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	780
VARILLA ACERO DEFORMADA #8 25.4 mm X 12 m GR-60	Unidad	73
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	89
VARILLA ACERO LISA #6 19,05 mm X 6 m	Unidad	25

Cuadro 11. Materiales utilizados en la construcción de la Descarga de Fondo		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	321,72
CONCRETO RESISTENCIA 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	12
CONCRETO RESISTENCIA 350 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	12
LAMINA AC EXPANDIDA 3.17 mm X 1.22 X 244 m	Unidad	1
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	209,4
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	95,8
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	14
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	14
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	350
VARILLA ACERO DEFORMADA #8 25.4 mm X 12 m GR-60	Unidad	19
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	40

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 52 de 118	

Cuadro 12. Materiales utilizados en la construcción de la Cámara de Carga		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	183,84
CONCRETO RESISTENCIA 140 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	308
CONCRETO RESISTENCIA 350 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	10
LAMINA AC EXPANDIDA 3.17 mm X 1.22 X 244 m	Unidad	1
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	550,2
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	143,36
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	28
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	291
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	5
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	793
VARILLA ACERO DEFORMADA #6 19.05 mm X 12 m GR-60	Unidad	50
VARILLA ACERO DEFORMADA #8 25.4 mm X 12 m GR-60	Unidad	39
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	72
VARILLA ACERO LISA #6 19,05 mm X 6 m	Unidad	8

Cuadro 13. Materiales utilizados en la construcción del Vertedor Cámara		
DESCRIPCION DELARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD
ALAMBRE NEGRO #16	kg	275,76
CONCRETO RESISTENCIA 140 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	14
CONCRETO RESISTENCIA 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	186
LAMINA AC EXPANDIDA 3.17 mm X 1.22 X 244 m	Unidad	1
MADERA SEMIDURA 25,4 X 304.8 mm	m	126,84
MADERA SEMIDURA 50,8 X 101,6 mm	m	481,52
PLYWOOD 4MM 1.22 X 2.44 M	Unidad	9
VARILLA ACERO DEFORMADA #4 12.7 mm X 12 m GR-60	Unidad	268
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 12 m GR-60	Unidad	360
VARILLA ACERO DEFORMADA #5 15.87 mm X 6 m GR-60	Unidad	280
VARILLA ACERO GRAFILADA #2 X 6 m GR-40	Unidad	133

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 53 de 118	

#### 8.4. FLUJO DE PERSONAL

Cada proceso constructivo está organizado en etapas. Entre estas se encuentran: Tubería de conducción, construcción sitio de presa y construcción de cámara de carga.

Cada una de estas etapas tiene requerimientos mínimos de personal cuya cantidad es necesario determinar con el objetivo de que esta información sirva como antecedente para obras y etapas con las mismas características.

Se tiene el flujo de personal de la obra hasta la bisemana número 20, lo que se puede observar en los gráficos 1, 2, 3, 4,5 y 6 que se muestran más adelante.

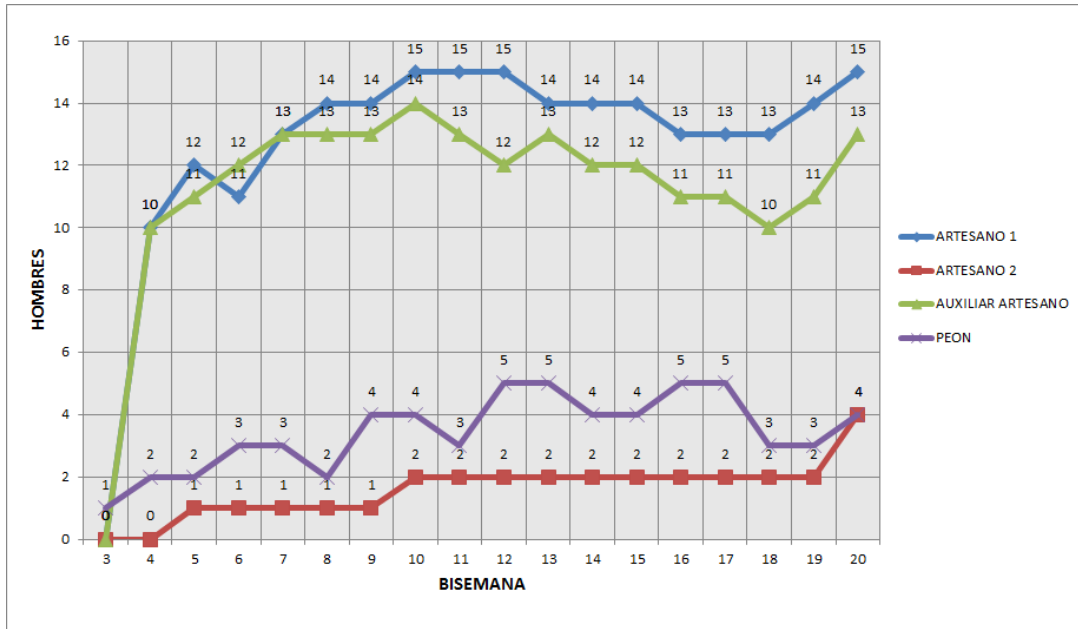
Los gráficos están separados por sitio de presa y cámara de carga, donde el sitio de presa comprende la construcción de desarenador, descarga de fondo, vertedor, toma de aguas y tubería de conducción, por otro lado la cámara de carga comprende el canal disipador, vertedor y cámara de carga.

Esta división se dio por ubicación de los frentes de trabajo, ya que a pesar de estar en el mismo lugar, se encontraban a 300 m uno del otro, a excepción de la tubería que conecta los dos pero se decidió incluirla en el primero.

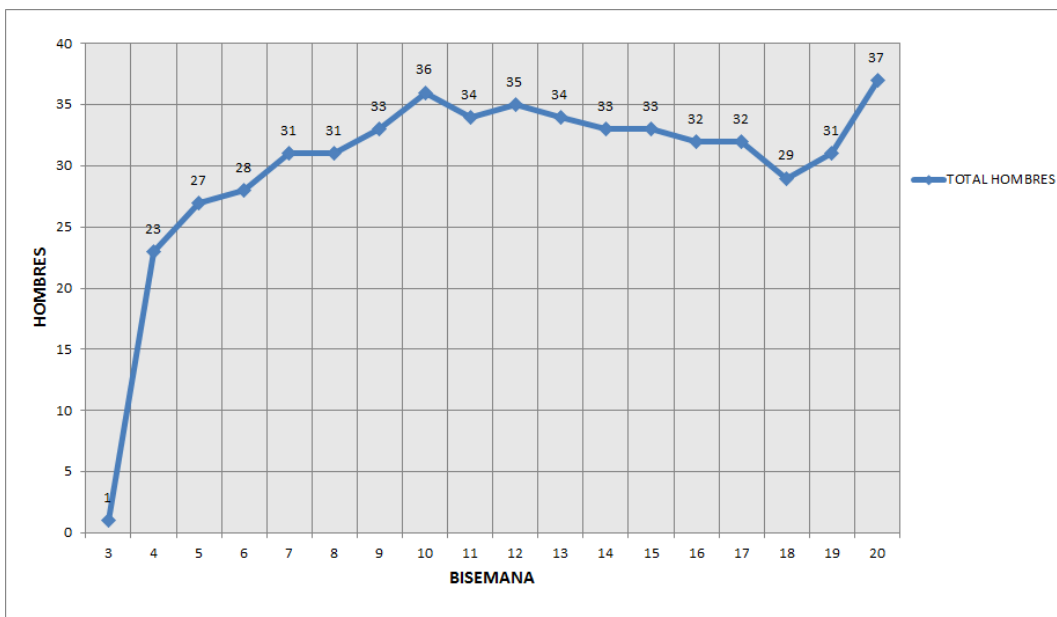
En el cuadro 14 se resume la cantidad de hombres utilizados en la construcción del sitio de presa del aporte La Flor, para las bisemanas del año 2012. Se indica la cantidad por bisemanas trabajadas y por tipo de escala que posean los hombres.

<b>Cuadro 14. Cuadro resumen de hombres utilizados para la construcción de Sitio de Presa, Aporte La Flor</b>																		
<b>Bisemanas</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Artésano 1</b>	0	10	12	11	13	14	14	15	15	15	14	14	14	13	13	13	14	15
<b>Artésano 2</b>	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
<b>Auxiliar Artésano</b>	0	10	11	12	13	13	13	14	13	12	13	12	12	11	11	10	11	13
<b>Peón</b>	1	2	2	3	3	2	4	4	3	5	5	4	4	5	5	3	3	4
<b>Total Hombres</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>37</b>

**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.



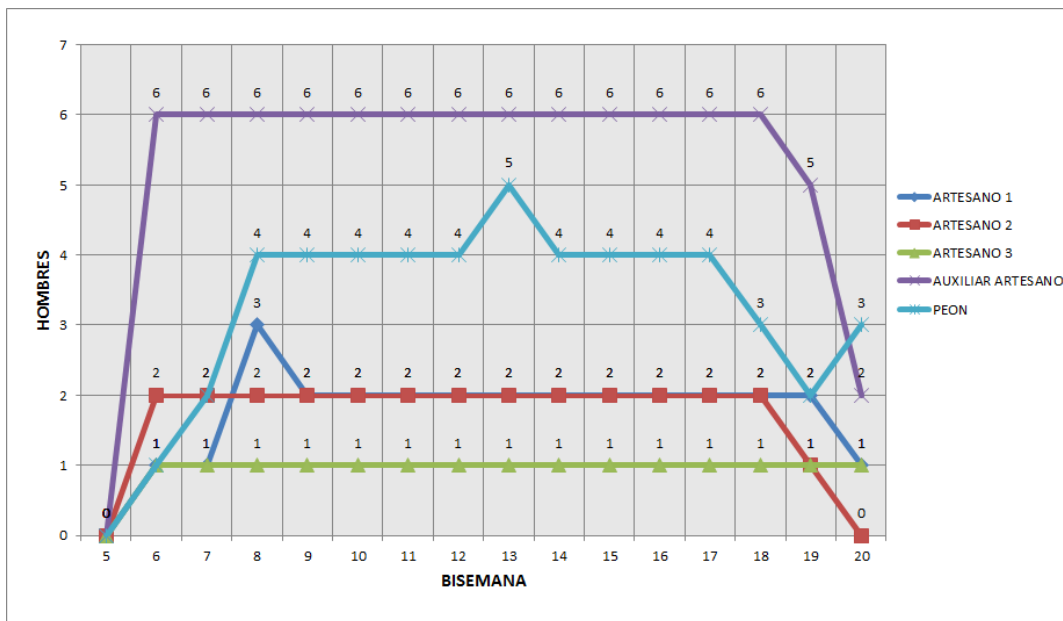
**Gráfico 2.** Flujo de personal total utilizado en la construcción del Sitio de presa, Aporte La Flor hasta el 14 de Septiembre de 2012.



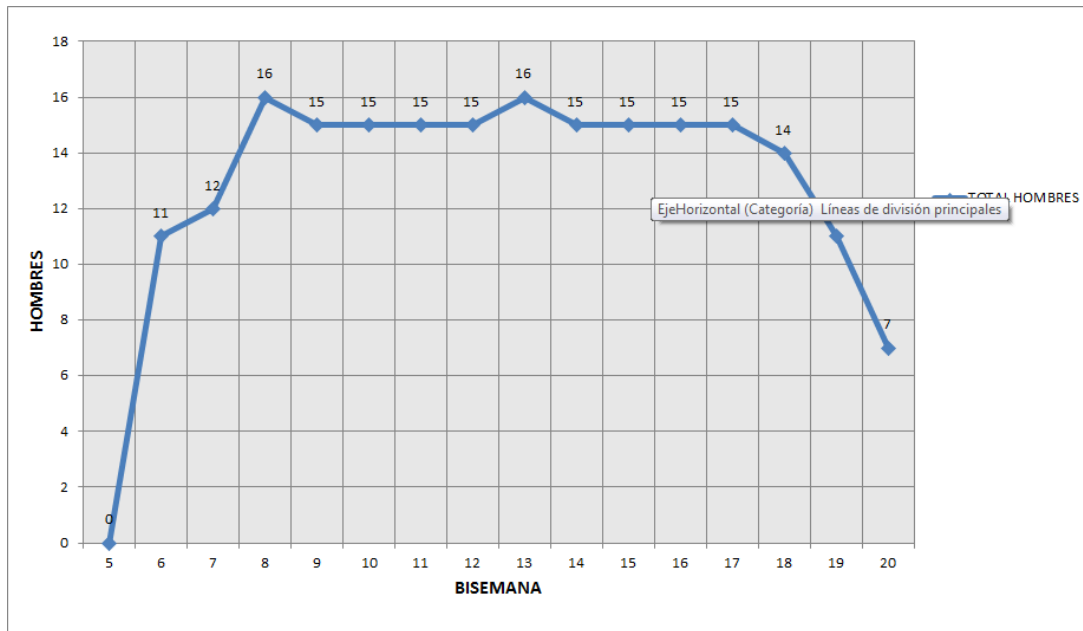
En el cuadro 15 se resume la cantidad de hombres utilizados en la construcción de la cámara de carga del aporte La Flor, para las bisemanas del año 2012. Se indica la cantidad por bisemanas trabajadas y por tipo de escala que posean los hombres.

Cuadro 15. Cuadro resumen de hombres utilizados para la construcción de Cámara de Carga, Aporte La Flor																		
Bisemanas	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Artesano 1	0	0	0	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Artesano 2	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0
Artesano 3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Auxiliar Artesano	1	2	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	2
Peón	3	2	0	1	2	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	2	3
<b>Total Hombres</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>7</b>

**Gráfico 3.** Flujo de personal por puesto utilizado en la construcción de la Cámara de carga, Aporte La Flor hasta el 14 de Septiembre de 2012.



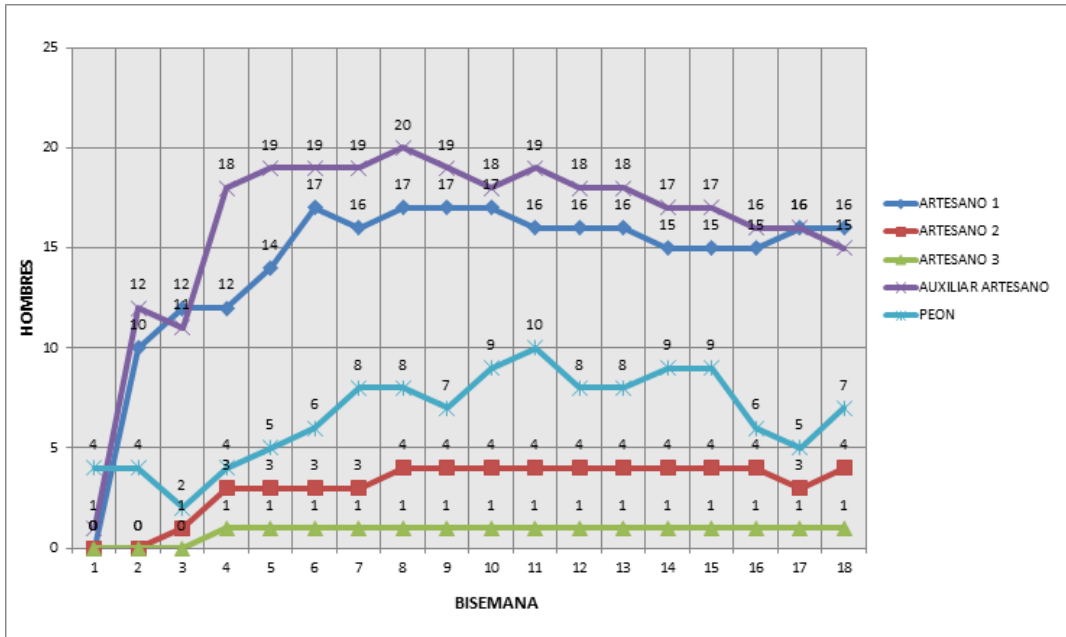
**Gráfico 4.** Flujo de personal total utilizado en la construcción de la Cámara de carga, Aporte La Flor hasta el 14 de Septiembre de 2012.



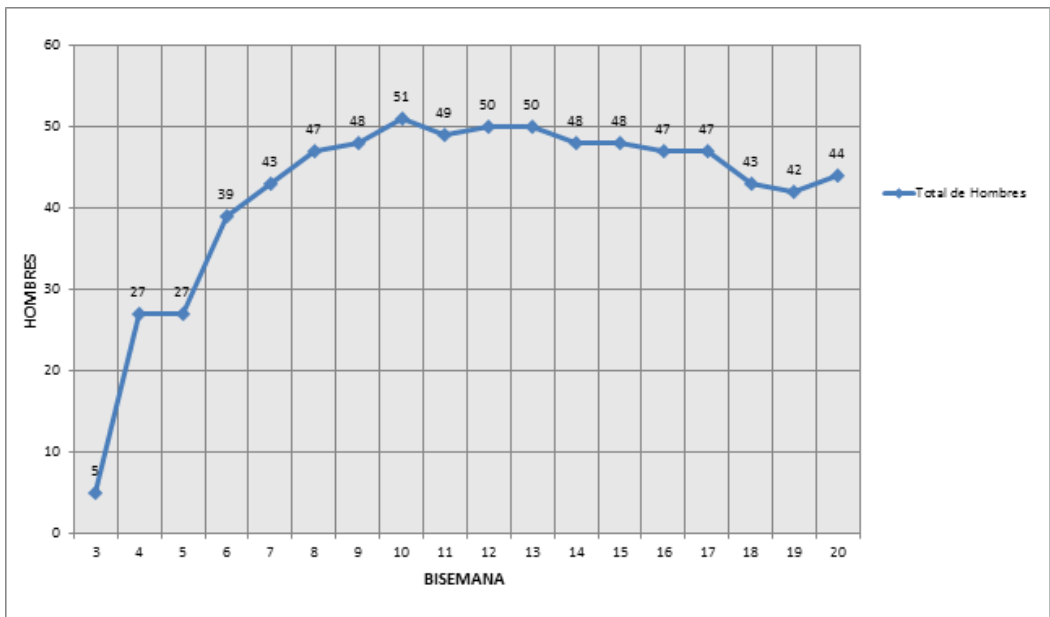
En el cuadro 16 se resume la cantidad de hombres utilizados en la construcción del aporte La Flor para las bisemanas del año 2012. Se indica la cantidad por bisemanas trabajadas y por tipo de escala que posean los hombres.

Bisemanas	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Artesano 1</b>	0	11	14	14	16	19	18	19	19	19	18	18	18	17	17	17	18	18
<b>Artesano 2</b>	0	0	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
<b>Artesano 3</b>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Auxiliar Artesano</b>	1	13	14	21	23	23	23	24	22	21	22	21	21	20	20	19	19	18
<b>Peón</b>	6	7	5	7	6	7	11	9	9	11	12	10	10	11	11	7	7	9
<b>Total Hombres</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>53</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>50</b>

**Gráfico 5.** Flujo de personal por puesto utilizado en la construcción del Aporte La Flor hasta el 14 de Septiembre de 2012



**Gráfico 6.** Flujo de personal total utilizado en la construcción del Aporte La Flor hasta el 14 de Septiembre de 2012.





	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 58 de 118	

## 8.5. REQUERIMIENTO DE EQUIPO EN LA OBRA

En todo proyecto de construcción el manejo de recursos tales como equipo, maquinaria y mano de obra representa un factor a ser controlado para aspectos de calidad: el control del equipo y maquinaria.

El control de equipo y maquinaria tiene gran influencia en los costos y programación del proyecto es por esta razón que es necesario contar con información tal y como se muestra en los cuadros 17, 18, 19 y 20 mostrados.

<b>Cuadro 17. Recursos (Equipo y herramientas) necesarios para trabajo en el Taller de estructuras</b>			
Cantidad	Unidad	Ítem	Función
1	unidades	Máquina de Soldar	Elaboración de trabajos de soldado de barandas, rejilla de toma de aguas, placas para escaleras y barandas, etc.
1	c/persona	Equipo Seguridad	Costa de casco, zapatos, chaleco reflectivo, camisa arme, guantes lana y kevlar, lentes oscuros y claros, orejeras.
1	unidades	Equipo Oxicorte	Corte de varillas de diferentes diámetros, además en el corte de láminas de acero expandido (Jordomex).
1	unidad	Interruptor de seguridad de 200 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica de la red y distribuirla para sus distintos usos.
2	unidad	Esmeriladora	Realización de corte de acero, la cual permite cortar cualquier diámetro
1	unidad	Taladro	Realizar perforaciones tanto en madera como en hierro o acero, por lo que es útil para la elaboración de formaletas

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 59 de 118	

<b>Cuadro 18. Recursos (Equipo, maquinaria) necesarios en el Fogón</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ítem</b>	<b>Función</b>
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)
2	unidades	Tanquetas de aditivo	Se necesita una en fogón y otra en bodega
2	unidades	Back Hoe	Trasporte de agregados a la tolva dosificadora
1	unidad	Monta Cargas	Trasporte de cemento a la tolva dosificadora
4	unidades	Chompipas	Mezclado de concreto y transporte a la obra.
1	unidades	Interruptor de seguridad 100 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica de la red y distribuirla para las bombas utilizadas

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 60 de 118	

**Cuadro19. Recursos (Equipo, maquinaria y herramientas) necesarios para Sitio de presa, Cámara de carga y Construcción en general de la obra**

Cantidad	Unidad	Ítem	Función
6	unidades	Compactadora de bota	Compactar agregados u otros materiales necesarios en la construcción de la tubería de conducción
1	unidades	Rompedora de concreto (mariposa)	Perforaciones en el concreto para la colocación de guías o maestras, para la colocación de armadura
4	unidades	Rompedora de concreto	Romper el concreto para la preparación de superficies, eliminación de concreto para retiro de encofrado.
6	unidades	Máquina de Soldar	Elaboración de maestras o guías para colocación de armadura
1	unidad	Cachera lavado de sitio	Lavado de sitio previo al colocado de concreto
2	unidades	Equipo Oxicorte	Corte de varillas de diferentes diámetros, además en el corte de láminas de acero expandido (Jordomex).
1	unidad	Compresor	Toma el aire del ambiente y lo comprime dentro de un tanque de presión
1	unidad	Tanque de presión (chimbo)	Almacena el aire comprimido y lo distribuye por medio de mangueras
375	metros	Manguera aire presión	Trasporte de aire comprimido en el tanque de presión al sitio de obra
425	metros	Manguera Agua	Trasporte de agua desde la bomba al sitio de obra
1	Unidad	Cachera de aire	Toma el aire que proviene del tanque presión y lo distribuye en 2 salidas hacia la obra
2	Unidad	Cachera de agua	Toma el agua que proviene de la bomba de agua y la distribuye en 3 salidas hacia la obra
15	unidades	Formaleta Mecánica 0.61x1.52	Encofrado de armaduras de concreto, ya que son de fácil y rápida colocación, son de fácil desencofrado.
75	unidades	Formaleta Mecánica 0.61x1.83	Encofrado de armaduras de concreto, ya que son de fácil y rápida colocación, son de fácil desencofrado.
155	unidades	Formaleta Mecánica 0.61x2.44	Encofrado de armaduras de concreto, ya que son de fácil y rápida colocación, son de fácil desencofrado.
2	unidades	Lubricador (Chancho)	Lubricar las rompedoras de concreto suministrando aceite junto con el aire a presión

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 61 de 118	

30	unidades	Andamio	Realización de trabajos en alturas, ya que permite libre movilidad por parte del obrero al realizar trabajos.
100	unidades	Guindola	Realización de trabajos en alturas, ya que permite libre movilidad por parte del obrero al realizar trabajos.
80	unidades	Pilote de extensión	Se utilizan para el soporte y apoyo de encofrados.
1	unidades	Bomba de agua neumática.	Se utiliza para el traslado de agua desde la quebrada hasta sitio de trabajo cuando no se utiliza la Bio4
4	unidades	Bomba Bio4 (salida 4 pulgadas)	Bombeo del agua desde la quebrada hasta el sitio de obra
1	unidad	Banco de transformadores (6 unidades)	Recibir la electricidad, la transforma de 19 mil voltios a 240 o 440 voltios y la distribuye en el proyecto
1	unidades	Interruptor de seguridad 600 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica que proviene del banco de transformadores y distribuirla en la red eléctrica de la obra
3	unidades	Interruptor de seguridad 400 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica que proviene del banco de transformadores y distribuirla en la red eléctrica de la obra
1	unidades	Interruptor de seguridad 100 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica que proviene del banco de transformadores y distribuirla en la red eléctrica de la obra
2	unidades	Interruptor de seguridad 200 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica de la red y distribuirla para sus distintos usos.
30	unidades	Arnés de seguridad	Protección para la realización de trabajos en alturas mayores a los 1.5 metros
1	c/persona	Herramienta albañil	Consta de cinta, tenaza, martillo, segueta, serrucho, plancha, llaneta, nivel, plomada, cuerda, escuadras, cuchara, balde
1	c/persona	Equipo Seguridad	Costa de casco, zapatos, chaleco reflectivo, camisa arme, guantes lana y kevlar, lentes oscuros y claros, orejeras.
1	unidad	Excavadora	Realizar trabajos de movimientos de tierra como las sustituciones y en ocasiones para colocado de concreto
1	unidad	Back hoe	Transporte de material como agregados a sitio de obra, transporte de desechos, descarga de varilla de acero

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 62 de 118	

**Cuadro 20. Recursos (Equipo y herramientas) necesarios para trabajo en taller de armadura y carpintería**

Cantidad	Unidad	Ítem	Función
1	unidad	Maquina de doblado de varilla	Doblado del acero necesario para la elaboración de la armadura, puede doblar varillas #11 como capacidad máxima
1	unidad	Cortadora hidráulica	Corte de varillas de acero, con la capacidad máxima de corte de varilla #11
1	unidad	Dobladora manual (grifa)	Doblado de varilla de forma manual, cuenta con las diferentes grifas o barras de doblado
1	unidad	Cierra Circular (Patín)	Realizar cortes a 45 grados y corte transversal de alfajillas, reglas y demás piezas de madera
1	unidad	Prensa	Sujeción de piezas de madera y acero, ya sea para realizar corten en las mismas como trabajos de soldadura
1	unidad	Cierra mesa	Corte de piezas de madera de grandes y pequeños tamaños, logrando cortes bien elaborados tanto en 45 y 90 grados
1	unidad	Esmeriladora	Realización de corte de acero, la cual permite cortar cualquier diámetro
1	unidad	Caladora	Corte circular de láminas de Plywood u otros elementos de madera
1	unidad	Taladro	Realizar perforaciones tanto en madera como en hierro o acero, por lo que es útil para la elaboración de formaletas
1	unidades	Interruptor de seguridad 100 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica de la red y distribuirla para sus distintos usos.
1	unidades	Interruptor de seguridad 200 A	Dar paso o cortar la energía eléctrica de la red y distribuirla para sus distintos usos.
1	c/persona	Equipo Seguridad	Costa de casco, zapatos, chaleco reflectivo, camisa arme, guantes lana y kevlar, lentes oscuros y claros, orejeras.
1	unidad	Caja Disyuntores termo magnéticos	Realiza la tarea de protección de los equipos y maquinas utilizados en el taller
4	unidades	Disyuntores termo magnéticos	Disyuntores termo magnéticos triples para protección de las maquinas del taller
1	c/persona	Herramienta albañil	Consta de cinta, tenaza, martillo, segueta, serrucho, plancha, llaneta, nivel, plomada, cuerda, escuadras, cuchara, balde




# SECCIÓN 9

## PROCESOS CONSTRUCTIVOS

### CONTENIDO

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 TRASPORTE DE MATERIALES

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD CONSTRUCCCIÓN ESTRUCTURAS GENERAL	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 64 de 118	Código: PC-CEG-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo de este proceso es establecer el procedimiento correcto para la elaboración de estructuras tanto de sitio de presa como de cámara de carga presentes en la construcción del aporte La Flor, que tengan dentro de su elaboración elementos como acero, concreto y formaleta, los cuales cumplan con las especificaciones correspondientes.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a los elementos como aletones, desarenador, canal de desarenador, cámara de carga, canal de restitución, dissipador, etc., que se elaboren para la construcción de un aporte con características similares al aporte La Flor. Este tiene dentro de su alcance al ingeniero de la obra, técnico de la obra y personal en general.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

<u>Procedimiento</u>	<u>Código</u>
Revisión de Acero	PD-RA-01
Revisión Encofrado y Desencofrado	PD-RED-01
Revisión Colado Concreto	PD-RCC-01
Revisión Vibrado concreto	PD-RVC-01
Revisión Reparaciones y Acabados	PD-RRA-01



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
 PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD  
 CONSTRUCCÓN DE ESTRUCTURAS GENERALES

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

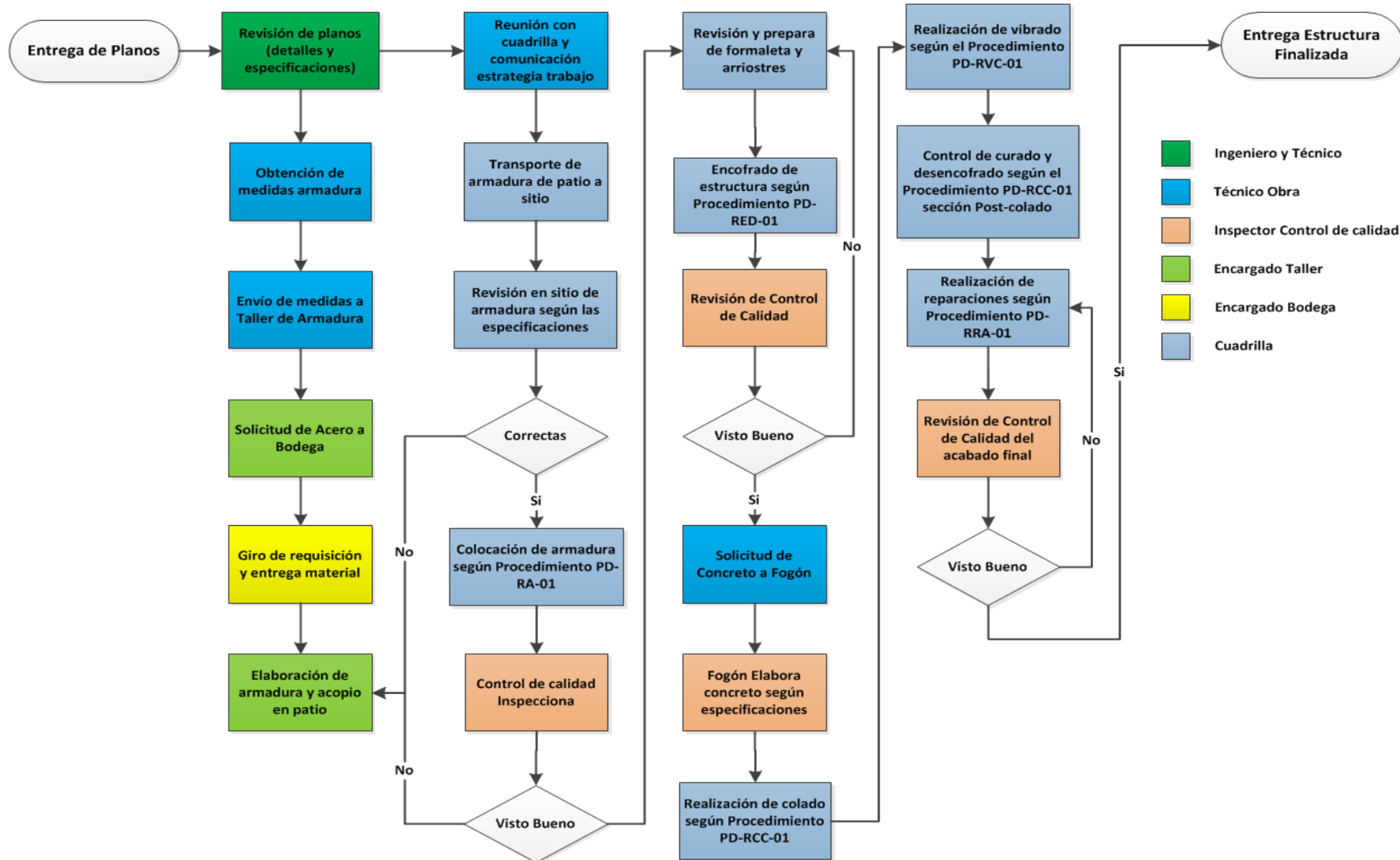
Página  
65 de 118

Código:  
PC-CEG-01

Entrada

Proceso

Salida





	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD CONSTRUCCIO VERTEDOR Y TOMA DE AGUAS	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 66 de 118	Código: PC-CVT-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo de este proceso es establecer el procedimiento correcto para la elaboración de estructuras del sitio de presa presentes en la construcción del aporte La Flor, que tengan dentro de su elaboración elementos como acero y formaleta, además de contar con dos tipos de concreto para su elaboración por lo cual se hace la distinción con las demás estructuras.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al elemento vertedor y toma de aguas que se desarrollan en la construcción de un aporte con características similares al aporte La Flor. Este tiene dentro de su alcance al ingeniero de la obra, técnico de la obra y personal en general.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Procedimiento

Revisión de Acero

Revisión Encofrado y Desencofrado

Revisión Colado Concreto

Revisión Vibrado concreto

Revisión Reparaciones y Acabados

### Código

PD-RA-01

PD-RED-01

PD-RCC-01

PD-RVC-01

PD-RRA-01



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
 PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD  
 CONSTRUCCÓN VERTEDOR Y TOMA DE AGUAS

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

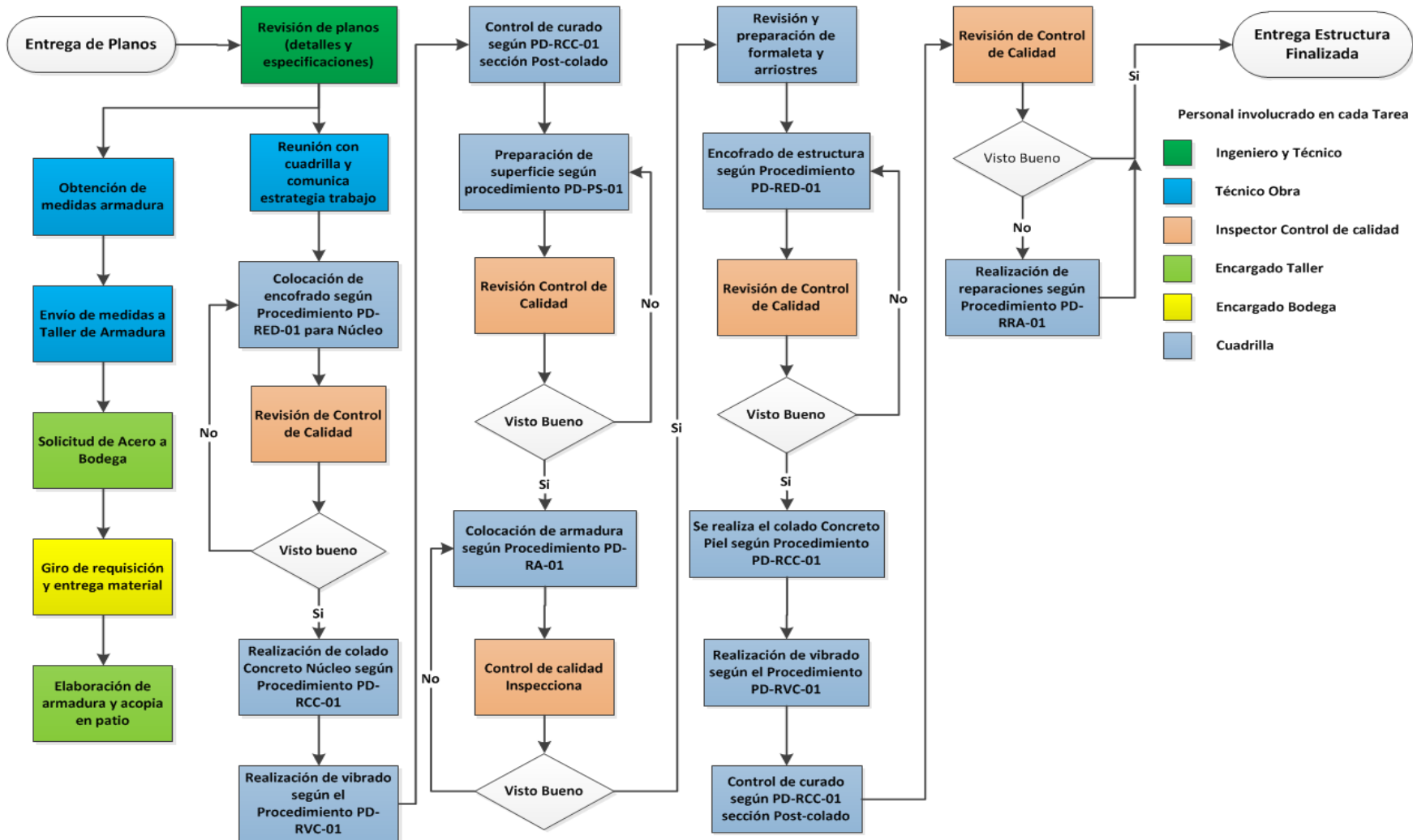
Página  
67 de 118


Código:  
PC-CVT-01

Entrada

Proceso

Salida



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD CONSTRUCCIO ESTRUCTURA CON MARCO DE IZAJE	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 68 de 118	Código: PC-CEM-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo de este proceso es establecer el procedimiento correcto para la elaboración de estructuras de sitio de presa presentes en la construcción del aporte La Flor, que tengan dentro de su elaboración elementos como acero, concreta y formaleta, además de contar con la colocación de marcos de izaje en su proceso, por lo cual se excluye de las demás estructuras.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a los elementos como Compuerta JC1 descarga de fondo, Compuerta JC2 de toma de aguas y Compuerta JC3 desarenador que se elaboren para la construcción de un aporte con características similares al aporte La Flor. Este tiene dentro de su alcance al ingeniero de la obra, técnico de la obra y personal en general.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

<u>Procedimiento</u>	<u>Código</u>
Revisión de Acero	PD-RA-01
Revisión Encofrado y Desencofrado	PD-RED-01
Revisión Colado Concreto	PD-RCC-01
Revisión Vibrado concreto	PD-RVC-01
Revisión Reparaciones y Acabados	PD-RRA-01



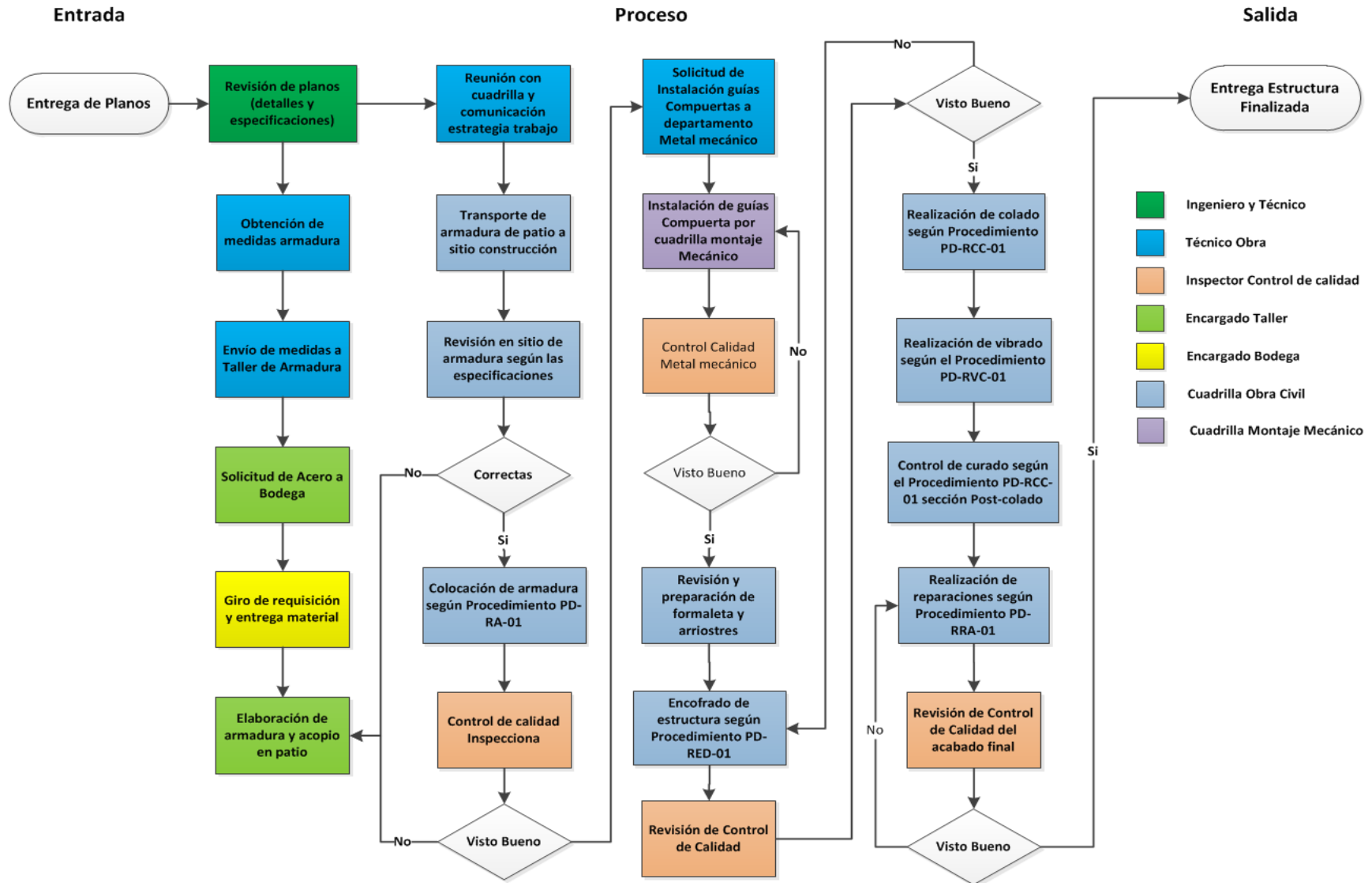
GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
 PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD  
 CONSTRUCCÓN ESTRUCTURA CONMARCO DE IZAJE

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
69 de 118

Código:  
PC-CEM-01



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD CONSTRUCCIO TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 70 de 118	Código: PC-CTC-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo de este proceso es establecer el procedimiento correcto para la construcción de la tubería de conducción presente en la construcción del aporte La Flor, que se encuentre bajo los estándares dados por las normas aplicables.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todas las tuberías de conducción que se elaboren para la construcción de un aporte con características similares al aporte La Flor. Este tiene dentro de su alcance al ingeniero de la obra, técnico de la obra y personal en general.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

Proceso

Construcción Estructuras General

Código

PC-CEG-01



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD COMPRA Y TRANSPORTE DE MATERIALES	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 72 de 118	Código: PC-CTM-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo de este proceso en la logística necesaria la adquisición del material necesario en sitio de obra.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica todos los materiales utilizados en la obra de construcción del aporte La Flor como en todo proyecto hidroeléctrico desarrollado por la UENPySA. Este tiene dentro de su alcance al ingeniero de la obra, técnico de la obra, coordinador de materiales y bodeguero del frente de trabajo.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Procedimiento

Orden de Compra

### Código

PD-OC-01

### Formulario

Revisión de Cotización de Materiales

### Código

FC-RCM-01





# SECCIÓN 10

## PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

### CONTENIDO

PD-RA-01	REVISIÓN DE ACERO
PD-RCC-01	REVISIÓN DE COLADO DE CONCRETO
PD-RED-01	REVISIÓN DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
PD-RVC-01	REVISIÓN DE VIBRADO DE CONCRETO
PD-RRA-01	REVISIÓN DE REPARACIONES Y ACABADO
PD-OC-01	ORDEN DE COMPRA

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ACERO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 75 de 118	Código: PD-RA-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo que se busca con este procedimiento es establecer de forma concisa los parámetros necesarios para la revisión del acero de forma eficiente y rápida, ayudando a agilizar el proceso constructivo y a la vez cumplir con las especificaciones establecidas tanto en planos como en las normas establecidas aplicables al caso.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todas las estructuras de concreto con acero de refuerzo, presentes en el diseño de un aporte con las condiciones similares al aporte la Flor. Asimismo, este procedimiento alcanza al ingeniero encargado, al técnico y todo el personal de la obra responsable de la construcción.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Proceso

Construcción Estructuras General

Construcción de Vertedor y Toma de aguas

Construcción Estructuras con Marco Izaje

Construcción Tubería de Conducción

### Código

PC-CEG-01

PC-CVT-01

PC-CEM-01

PC-CTC-01

### Formulario

Revisión de Acero

### Código

F01-RA

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ACERO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 76 de 118	Código: PD-RA-01

#### 4. PROCEDIMIENTO

##### 4.1. DOBLADO DE ACERO

- 4.1.1. Las dimensiones del acero estructural a colocar son obtenidas de los planos por parte del técnico de la obra para luego pasar la orden de elaboración de las mismas. Además, dentro de los datos se incluye el grado del acero, tipo de varilla y diámetro.
- 4.1.2. Se debe de contemplar los empalmes de acero según las dimensiones de varilla, además, es importante hacer la alternación de los empalmes.
- 4.1.3. Las dimensiones se entregan al encargado de doblado de acero y este solicita a bodega el tipo de varilla indicado para iniciar con la confección de la armadura.
- 4.1.4. Los cortes de varilla se deben realizar con la cortadora hidráulica y no con oxicorte o disco de corte ya que afecta las características del acero por temperatura.
- 4.1.5. Elaborada la armadura se coloca en el patio del taller en orden y tipo respectivo, para facilitar la colocación en campo y evitar problemas de colocación.
- 4.1.6. Cuando se requiere del acero respectivo de cada estructura se solicita al encargado de taller dar salida al acero en patio de taller.


##### 4.2. REVISIÓN PREVIA A LA COLOCACIÓN

- 4.2.1. El técnico debe de revisar el estado del acero, diámetro y tipo de varilla según las especificaciones en planos además de las dimensiones establecidas anteriormente junto con los empalmes establecidos.
- 4.2.2. Se deben de reunir el técnico, encargado de doblado de acero y encargado de cuadrilla para explicar la ubicación del acero en el patio de taller, además de su respectivo orden en caso de ser requerido.
- 4.2.3. El técnico y el encargado de cuadrilla deben de aclarar la colocación correcta de la armadura una vez transportada al sitio donde se colocará.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ACERO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 77 de 118	Código: PD-RA-01

### 4.3. COLOCACIÓN DE ARMADURA

- 4.3.1. Se corrobora los puntos de colocación de armadura con la cuadrilla de topografía según lo establecido en planos, para trazar las guías o maestras necesarias.
- 4.3.2. Se debe revisar una vez más que los diámetros de varilla y grado del acero sean los establecidos por los planos constructivos tanto para el acero doblado como el que no debe ser doblado previamente.
- 4.3.3. Es necesario respetar el recubrimiento que establece los planos al colocar la armadura, esto con la correcta utilización los helados.
- 4.3.4. Se tiene que los empalmes en los casos requeridos tienen que alternar la colocación del traslape de acero para evitar la afectación de la estructura por un plano de falla.
- 4.3.5. Se debe utilizar amarras tipo pata de gallo con alambre #16 o #18 de doble hilo en todas las uniones de varilla del acero estructural.
- 4.3.6. Verificar los distanciamientos entre varillas para respetar lo establecido por los planos tanto en el acero vertical como horizontal.
- 4.3.7. Al colocar los helados, arriostre en "x" y tornillo tipo Richmond en la armadura verificar que no se suelde a la armadura sino que se amarren con alambre según lo mencionado en el punto 4.3.5.
- 4.3.8. De igual manera no se debe soldar mallas o armadura a las maestras colocadas, sino realizando en mismo proceso descrito en el punto anterior.
- 4.3.9. Se debe de revisar distanciamiento mínimos entre varillas en los casos que se presente congestión de acero para garantizar una buena colocación.
- 4.3.10. En los casos de que el acero tenga curvas poco pronunciadas se debe de medir bien los radios para garantizar que en cualquiera de sus puntos se mantenga la misma medida.
- 4.3.11. Verificar que los aros se coloquen alternando los ganchos a lo largo del acero y a la distancia entre ellos según los planos.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ACERO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 78 de 118	Código: PD-RA-01

- 4.3.12. Verificar que no se utilicen varillas grifadas en puntos que no son los establecidos por los planos.
- 4.3.13. El técnico debe de verificar que el acero de refuerzo este libre de materiales o fluidos que comprometan la adherencia del concreto al acero.
- 4.3.14. Los puntos anteriores serán verificados siempre por los inspectores de control de calidad y estos podrán parar el avance para hacer que se corrija cualquier incumplimiento, y es deber del técnico el ordenar la corrección de los mismos.
- 4.3.15. Se debe registrar el cumplimiento con **Formulario FC-RA-01 Revisión de Acero Estructural.**

-Fin del Procedimiento-

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE COLOCADO CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 79 de 118	Código: PD-RCC-01

## 1. PROPÓSITO

Lo que se busca con la elaboración de este procedimiento es establecer la correcta colocación de concreto en los elementos estructurales presentes en el aporte.

- Aletón Izquierdo y Derecho
- Descarga de fondo
- Vertedor
- Toma de aguas
- Desarenador
- Marcos de Izaje
- Tubería de conducción
- Muros entre elementos

## 2. ALCANCE

Este procedimiento tiene validez para la correcta realización de colado de todos los elementos mencionados que se elaboren en la construcción de un aporte con características similares al aporte La Flor. Asimismo, este procedimiento alcanza al Ingeniero encargado, al técnico y todo el personal de la obra responsable de la construcción.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Proceso

Construcción Estructuras General	PC-CEG-01
Construcción de Vertedor y Toma de aguas	PC-CVT-01
Construcción Estructuras con Marco Izaje	PC-CEM-01
Construcción Tubería de Conducción	PC-CTC-01

### Procedimiento

Revisión de Vibrado de Concreto	PD-RVC-01
---------------------------------	-----------

### Formulario

Revisión de Acero	FC-RA-01
Revisión de Colocado Concreto	FC-RC-01
Revisión de Encofrado y Desencofrado	FC-ED-01
Revisión de Sitio	FC-RS-01

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE COLOCADO CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 80 de 118	Código: PD-RCC-01

## 4. PROCEDIMIENTO

### 4.1. METODOLOGÍA DE COLADO

En este espacio lo que se busca es cumplir con todo lo necesario para desarrollar un colado de concreto de forma eficiente para ahorrar tiempo de errores.

- 4.1.1. Es responsabilidad del ingeniero y técnico encargado de la obra el decidir el tipo de descarga que se realizara para el concreto, ya que de esto dependerá si se necesita de bomba telescópica (autobomba).
- 4.1.2. El técnico junto con el ingeniero encargado de la obra debe coordinar el día en que se realizará la colada de concreto para así solicitar la maquinaria necesaria para dicha labor.
- 4.1.3. En caso de realizar descarga con autobomba se deberá hacer la solicitud de la autobomba ante el encargado de maquinaria de este frente para ver disponibilidad en la fecha determinada.
- 4.1.4. En caso de realizar descarga directa deben de tomarse en cuenta la colocación de tubería o canales para la descarga del concreto hasta el elemento.
- 4.1.5. La altura de colado debe ser determinada por parte del técnico para evitar problemas con el encofrado por fallas causadas por el empuje del concreto.
- 4.1.6. Se establece cual será el equipo necesario para el colado, para que este en el sitio antes de iniciar el colado, además de contar con equipo adicional en caso de que algunos de los principales lleguen a fallar.
- 4.1.7. Se establece cual será la cuadrilla encargada de la tarea, para así realizar una reunión de parte del técnico con el encargado de la cuadrilla, explicando los detalles de la metodología a utilizar.

### 4.2. REVISIÓN PREVIA A LA SOLICITUD DE CONCRETO

- 4.2.1. Se debe cumplir con los parámetros de revisión de acero según el **Formulario FC-RA-01 Revisión de Acero Estructural**.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE COLOCADO CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 81 de 118	Código: PD-RCC-01

4.2.2. Se debe cumplir con los parámetros necesarios para un correcto encofrado de la estructura según el **Formulario FC-ED-01 Encofrado y Desencofrado**.

4.2.3. Se debe cumplir con los parámetros de revisión de sitio previos a la colocación según el **Formulario F04-RS Revisión de Sitio**.

4.2.4. Se tiene establecida la metodología de colocación de concreto según el punto anterior 4.1 de este mismo procedimiento.

4.2.5. Se debe tener la aprobación de los inspectores de control de calidad presentes en obra en cuanto al acero, encofrado y sitio para poder proceder.

4.2.6. Una vez cumplidos los puntos anteriores el técnico da la orden de iniciar la elaboración del concreto según las especificaciones de los planos.

4.2.7. Se manejará un control de colado de concreto con el **Formulario FC-CC-01 Control de Colado** donde se medirán los tiempos de las chompipas, revenimiento del concreto y adicción de aditivo, elaboración de cilindros y volumen colocado para un mejor control de esta tarea.

### 4.3. COLOCACIÓN DE CONCRETO

4.3.1. Durante el colado el técnico debe de cerciorarse de que el encofrado no pierda la línea, de lo contrario se debe de arreglar de inmediato.

4.3.2. La calidad del concreto que se recibe en sitio esta a cargo de los inspectores de Control de Calidad del proyecto, ya que estos están a cargo de la elaboración del concreto, elaboración de cilindros, realización de prueba de revenimiento, tiempos de transporte, etc.

4.3.3. La altura máxima de colocación debe ser de 2 metros, de ser posible tratar de colocar el concreto lo más cerca de la superficie donde se va a colocar para evitar la segregación de agregados de la mezcla y que se presenten problemas de hormigueros en las superficies terminadas.

4.3.4. Se debe de verificar que los tiempos de transporte de concreto no superen los 60 min desde su elaboración hasta su colocación para evitar que el concreto inicie su proceso de fraguado.

4.3.5. La colocación de concreto se realiza de forma uniforme en la superficie para garantizar que las capas vibradas no tengan una profundidad mayor a la que penetra el vibrador.



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE COLOCADO CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 82 de 118	Código: PD-RCC-01

4.3.6. Al iniciar el colado del elemento se debe de garantizar la colocación de manera continua de ser posible, sino no pasar tiempos prolongados para evitar juntas frías.

4.3.7. En caso de ser colocado por bombeo se debe garantizar de la misma manera que sea de la manera más continua posible para evitar juntas frías.

4.3.8. No se debe de utilizar concretos a los cuales se les agregue agua al llegar a sitio para no comprometer la resistencia, a menos que esto lo realice el inspector de Control de Calidad presente.

4.3.9. Verificar que el concreto cubra por completo el acero de refuerzo presente en la estructura para evitar el ingreso de la corrosión a la estructura.

4.3.10. En caso de que la superficie posea algún tipo de acabado especial se deben de tomar en cuenta todas las condiciones necesarias para lograrlo, teniendo a mano el equipo óptimo para tal tarea.

4.3.11. El vibrado debe cumplir con los parámetros necesarios para un correcto vibrado de concreto según el **Procedimiento PD-RVC-01 Revisión de Vibrado Concreto**.

4.3.12. Se debe cumplir con los parámetros necesarios para una correcta colocación de concreto en la estructura según el **Formulario FC-RC-01 Revisión de Colocado**.

#### 4.4. PROCESO POST-COLADO

4.4.1. Se busca dar el acabado que establecen los planos según el tipo de estructura que se esté trabajando.

4.4.2. Se instala en sistema de curado una vez que el concreto haya fraguado y la superficie pueda soportar el golpe del agua sin causar daños.

4.4.3. Se realiza el desencofrado según lo indica la tabla adjunta **Tabla 1. Tiempos Mínimos de Remoción de las Formaletas** presente en los anexos, donde se presenta los tiempos de desencofrado para estructuras.

-Fin del Procedimiento-

	<b>GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES</b> <b>PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD</b> <b>REVISIÓN DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 83 de 118	Código: PD-RED-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo que busca cumplir este procedimiento es el de explicar al usuario de esta guía la forma de realizar la dirección del encofrado y desencofrado de estructuras de concreto de una manera rápida y eficiente al ser un procedimiento claro y conciso de lo que se requiere. De esta manera se pueda cumplir con las especificaciones establecidas en planos y normativas que rigen en los códigos de este país.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para cualquiera de las estructuras de concreto existentes en la construcción de un aporte con características similares a la del aporte La Flor. De igual manera, alcanza al ingeniero encargado, técnico y todo el personal de campo que esta involucrado en dicha actividad.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Proceso

Construcción Estructuras General  
 Construcción de Vertedor y Toma de aguas  
 Construcción Estructuras con Marco Izaje  
 Construcción Tubería de Conducción

### Código

PC-CEG-01  
 PC-CVT-01  
 PC-CEM-01  
 PC-CTC-01

### Formulario

Encofrado y Desencofrado

### Código

FC-ED-01

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 84 de 118	Código: PD-RED-01

#### 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, verificando alineamiento, verticalidad y correcta unión entre partes.
- 4.2.3. Verificar el uso correcto de las clavijas y demás componentes de las formaletas para garantizar la correcta unión entre piezas y así evitar pérdida de lechada.
- 4.2.4. Se debe de revisar que la formaleta mantenga su verticalidad y alineamiento conforme se vaya trabajando en el encofrado de la armadura, esto para realizar las correcciones necesarias una vez que surjan y evitar mayores problemas.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 85 de 118	Código: PD-RED-01

4.2.5. Los recubrimientos deben respetarse según las especificaciones establecidas en los planos, y en caso de que no exista especificación tal en planos se hará referencia a la **Tabla 2. Recubrimientos Mínimos presente en los anexos.**

4.2.6. Al utilizar Jordomex para los tapones en cortes de colado, se amarrarán a la armadura con alambre negro, nunca se harán soldados a la armadura.

4.4.4. Se deberá dejar aberturas en el encofrado de fácil cerrado para que el inspector de control de calidad realice la revisión previa al colado de concreto.

4.4.5. Se debe cumplir con los parámetros necesarios para una correcta colocación de concreto en la estructura según el **Formulario FC-ED-01 Encofrado y Desencofrado.**

### 4.3. ARRIOSTRE Y APUNTALAMIENTO

4.3.1. Se debe colocar verguiñas a cada 60 cm al realizar encofrado de muros para asegurar el soporte de las formaletas por empuje del concreto.

4.3.2. Se debe arriostrar vertical y horizontalmente la formaleta con varillas #8 a cada 60 cm para evitar tener puntos débiles y así incrementar la resistencia al empuje de concreto.

4.3.3. Se realiza la colocación de tornillo Richmond para que de lugar a la colocación de andamiaje para trabajos en alturas superiores a 1,5 metros.

4.3.4. De igual forma se coloca tornillo Richmond en las bases del encofrado para ejercer mayor soporte al empuje del concreto.

4.3.5. El apuntalamiento se realiza con varillas No. 2, No. 8 y pilotes de extensión cuando sea necesario. En caso de encofrado para sustituciones con altura menor a 1.5 metros se utiliza No. 8 en su parte interior y exterior, para núcleos se apuntala con No. 2 en su parte interior y la exterior con No. 8 y pilote de extensión.

4.3.6. Se coloca el sistema de andamiaje cuando se requiera trabajar a una altura mayor a 1.5 metros, o cuando se necesite realizar superficies con acabado determinado.

4.3.7. Las formaletas están adecuadamente apuntaladas de tal manera que soporten las presiones ejercidas por el concreto.

-Fin del Procedimiento-

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE VIBRADO DE CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 86 de 118	Código: PD-RVC-01

## 1. PROPÓSITO

El objetivo buscado con este procedimiento es el explicar en forma concisa la manera correcta de realizar el vibrado del concreto en la obra, para garantizar la mejor calidad de las estructuras de concreto presentes en la construcción de un aporte.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todas las estructuras de concreto presentes en la construcción de un aporte con características similares a la del aporte La Flor. Tiene alcance sobre el ingeniero, técnico de obra y todo el personal de campo presente en la obra.

## 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Proceso

Construcción Estructuras General

Construcción de Vertedor y Toma de aguas

Construcción Estructuras con Marco Izaje

Construcción Tubería de Conducción

### Código

PC-CEG-01

PC-CVT-01

PC-CEM-01

PC-CTC-01

### Procedimiento

Revisión del Vibrado de Concreto

### Código

PD-RVC-01

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE VIBRADO DE CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 87 de 118	Código: PD-RVC-01


## 4. PROCEDIMIENTO

### 4.1. PREVIO AL VIBRADO

- 4.1.1. Se debe de poner personal con experiencia a realizar la tarea de vibrado, en el mejor de los casos que sea un artesano, para garantizar la calidad del trabajo.
- 4.1.2. El sitio a vibrar debe tener la suficiente visibilidad para que el operador del vibrador pueda ver lo que realiza y cumpla con el correcto vibrado.
- 4.1.3. El técnico de la obra es el responsable de verificar que el vibrado se realizase de la manera correcta y que garantice calidad.

### 4.2. VIBRADO

- 4.2.1. Al realizar el vibrado la espiga del vibrador se introduce en forma vertical sin que haya inclinación, además de que esta se introduzca completa para garantizar el correcto vibrado.
- 4.2.2. Se realiza el vibrado del concreto a cada 40 cm de distancia entre cada punto donde se aplique para que se distribuya uniforme por el elemento.
- 4.2.3. Al vibrar se debe de mantener la espiga de 5 a 15 segundos en la mezcla de concreto para garantizar la exclusión de vacíos.
- 4.2.4. Se debe de evitar que al vibrar se toque la armadura de acero con la espiga del vibrador que no haya problemas de adherencia concreto-acero.
- 4.2.5. Al colocar capas de concreto después de vibrar la capa inferior, se debe de introducir la espiga del vibrador unos 15 cm en la capa inferior para garantizar la unión de las masas y evitar juntas frías.
- 4.2.6. No se debe de sobre vibrar ya que se generará segregación en la mezcla de concreto.
- 4.2.7. No se recomienda el vibrar el concreto para que este se desplace por la estructura, ya que puede generar segregación, lo ideal es colocar el concreto de forma uniforme en la estructura.
- 4.2.8. Al terminar el vibrado en cada punto se debe de sacar la espiga lentamente y verificar que se de el cierre del agujero hecho por la misma.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE VIBRADO DE CONCRETO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 88 de 118	Código: PD-RVC-01

4.2.9. Una vez realizado el vibrado se debe lavar el vibrador para evitar que el concreto se adhiera a la espiga y genere fallos en su forma de operar.

4.2.10. Se debe cumplir los parámetros establecidos en el **Procedimiento PD-RVC-01 Revisión de Vibrado de Concreto**.

-Fin del Procedimiento-

	<b>GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES</b> <b>PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD</b> <b>REVISIÓN DE REPARACIONES Y ACABADO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 89 de 118	Código: PD-RRA-01

### 1. PROPÓSITO

El objetivo que se busca con este procedimiento es establecer la manera correcta de realizar reparaciones de superficies de las estructuras de concreto presentes en el proyecto.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todas las estructuras de concreto presentes en la construcción de un aporte con características y condiciones similares a las del aporte La Flor. Tiene alcance sobre el ingeniero, técnico de obra y todo el personal de campo presente en la obra.

### 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

<u>Proceso</u>	<u>Código</u>
Construcción Estructuras General	PC-CEG-01
Construcción de Vertedor y Toma de aguas	PC-CVT-01
Construcción Estructuras con Marco Izaje	PC-CEM-01
Construcción Tubería de Conducción	PC-CTC-01



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE REPARACIONES Y ACABADO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 90 de 118	Código: PD-RRA-01


## 4. PROCEDIMIENTO

### 4.1. REPARACIÓN DE SUPERFICIES

- 4.1.1. Las reparaciones del concreto defectuoso deben hacerse lo más pronto posible, con el fin de que el concreto o mortero de reparación se adhiera más fácilmente al otro concreto.
- 4.1.2. Se debe de realizar una pica en la zona a reparar hasta donde se note que el concreto está bien compacto.
- 4.1.3. Para la reparación se puede utilizar una mezcla de resina epóxica con arena seca ó un mortero con relleno, el primero se utiliza en superficies expuestas al golpe del agua y el segundo en todas las demás superficies.
- 4.1.4. Una vez realizada la pica se debe dejar la superficie libre de polvo o algún de material que impida la adherencia del mortero o mezcla de epóxico.
- 4.1.5. Se aplica una capa de resina epóxica para garantizar la adherencia del mortero a la superficie, esta se aplica según las especificaciones del fabricante.
- 4.1.6. Una vez aplicado, se pasa la llaneta para darle acabado a la superficie reparada.
- 4.1.7. Una vez lista la reparación se deja hasta que logre la resistencia y si es necesario un mejor acabado se pule con un esmeril para darlo.
- 4.1.8. Las reparaciones que se realicen en el concreto se realizarán con la supervisión del Control de Calidad.

### 4.2. REPARACIÓN POR VERGUIÑAS


- 4.2.1. Se debe de realizar una pica en la zona donde se encuentra la verguiña, hasta 2 cm dentro de la estructura para poder cortar la verguiña.
- 4.2.2. Se realiza la limpieza del agujero realizado para aplicar la resina epóxica para garantizar la adherencia del mortero o la mezcla de epóxico y arena seca.
- 4.2.3. En caso de que esté expuesta al golpe del agua se realiza la mezcla de epóxico con arena seca para realizar la reparación, en caso contrario se aplica una mezcla de mortero.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE REPARACIONES Y ACABADO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 91 de 118	Código: PD-RRA-01

4.2.4. Una vez aplicado, se pasa la llaneta para darle acabado a la superficie reparada.

4.2.5. Cuando se aplica la mezcla de epóxico se debe de pulir la superficie con esmeril ya que el epóxico al no obtener resistencia de forma rápida como el concreto tiende a correrse y pierde parte del acabado.

-Fin del Procedimiento-

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>ORDEN DE COMPRA</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 92 de 118	Código: PD-OC-01

### 1. PROPÓSITO

El objetivo que se busca con este procedimiento es establecer la manera correcta de realizar la solicitud de material necesario en obra.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todas las obras de construcción de aportes y demás obras que conforman un Proyecto Hidroeléctrico. Tiene alcance sobre el ingeniero, técnico de obra y coordinador de materiales.

### 3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

Proceso

Compra y Transporte de Materiales

Código

PC-CTM-01

Formulario

Revisión de Cotización de Materiales

Código

FC-RCM-01

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD <b>ORDEN DE COMPRA</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 93 de 118	Código: PD-OC-01

#### 4. PROCEDIMIENTO

##### 4.1. Realización de Orden de Compra

4.1.1. Se debe de realizar el análisis de ofertas, con al menos 3 opciones de diferentes proveedores según el **Formulario FC-RCM-01 Revisión Cotización de Materiales**.

4.1.2. Una vez realizado el paso anterior se escoger la oferta con el menor precio, que garantice la aprobación de la OC con las cantidades solicitadas según lo requerido.

4.1.3. Se busca en el catálogo de códigos suministrado por los almacenes de materiales, los códigos respectivos al material requerido. (Es necesario estar seguro de que el material requerido es el indicado según el código obtenido)

4.1.4. Se realiza la confección de la OC en el programa SIPP, esta puede ser de 3 tipos.

- Caja Chica: compra que comprende monto de ₡1 a ₡299.999, esta solo requiere aprobación del ingeniero a cargo.
- Contratación Directa: compra que comprende monto de ₡300.000 a ₡1.299.999, esta compra requiere aprobación del ingeniero a cargo y del director del proyecto, por lo que su gestión tiene un mayor tiempo.
- Licitación: esta comprende monto de ₡1.300.000 en adelante, esta requiere de un proceso de licitación para ser otorgada la compra a la empresa que presente la mejor oferta. (Este tipo de compra es preferible no utilizarla a menos que sea estrictamente necesario, ya puede tener una duración que comprende meses en algunos casos).

4.1.5. Una vez aprobada se realiza la compra y se traslada el material al almacén correspondiente según el producto.

4.1.6. Material listo para ser requisado y trasportado al frente de trabajo.

-Fin del Procedimiento-

# SECCIÓN 11

## FORMULARIOS DE CONTROL

### CONTENIDO

FC-RA-01	REVISIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL
FC-RCC-01	REVISIÓN DE COLADO DE CONCRETO
FC-ED-01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
FC-RGS-01	REVISIÓN GENERAL DE SITIO
FC-CC-01	CONTROL DE COLADO



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN DE ACERO**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
95 de 118

Código:  
FC-RA-01

<b>PROYECTO:</b>	Versión: 1
<b>ESTRUCTURA:</b>	
<b>ENCARGADO DE LA ESTRUCTURA:</b>	Fecha:
<b>ENCARGADO DE LA INSPECCIÓN:</b>	

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.						



GUÍA 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

9	Se amarra la armadura a las guías de colocación de forma que no se presente desplazamientos						
10	Se verifican los anclajes tengan la longitud establecida según planos						
11	Se verifica que los empalmes no se realicen a la misma altura en forma consecutiva, sino que se alterne.						
12	Se verifica que los empalmes tengan la longitud según lo establece la norma y además que sean amarrados, no soldados						
13	Se revisa que la armadura al ser colocada no sea soldada a las guías de colocación						
14	Se revisa que los helados y tornillos tipo Richmond no se suelde a la armadura al ser colocados						
15	El acero se encuentra libre de sustancias que comprometan la adherencia del concreto						
16	Se colocó soportes internos con Varillas en X para darle verticalidad a la armadura a cada metro						
17	Los elementos embebidos se amarran con alambre y no se soldan						

**Observaciones generales**


	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE ACERO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 97 de 118	Código: FC-RA-01

---

**VISTO BUENO ENCARGADO**





GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
 FORMULARIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN COLODADO CONCRETO**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
98 de 118

Código:  
FC-RCC-01

<b>PROYECTO:</b>	Versión: 1
ESTRUCTURA:	
ENCARGADO DE LA ESTRUCTURA:	Fecha:
ENCARGADO DE LA INSPECCIÓN:	

No.	PARÁMETROS MEDIBLES	CUMPLE			REPARACIÓN INMEDIATA		OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	SI	NO	
	<b>Previo a pedido de concreto</b>						
1	Formaleta esta colocada en forma correcta y bien arriostrado para colar el concreto						
2	Topografía ya realizo la inspección de alineamiento y aplomo de formaleta y dio visto bueno						
3	La superficie donde se colocará el concreto se encuentra libre de cabos de alambre y sedimentos de concreto u otros						
4	Inspector de control de calidad realizó la revisión de limpieza de sitio y dio visto bueno						
5	Se trae a sitio los vibradores que estén en buen estado, necesarios para vibrar el concreto en la forma correcta						
6	Se cuenta con equipo de remplazo en caso de que algún vibrador falle						
7	Se ubica en equipo necesario como tubos para conducción de concreto en caso realizar descarga directa en sitio						



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
FORMULARIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN COLODADO CONCRETO**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
99 de 118

Código:  
FC-RCC-01

8	Se ubica la autobomba en el lugar correcto para aprovechar la distancia del brazo de forma eficiente						
9	Se prepara la autobomba para estar lista cuando lleguen las chompipas descargar inmediatamente						
10	Cuadrilla encargada de colocación cuenta con todo el equipo de seguridad necesario para la labor						
11	Se cumple con los parámetros establecidos en el Formulario DC-RA-01 y DC-RED-01						
12	Listo los pasos anteriores el técnico de la obra realiza pedido de concreto al fogón						
	<b>Elaboración de concreto</b>						
13	Se realiza muestreo de saturación en agregados por parte del inspector de control de calidad						
14	Se realiza el diseño de mezcla según la resistencia requerida y características del agregado por parte de control de calidad						
15	Se encuentra presente un inspector de control de calidad en el fogón durante la elaboración.						
16	Se realiza la prueba de revenimiento a cada chompipa lista para verificar trabajabilidad de la mezcla.						
17	Se realiza elaboración de cilindros cada 50 m3 de concreto mezclado. (en caso menor siempre se hace para quede registrado)						
18	Se verifica el revenimiento en sitio de colado por parte de control de calidad para control cruzado.						
	<b>Durante Colado de concreto</b>						
19	El concreto llega entre el lapso tiempo permitido de 60 min para poder ser colocado						



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
 FORMULARIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN COLODADO CONCRETO**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
100 de 118

Código:  
FC-RCC-01

20	El colado se realiza en forma uniforme para que las capas vibradas no tengan una profundidad mayor a la que penetra el vibrador.						
21	La altura de colado es menor a 2 metros par evitar segregación de la mezcla						
22	El vibrado se realiza a cada 40 cm de distancia entre punto y punto						
23	Se evita tocar el acero con el vibrador para evitar que se de poca adherencia con el concreto						
24	Se introduce el vibrador hasta el final de la aguja y se saca cuando se aprecie que se la mezcla esta densa para evitar sobre vibrado.						
	La espiga del vibrador se introduce en forma vertical sin que haya inclinación, además de que esta se introduzca completa para garantizar el correcto vibrado.						
	Se vibra a cada 40 cm de distancia entre cada punto donde se aplique para que se distribuya uniforme por el elemento.						
	Se mantiene la espiga de 5 a15 segundos en la mezcla de concreto para garantizar la exclusión de vacíos.						
	No se tocó el acero con la espiga del vibrador, para evitar problemas de adherencia concreto-acero.						
	No se generó segregación por sobre vibración						
	Se verifica que se de el cierre del agujero hecho por la espiga del vibrador						
26	En casos de formaleta inclinada se golpea la formaleta por la cara exterior para garantizar completa distribución de concreto						
	<b>Post colado</b>						



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
FORMULARIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN COLODADO CONCRETO**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
101 de 118

Código:  
FC-RCC-01

27	Se da el acaba que se especifica en planos según el tipo de estructura						
28	Se instala el sistema de curado una vez que el concreto haya fraguado y pueda resistir el golpe del agua.						
29	Se retiran las formaletas cuando la estructura se pueda soportar por si misma.						
30	Se prepara la superficie de las juntas para garantizar el amarre de concreto a colocar.						

**Observaciones generales**


---

**VISTO BUENO ENCARGADO**

	<p style="text-align: center;">GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b></p>	<p style="text-align: center;">Versión 1</p>	<p style="text-align: center;">Fecha: Septiembre 2012</p>
		<p style="text-align: center;">Página 102 de 118</p>	<p style="text-align: center;">Código: FC-RED-01</p>

<b>PROYECTO:</b>	Versión: 1
ESTRUCTURA:	
ENCARGADO DE LA ESTRUCTURA:	Fecha:
ENCARGADO DE LA INSPECCIÓN:	


No.	PARÁMETROS MEDIBLES	CUMPLE			REPARACION INMEDIATA		OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	SI	NO	
	<b>Previo a colocación de Formaleta</b>						
1	La formaleta en su superficie no presenta huecos o imperfecciones que den mal acabado a la estructura						
2	La superficie interna de la formaleta no presenta residuos de mortero u otras sustancias que comprometan la adherencia						
3	La formaleta mecánica y de madera no presenta problemas visibles de deflexión						
4	Se aplica a la formaleta desmoldante de forma homogénea para facilitar el posterior desencofrado						
5	Se analiza la superficie a encofrar previamente para tener en sitio la cantidad necesaria de formaleta.						
6	Topografía corrobora en sitio la línea de colocación de formaleta						
7	Se colocaron helados correctamente para garantizar el espacio de recubrimiento						

	<p style="text-align: center;">GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b></p>	<p style="text-align: center;">Versión 1</p>	<p style="text-align: center;">Fecha: Septiembre 2012</p>
		<p style="text-align: center;">Página 103 de 118</p>	<p style="text-align: center;">Código: FC-RED-01</p>

8	El acero se encuentra limpio de mortero o sustancia que disminuyan la adherencia						
9	Se realizo una correcta limpieza de sitio para eliminar sedimentos y cabos de alambre que comprometa amarre						
10	Se amarran varillas a la armadura para poder soldar a estas un tornillo macho sin tocar el acero estructural						
11	Se tiene lista las clavijas, maquina de soldar y demás herramientas necesarias para montar la formaleta						
12	Se colocan elementos embebidos según lo especifican los planos						
13	Se verifica que se cumpla con los parámetros establecidos en el PGC-FRA-01						
	<b>Encofrado de Superficie</b>						
14	Se verifica nuevamente que se tenga la distancia de recubrimiento adecuada						
15	Se coloca la formaleta bien aplomada para mantener verticalidad de la estructura						
16	Se verifica que entre formaletas no haya un espacio mayor a 2 mm. (Ideal es que no haya espacio por fuga de lechada)						
17	Se colocan verguñas a cada 60 cm para asegurar el soporte de las formaletas por empuje del concreto						
18	Se arriostra vertical y horizontalmente con varillas #8 a cada 60 cm para incrementar resistencia al empuje de concreto						
19	Se colocan alfajillas para complementar el tornillo tipo Richmond						

	<p style="text-align: center;">GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b></p>	<p style="text-align: center;">Versión 1</p>	<p style="text-align: center;">Fecha: Septiembre 2012</p>
		<p style="text-align: center;">Página 104 de 118</p>	<p style="text-align: center;">Código: FC-RED-01</p>

20	Se apuntala la formaleta por medio de pilotes de extensión para dar soporte						
21	Se coloca el sistema de andamiaje para facilitar el colado del concreto						
22	Las formaletas están adecuadamente apuntaladas de tal manera que soporten las presiones ejercidas por el concreto						
23	Topografía corrobora en sitio la línea final de colocación de formaleta lista para colado.						
	<b>Desencofrado de Superficie</b>						
24	La estructura alcanzo la resistencia necesaria para soportase por si misma						
25	Se tiene el equipo necesario para cortar varillas, retirar clavijas y demás actos de desencofrado						
26	Se retiran los pilotes de extensión y se colocan de forma ordenada para su almacenaje						
27	Se retiran los tornillos tipo Richmond y se limpia el mortero pegado para volver a ser utilizados						
28	Se retiran las clavijas de las formaletas y se acopian en un balde para ser reutilizadas						
29	La formaleta de madera se quita y acopia para ser trasladada a su lugar de desecho						
30	La formaleta Mecánica se quita, se limpia y se acopia para ser reutilizada						

	<p>GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES          FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD  <b>REVISIÓN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b></p>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 105 de 118	Código: FC-RED-01

Observaciones generales

---

**VISTO BUENO ENCARGADO**



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD <b>REVISIÓN DE SITIO</b>	Versión 1	Fecha: Septiembre 2012
		Página 106 de 118	Código: FC-RS-01

<b>PROYECTO:</b>	Versión: 1
ESTRUCTURA:	
ENCARGADO DE LA ESTRUCTURA:	Fecha:
ENCARGADO DE LA INSPECCIÓN:	

No.	PARÁMETROS MEDIBLES	CUMPLE			REPARACION INMEDIATA		OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	SI	NO	
1	No hay existencia de pozos de agua en el lugar de colado						
2	El lugar a colocar el concreto se encuentra libre de basuras, tales como alambres o sobros del proceso constructivo.						
3	No hay presencia de barro o partículas de gran tamaño						
4	El acero se encuentra libre de pintura, aceite, grasa, barro o concreto que comprometa la adherencia del concreto-acero						
5	Se revisan las dimensiones de los espaciamientos del acero y cumplen con lo establecido en planos						
6	En la armadura no se encuentran partes soldadas a las maestras u otros elementos.						
7	La Formaleta se encuentra correctamente arriostrada y con el apuntalamiento necesario.						



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN DE SITIO**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
107 de 118

Código:  
FC-RS-01

8	Se colocó aceite o desencofrante en las formaletas colocadas en sitio						
9	Calidad del amarre utilizado en formaletas						
10	Se tiene el chequeo de alineamiento realizado y aprobado por topografía.						

**Observaciones generales**


---

**VISTO BUENO ENCARGADO**



GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES  
 FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD  
**REVISIÓN DE COTIZACIÓN DE MATERIALES**

Versión  
1

Fecha:  
Septiembre 2012

Página  
108 de 118

Código:  
FC-RCM-01

Proyecto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Formulario de compra #: \_\_\_\_\_

MATERIAL	OFERTA 1:			OFERTA 2:			OFERTA 3:		TOTAL
	€/ Und	Unidades	TOTAL	€/ Und	Unidades	TOTAL	€/ Und	Unidades	
-									
-									
-									
-									
<b>Condiciones:</b>									
Descuento									
Plazo de entrega									
Adelantos de pago									
Asesoría Técnica									
Tipo de Asesoría Técnica									
Ofrece Transporte									
<b>TOTALES:</b>									
<b>TOTAL I.V.I.</b>									

OBSERVACIONES:

---



---

OFERTA ELEGIDA: \_\_\_\_\_

APROBADO \_\_\_\_\_

RECHAZADO: \_\_\_\_\_





# SECCIÓN 12

ANEXOS

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 111 de 118	

**Tabla 1. Tiempos Mínimos de Remoción de las Formaletas**

<b>Elemento</b>	<b>Tiempo mínimo para desencofrar</b>	
Paredes o muros	12 horas	
Columnas	12 horas	
Partes laterales de vigas	12 horas	
Formaleta entre viguetas : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz de 75 cm. o menos</li> <li>• Luz superior a 75 cm.</li> </ul>	3 días 7 días	
	<b>Carga viva de diseño inferior a carga muerta</b>	<b>Carga viva de diseño superior a carga muerta</b>
<b>Arcos</b>	<b>14 días</b>	<b>7 días</b>
Vigas y viguetas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz entre elementos de soporte inferior a 3 m.</li> <li>• Luz entre elementos de soporte de 3 a 6 m.</li> <li>• Luz entre elementos de soporte inferior a 6 m.</li> </ul>	7 días 14 días 14 días	4 días 7 días 7 días
Losas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz entre soporte estructural inferior a 3 m.</li> <li>• Luz entre soporte estructural de 3 a 6 m.</li> <li>• Luz entre soporte estructural superior a 6 m.</li> </ul>	4 días  7 días  10 días	3 días  4 días  7 días

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 112 de 118	

**Tabla 2. Recubrimientos mínimos.**


<b>Elemento</b>	<b>Recubrimiento mínimo (cm)</b>
Concreto de fundación o relleno depositado contra el terreno	7.5
<b>Superficies expuestas al ambiente o en contacto con el terreno</b>	
Para barras N° 6 o mayores, en condiciones normales	5
Para barras N° 5 o menores, en condiciones normales	4
Vigas y columnas	4
<b>Losas y Muros</b>	
Para barras N° 14 o mayores	4
Para barras N° 11 o menores	2



# SECCIÓN 13

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 114 de 118	

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cárdenas A. (2 011): **Propuesta de un plan de Gestión de Calidad para los procesos del Área Construcción Caminos del ICE.** Proyecto Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura. Cartago, Escuela de Ingeniería en Construcción Tecnológico de Costa Rica.

**Concepto de calidad.** Consultado el 05 de Abril de 2012 en la página  
<http://www.crecenegocios.com/concepto-de-calidad/>

**Definición de Gestión.** Obtenido el 05 de abril de 2012, de <http://definicion.de/gestion/>


**Definición de Plan.** Obtenido el 05 de abril de 2012, de <http://definicion.de/plan/>

**Definición de Procedimiento.** Obtenido el 05 de abril de 2012, de <http://definicion.de/procedimiento/>

INTECO.INTE-ISO 9000-2005: **Sistemas de Gestión de Calidad. Conceptos y Vocabulario.**

ISO 9001:2000: **Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.**

Jiménez, E. (2009): **Desarrollo de un Sistema de Control de calidad para los Proyectos de la empresa Edificar S.A.** Proyecto Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura. Cartago, Escuela de Ingeniería en Construcción Tecnológico de Costa Rica.

	GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE APORTES	Versión 1	Código PGC-GCCA-01
		Página 115 de 118	

Planes de Mejoramiento. Obtenido el 05 de abril de 2012, de la página web  
<https://sites.google.com/site/barreraisc/planesdemejoramiento>

Thompson, Iván. (n.d.). **Definición de Producto**. Obtenido el 05 de abril de 2012, de  
<http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/producto-definicion-concepto.html>