



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE MAGISTER
EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCION**

**TEMA: “ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD Y DISEÑO
DEL PROCESO DE GESTIÓN PARA PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA EDUCATIVA Y
MULTIFAMILIAR PARA LA CIUDAD Y PROVINCIA DE LOJA”**

AUTOR: ING. FEBRES EGUIGUREN, JUAN DIEGO

DIRECTOR: ING. VÁZQUEZ, PABLO MSC.

SANGOLQUÍ

2015

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director de Tesis, para el trabajo de investigación, nombrado por el Consejo Superior de Postgrado de la Universidad de las Fuerzas Armadas:

CERTIFICO:

Haber revisado el informe de investigación "ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD Y DISEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA EDUCATIVA Y MULTIFAMILIAR PARA LA CIUDAD Y PROVINCIA DE LOJA", presentado por el maestrante Ing. Juan Diego Febres Eguiguren, reúne los requisitos y cumple las normas establecidas por la Unidad de Gestión de Postgrados de la Universidad de las Fuerzas Armadas, para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que el Consejo Superior de Postgrados designe.

Sangolquí, Mayo de 2015

Director de Tesis

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is cursive and appears to read "Pablo Vázquez".

MSc. Pablo Vázquez

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Maestría de Administración de la Construcción, declara que los contenidos del presente trabajo de investigación, requisito previo a la obtención de grado de Magister en Administración de la Construcción, son de exclusivo derecho y responsabilidad legal y académica del autor.

Sangolquí, Mayo de 2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Diego Febres Eguiguren', written over a horizontal dotted line.

Ing. Juan Diego Febres Eguiguren

C.I. 1103964845

AUTORIZACIÓN

Yo: Ing. Juan Diego Febres Eguiguren

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, la presente investigación titulada "ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD Y DISEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA EDUCATIVA Y MULTIFAMILIAR PARA LA CIUDAD Y PROVINCIA DE LOJA", cuyo contenido e ideas son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Mayo de 2015



Ing. Juan Diego Febres Eguiguren

C.I. 1103964845

DEDICATORIA

Con todo cariño dedico este trabajo de investigación a toda mi familia, que me ayudó a afrontar todos los problemas y a superar las más grandes barreras, no solo en el camino hacia este éxito profesional, sino en toda mi vida. Gracias por motivarme en cada momento de debilidad y tenderme la mano cuando parecía que el camino terminaba, llevándome así a cumplir mis sueños cada día.

AGRADECIMIENTO

A Dios que siempre nos guía por la senda correcta en nuestro caminar.

A mi familia por su amor y apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida, gracias por las palabras de aliento, gracias por la confianza depositada en mí, y fundamentalmente gracias por ser los pilares que han permitido formar un hogar lleno de paz y felicidad.

A usted Ing. Pablo Vázquez, director de tesis, por su dedicación a este trabajo de investigación y una excelente asesoría con tan valiosos conocimientos.

A todos los docentes y autoridades de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el área de postgrados y en la maestría de administración de la construcción, por el tiempo dedicado a la enseñanza y el arduo trabajo en este valioso programa de formación.

Gracias a todos ustedes que han sido parte del proceso y me han permitido alcanzar esta meta profesional.

ÍNDICE

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	ii
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE GENERAL.....	vii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Importancia del tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivos generales.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Hipótesis.....	5
1.5 Justificación del estudio.....	6
1.6 Conceptos y definiciones de calidad.....	10
1.7 Conceptos y definiciones del control de calidad.....	12
1.8 ¿Qué es el diseño de un proceso de gestión de la calidad?.....	13
1.8.1 ¿Qué es el diseño de un proceso?.....	13
1.8.2 ¿Qué es el diseño de procesos para un sistema de gestión de calidad?.....	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	19
2.1 La calidad y la industria de la construcción.....	19
2.2 Evolución de la industria.....	20
2.3 Comportamiento de la calidad a través del tiempo en la industria de la.....	22
Construcción	
2.4 Concepto de los costos de calidad y su clasificación.....	25
2.4.1 Costos de Calidad.....	26
2.4.2 Costos de la no calidad.....	28
2.5 Normas de calidad en la construcción.....	30
2.5.1 Origen de las normas internacionales de calidad.....	31
2.5.2 Normas relacionadas a la construcción.....	33
2.6 La calidad en el sector de la construcción desde un punto de vista.....	35
gerencial	
2.6.1 Tipo de sistemas de calidad para el sector de la construcción.....	36
2.6.2 Ventajas de los sistemas de calidad en el sector de la construcción.....	37
2.7 La calidad y el sector de la construcción en Loja – Ecuador.....	39
2.8 Experiencias en el uso de sistemas de calidad en la construcción en.....	41
Ecuador y Latinoamérica	

CAPÍTULO III

ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROYECTO DE APOYO	44
3.1 Generalidades.....	44
3.2 Antecedentes generales del proyecto de apoyo.....	45
3.3 Recopilación de la documentación relacionada con la gestión de calidad... del proyecto de apoyo	48
3.4 Presentación de datos recopilados del proyecto de apoyo.....	50
3.5 Estado actual del proyecto de apoyo.....	53

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CONTROL DE CALIDAD..... 55 EN EL PROYECTO DE APOYO

4.1	Introducción.....	55
4.2	Operacionalización del proceso de calidad en el proyecto de apoyo.....	56
4.3	Análisis y resultados de los datos obtenidos del proyecto de apoyo.....	57
4.4	Conclusiones de los resultados.....	91

CAPÍTULO V

DISEÑO DEL PROCESO Y SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA.....98 UNA OBRA DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA EDUCATIVA Y MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD Y PROVINCIA DE LOJA

5.1	Introducción.....	98
5.2	¿Cómo diseñar un sistema de gestión de la calidad en la industria de la... construcción?	99
5.3	Diseño del proceso para la implementación de un sistema de gestión de.. calidad en un proyecto de construcción	101
5.4	Diseño del sistema de gestión de calidad para un proyecto de..... construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja	106

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 132

6.1	Conclusiones.....	132
6.2	Recomendaciones.....	139

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Descripción general de la Gestión de la Calidad del Proyecto.....	18
CUADRO 2	Distribución mundial de la producción en la construcción.....	20
CUADRO 3	Distribución mundial del empleo en la industria de la construcción....	21
CUADRO 4	Normas de calidad que rigen en diversos países.....	32
CUADRO 5	Participación de INEN dentro de ISO en la construcción.....	34
CUADRO 6	Datos generales del proyecto de apoyo.....	46

CUADRO 7	Documentos sobre gestión de calidad en el proyecto de apoyo.....	48
CUADRO 8	Comparativo con un sistema de gestión de calidad.....	51
CUADRO 9	Cuadro comparativo de costos y tiempo del proyecto de apoyo.....	53
CUADRO 10	Cuadro de Costos Generales del proyecto de apoyo.....	91
CUADRO 11	Cuadro de Tiempos Generales del proyecto de apoyo.....	92
CUADRO 12	Cuadro de Alcance del proyecto de apoyo por porcentajes.....	93
CUADRO 13	Cuadro de Costos de calidad del proyecto de apoyo.....	96
CUADRO 14.	Diagrama de flujo de procesos de gestión de la calidad de un..... proyecto.	101
CUADRO 15	Diseño general de un proceso para la gestión de calidad de un..... proyecto de construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja.	104
CUADRO 16	Plan de gestión de calidad modelo para un proyecto de..... construcción en el sector multifamiliar y educativo de la ciudad y provincia de Loja.	113
CUADRO 17	Documento modelo básico para métricas de calidad para un..... proyecto de construcción en el sector multifamiliar y educativo de la ciudad y provincia de Loja.	115
CUADRO 18	Documento modelo para mediciones de control de calidad en..... proyecto de construcción en el sector multifamiliar y educativo de la ciudad y provincia de Loja.	117
CUADRO 19	Documento modelo para registro histórico de no conformidades.... ordenadas por tipo en un proyecto de construcción.	118
CUADRO 20	Documento modelo para registro particular de no conformidades... en un proyecto de construcción.	119
CUADRO 21	Documento modelo para registro y pedido de acciones..... correctivas y preventivas en un proyecto de construcción.	120
CUADRO 22	Lista de control de calidad modelo para un proceso de obra en un.. proyecto de construcción en la ciudad y provincia de Loja.	124
ÍNDICE DE TABLAS		
TABLA 1	Evolución general de la calidad.....	23
TABLA 2	Evolución detallada de la calidad.....	24

TABLA 3	Clasificación de los costos de calidad.....	27
TABLA 4	Clasificación de los costos de calidad.....	29
TABLA 5	Testimonios de calidad en la construcción en Latinoamérica.....	42
TABLA 6	Costos, tiempo y alcance del cronograma de avance de obra.....	59
TABLA 7	Costos, tiempo y alcance del presupuesto general de obra.....	61
TABLA 8	Costos, tiempo y alcance de los diseños arquitectónicos.....	63
TABLA 9	Costos, tiempo y alcance de los diseños de reforzamiento estructural..	65
TABLA 10	Costos, tiempo y alcance del acta de entrega recepción.....	67
TABLA 11	Costos, tiempo y alcance de “Trabajos Preliminares”.....	69
TABLA 12	Costos, tiempo y alcance de “Albañilería”.....	71
TABLA 13	Costos, tiempo y alcance de “Acabados”.....	73
TABLA 14	Costos, tiempo y alcance de “Instalaciones de Agua y Desagües”.....	75
TABLA 15	Costos, tiempo y alcance de “Instalaciones eléctricas, voz y datos..... audio y video”.	77
TABLA 16	Costos, tiempo y alcance de “Sistema contra incendios”.....	79
TABLA 17	Costos, tiempo y alcance de “Sistema de seguridad y alarmas”.....	81
TABLA 18	Costos, tiempo y alcance de “Varios”.....	83
TABLA 19	Costos, tiempo y alcance de “Estructuras de hormigón en..... reforzamientos”.	85
TABLA 20	Costos, tiempo y alcance de “Reforzamiento de estructura metálica”....	87
TABLA 21	Costos, tiempo y alcance de “Ventilación Mecánica”.....	89
TABLA 22	Cuadro de relación entre proyectos y sus costos.....	135
ÍNDICE DE FIGURAS		
FIGURA 1	Planteamiento del Problema.....	3
FIGURA 2	Crédito para vivienda en Ecuador.....	8
FIGURA 3	Flujograma de un proceso.....	15
FIGURA 4	Tipos de Calidad.....	36

FIGURA 5	Establecimientos por Provincia.....	39
FIGURA 6	Establecimientos por Actividad Económica.....	41
FIGURA 7	Mapa de proceso de calidad del proyecto.....	56
FIGURA 8	Diagrama de Pareto sobre costos del proyecto.....	58
FIGURA 9	Comparación del entregable: cronograma de avance de obra.....	59
FIGURA 10	Comparación del entregable: presupuesto general de obra.....	61
FIGURA 11	Comparación del entregable: diseños arquitectónicos.....	63
FIGURA 12	Comparación del entregable: diseños de reforzamiento estructural....	65
FIGURA 13	Comparación del entregable: acta de entrega recepción.....	67
FIGURA 14	Comparación del entregable: Trabajos Preliminares.....	69
FIGURA 15	Comparación del entregable: Albañilería.....	71
FIGURA 16	Comparación del entregable: Acabados.....	73
FIGURA 17	Comparación del entregable: Instalaciones de Agua y Desagües.....	75
FIGURA 18	Comparación del entregable: Instalaciones eléctricas, voz y datos..... audio y video.	77
FIGURA 19	Comparación del entregable: Sistema contra incendios.....	79
FIGURA 20	Comparación del entregable: Sistema de seguridad y alarmas.....	81
FIGURA 21	Comparación del entregable: Varios.....	83
FIGURA 22	Comparación del entregable: Estructuras de hormigón en..... reforzamientos.	85
FIGURA 23	Comparación del entregable: Reforzamiento de estructura metálica...	87
FIGURA 24	Comparación del entregable: Ventilación Mecánica.....	89
FIGURA 25	Costo vs Tiempo del proyecto de apoyo.....	94
FIGURA 26	Alcance vs Tiempo del proyecto de apoyo.....	95
FIGURA 27	Comportamiento de los costos de calidad en el proyecto de apoyo....	97
FIGURA 28	Caracterización de los procesos del sistema de gestión de calidad...	107
FIGURA 29	Diagrama de causa/efecto problema ejemplo del proyecto..... de apoyo.	126

FIGURA 30 Diagrama de flujo de un proceso. Ejemplo del proyecto de apoyo.	27
FIGURA 31 Diagrama de dispersión de costos de calidad. Ejemplo del proyecto de apoyo	128
BIBLIOGRAFÍA	140
ANEXOS	143
ANEXO “A1”	144
ANEXO “A2”	145
ANEXO “A3”	146
ANEXO “A4”	147
ANEXO “B1”	148
ANEXO “B2”	149
ANEXO “C”	150

RESUMEN

Este trabajo de investigación se basa en la relación que existe entre los sistemas de gestión de calidad y los proyectos de construcción estudiados para la ciudad y provincia de Loja en los ámbitos de educación y multifamiliares. El propósito del estudio es demostrar como los sistemas de gestión de calidad influyen sobre toda la fase de vida de un proyecto. Debido a la naturaleza de condiciones similares que presentan la ejecución de proyectos de construcción en el área educativa con la multifamiliar, este estudio tiene como base datos en su gran mayoría de proyectos relacionados al área educativa, y que sin embargo permite que los resultados obtenidos sean extrapolables a proyectos de desarrollo multifamiliar. Se recopila información teórica acerca de los sistemas de gestión de calidad para proyectos de construcción en general, para luego estudiarlo directamente dentro de un proyecto de apoyo en la ciudad y provincia de Loja. Posteriormente se diseña un proceso para la elaboración de sistemas de gestión de calidad y finalmente un sistema de gestión de calidad para proyectos de construcción multifamiliares y educacionales dentro de la provincia de Loja. Para realizar el estudio de campo se utilizan métodos de recolección de datos durante la duración del proyecto de apoyo con métodos de observación y mediciones en obra, mientras que para la parte de investigación teórica se utilizaron métodos de recolección bibliográfica. Finalmente el estudio logra demostrar que la correcta aplicación de los sistemas de gestión de calidad facilita el cumplimiento de lo programado versus lo ejecutado dentro de los proyectos de construcción, e incluso puede llegar a generar un ahorro superior al 2% del presupuesto general del proyecto.

PALABRAS CLAVE:

- **SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD**
- **PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN MULTIFAMILIARES Y EDUCACIONALES**
- **CIUDAD Y PROVINCIA DE LOJA**
- **DISEÑO DE PROCESOS Y SISTEMAS.**

ABSTRACT

This study is based on the relation between quality management systems and construction projects that was been study in Loja – Ecuador particularly in educational and multifamily buildings. The main purpose of the study is to demonstrate how quality management systems affect every phase of a project life. The investigation collects the study of general quality management systems in construction projects and then study it directly into a support project that comes for the province of Loja, showing how influences the use of these kind of systems in a particular project. Subsequently, a process to elaborate a quality management systems is designed and then a quality management system for educational and multifamily projects for the province of Loja is designed to. To conduct the study in field used data collection methods during the supporting project which are observation and measurements on site methods, while for theoretical research the literature collection methods were used. Finally, the study can demonstrate that the correct application of quality management systems facilitates to fulfill the schedule against the executed in the construction projects, and like an excellent complement this system can even generate more than 2% of the overall project budget savings.

KEYWORDS:

- **QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS**
- **PROJECTS OF MULTIFAMILY AND EDUCATIONAL BUILDING**
- **PROVINCE OF LOJA**
- **PROCESS AND SYSTEMS DESIGN.**

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del tema

“Existe un consenso creciente sobre la necesidad, para subsistir como industria, de mejorar radicalmente la calidad de sus productos, su actitud hacia la gente, y su servicio hacia sus clientes e inversionistas mediante el reemplazo de la forma tradicional de hacer propuestas basadas principalmente en los costos, por parámetros que establezcan relaciones de largo plazo sustentadas en indicadores de desempeño respecto a calidad y productividad de las obras.” Repensando la Construcción, Londres, 2002, (Informe elaborado por un grupo de profesionales, solicitado por el Gobierno Inglés donde se recomiendan acciones para mejorar la construcción)

A través de la historia la relevancia del concepto de calidad y su aplicabilidad en los productos es tan relevante, que se han forjado estándares y normas, como son las normas de calidad ISO 9001 y OSHAS, las que mediante un proceso tipo certifican procesos, sistemas de gestión y resultados en los productos, verificando el cumplimiento de los requisitos de las normas establecidas.

Cada vez es más creciente la preocupación por mejorar los productos finales o entregables de la construcción, con la finalidad de conseguir la satisfacción del cliente y su fidelidad. Esta preocupación está estrechamente ligada con la calidad del ya mencionado producto y con el costo que esto significa para el constructor y el precio que está dispuesto a pagar el cliente.

Sin embargo es curioso preguntarse, ¿Por qué por lo general, la calidad en muchas ocasiones es la última variable a considerar dentro de los procesos constructivos; a pesar de conocerse que es de gran importancia?, los factores que responden a esta incógnita podrían ser varios, como: los costos de calidad, el no conocimiento de sistemas de gestión de calidad, la posibilidad de conocer nuevas tecnologías o peor aún el hecho de no conocer los reales costos de no calidad.

Estos costos de no calidad en las empresas constructoras en general, es quizá el problema más grave que afecta hoy en día a este sector, deteniendo su desarrollo y la competitividad de las empresas, frente a otros sectores.

La calidad total sinónimo de poder conocer si se hace lo correcto, en la forma adecuada, en la oportunidad indicada y a costos razonables; es uno de los factores que permiten a las empresas llegar a triunfar en los mercados en los cuales se desenvuelven; convirtiendo a la calidad en factor fundamental para analizarse en el sector de la construcción.

De igual forma, parte de este éxito, está en la concientización a los profesionales de la construcción, para que cada uno de ellos dentro de las actividades que desempeña, conozca la importancia del proceso que desempeña y como aporta este a la calidad del producto final.

Con lo antes mencionado, es claro que la calidad y todo lo que ello conlleva, es decisivo para el sector de la construcción a la hora de ser competitivos, así que se puede decir que se comportará de la misma forma para las secciones específicas de proyectos de construcción educativos y multifamiliares; los mismos que formarán parte integral del objeto de este estudio.

1.2 Planteamiento del problema

El manejo de la calidad en una obra de construcción tiene influencia directa sobre el éxito o fracaso de la misma, por lo cual el manejo de esta se vuelve de vital importancia dentro de la planificación y control de un proyecto.

En el diagrama siguiente se detallan las principales causas y efectos a partir del problema central, que pretende aclarar y responder el presente trabajo.

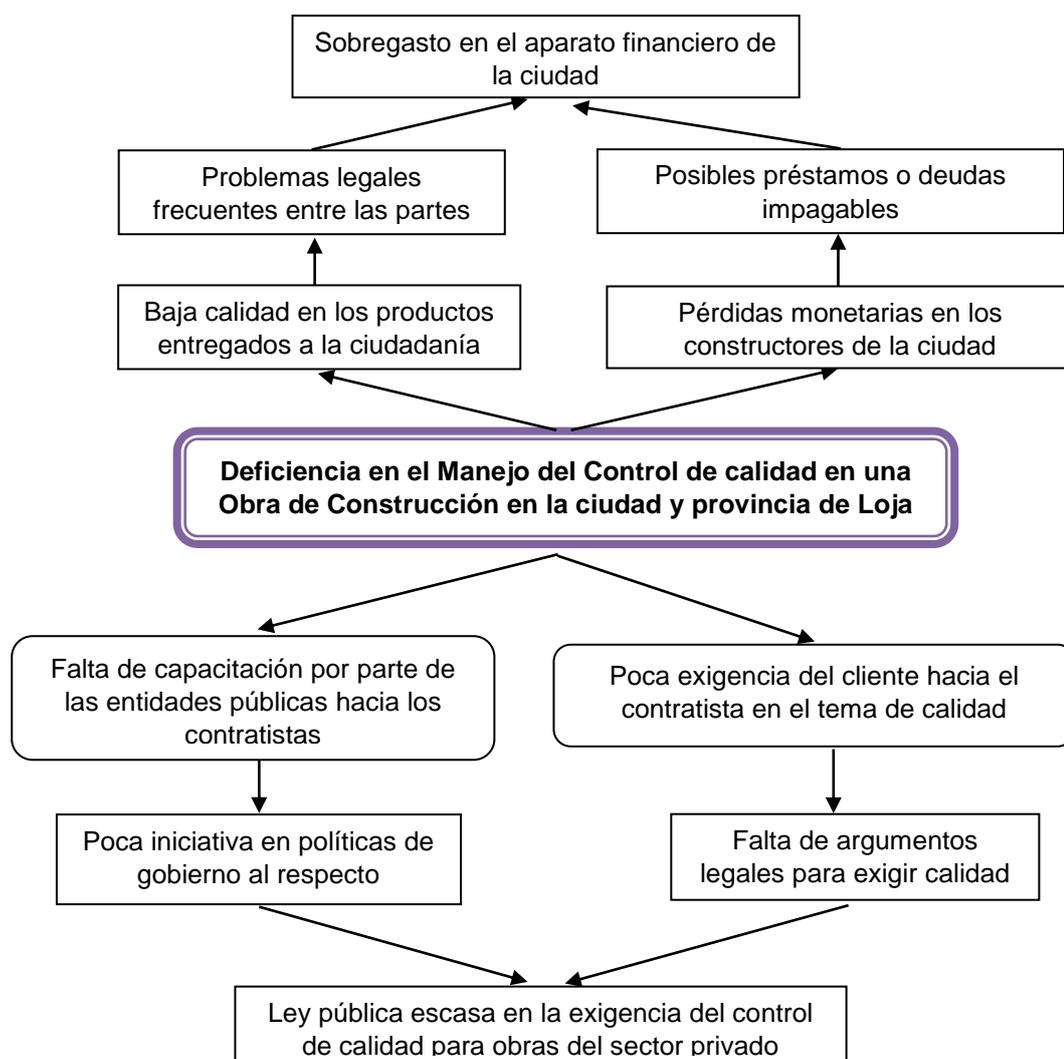


Figura 1. Planteamiento del Problema

En las obras de construcción en el Ecuador y particularmente en la ciudad y provincia de Loja, no es común encontrar un manejo eficaz de la calidad, a excepción de aquellas de gran envergadura que cuentan con sistemas de gestión de calidad en pleno funcionamiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos generales

- Estudiar y determinar cuan influyente es el control de la calidad en un proyecto de construcción, a través de los proyectos de la base de datos y del proyecto en ejecución, para determinar una línea base de comparación.
- Diseñar un proceso y sistema de gestión de calidad genérico, para una obra de construcción en la ciudad y provincia de Loja

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar cuáles son los costos de calidad en un proyecto de construcción a través del proyecto en ejecución.
- Identificar los elementos más críticos a controlarse dentro de un proyecto de construcción, que influyan sobre tiempos y costos.
- Analizar y comparar los datos obtenidos del proyecto en ejecución con datos históricos de control de calidad en la base de datos existentes.

1.4 Hipótesis

- El adecuado manejo del control de calidad en un proyecto de construcción puede generar al menos un 2% de ahorro del presupuesto total del mismo.
- La implementación de un proceso y sistema de gestión para el control de calidad, va a facilitar el cumplimiento eficiente de lo programado respecto a lo ejecutado.

Operacionalización de las variables para la hipótesis 1

- Variable Independiente = El adecuado manejo del control de la calidad
- Variable Dependiente = Ahorro de un 2 % del presupuesto total del proyecto

Operacionalización de las variables para la hipótesis 2

- Variable Independiente = Implementación de un proceso y sistema de gestión para el control de la calidad
- Variable Dependiente = Facilitar el cumplimiento eficiente de lo programado respecto a lo ejecutado

1.5 Justificación del estudio

“Cuando soplan vientos de cambio, unos buscan refugios y se ponen a salvo y otros construyen molinos y se hacen ricos”. Claus Möller, alemán experto en *management* y calidad. Fundador de TMI World

Dentro de los últimos años, la calidad ha abarcado todos los aspectos productivos y no productivos de una empresa, desde el ingreso de las materias primas hasta el servicio de posventa para sus clientes; por lo que ya es tomado como otro elemento más de la productividad y debería ocupar sin lugar a duda un lugar dentro de los costos del producto final.

La calidad y su concepto han evolucionado desde su creación hasta convertirse en sinónimo de satisfacción del cliente, así que introducir un sistema de gestión de la calidad en una organización, coloca al cliente como parte fundamental de toda su actividad. Esta idea conceptual de la calidad, se encuentra en los orígenes de la "International Organization for Standardization" (I.S.O., 2008)

Conforme a lo dicho anteriormente, es de esperar que las necesidades de las personas aumenten a medida que su nivel social y económico de vida es más alto, lo que quiere decir que su poder de adquisición de productos aumenta también, traduciéndose en mayor volumen con mejor calidad. Este fenómeno es una razón fundamental que motiva a las organizaciones a producir más rápido, para equilibrar la demanda y reducir los costos, generando así diversidad de calidad en un mismo producto y por ende diferencias en la satisfacción de los clientes.

Esta diferencia de calidades se ve reflejada también en los productos terminados de la construcción, como por ejemplo, a una vivienda de carácter social diseñada para satisfacer la necesidad de las masas, en donde la única manera de mantener estable el nivel de calidad con respecto a sus similares construidas, es con un sistema de gestión de control de la calidad para este tipo de obras.

Es de conocimiento público que actualmente la industria de la construcción se encuentra en un crecimiento acelerado en el Ecuador y particularmente en la ciudad y provincia de Loja, por lo que es dinamizadora del aparato económico, y es generadora de fuentes de empleo.

Una forma de demostrar esto, son los datos del Ministerio de coordinación de la Política Económica, que dicen que durante 2013, el PIB del Ecuador presentó un crecimiento de 4,5% en relación al mismo período de 2012, y de 0,6% respecto al último trimestre del año anterior; el PIB No Petrolero creció un 4,90% con respecto al mismo período de 2012; así, el crecimiento anual del PIB para este período se explica en mayor medida por el valor agregado bruto de las ramas no petroleras.

Al analizar la variación anual del PIB por industria, se observa que la actividad que mejor desempeño tuvo y de mayor crecimiento es la industria de la construcción con un 8.6% más que en el año 2012. A más del crecimiento mencionada es también la industria que más aportó a la variación anual del PIB con un 0.90% para el año 2013.

Otro factor importante es la evolución del crédito para vivienda según el banco central del Ecuador, que se evidencia en el siguiente cuadro:

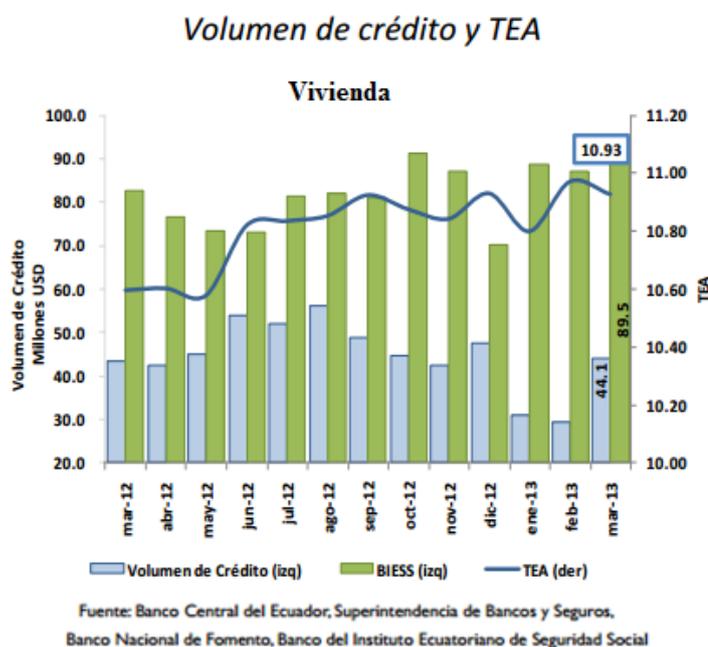


Figura 2. Crédito para vivienda en Ecuador

Para la primera década de los años 2000, los sistemas de gestión y no sólo los sistemas de gestión de la calidad, son fruto de una evolución que lleva ya más de 50 años de trayectoria. Es solo cuestión de tiempo, para que las normas actuales evolucionen y aparecerán nuevos estándares de gestión, que seguramente aún se encuentran en etapas de desarrollo de ideas.

Se debe considerar que la normalización es un aspecto impulsado por varios agentes de la sociedad; cuya aceptación, importancia, y aplicabilidad se extiende a todos los niveles de la sociedad y sus empresas, de tal manera que no parece predecible una disminución de la actividad normativa sino todo lo contrario.

La industria de la construcción sin lugar a duda es un agente generador de la economía en general, a través de la inversión del sector público y la capacidad de compra de la población. Basados en esta relación existente, resulta de gran importancia, la generación de documentos que permitan

entender la relación de la satisfacción del cliente, los costos de los productos y sus empresas y el aumento de las ganancias, todo a través de la de la implementación de los sistemas de gestión de calidad, los cuáles proporcionan una herramienta de vital importancia en un proceso de mejora continua hacia la calidad en una empresa.

Hablando ya particularmente de la industria de la construcción, entre otras razones, por su carácter inestable, porque sus colaboradores (diseñadores, constructores, propietarios, entes reguladores, etc.) cambian con cada proyecto, porque cada obra es diferente a otra, y porque cada emplazamiento de proyecto tiene características y situaciones diferentes; supone muchas incertidumbres acerca de cuáles serán los resultados reales obtenidos en cada proceso si se compara con otras industrias, y en consecuencia, supone un mayor número de riesgos de fallo o eventos negativos que muchas otras industrias, por lo cual se vuelven imperativos el desarrollo de los sistemas de gestión de calidad con un proceso regulado o estandarizado.

De las experiencias vividas por el autor en esta industria, dentro de la ciudad de Loja, el sector privado no tiene mayor exigencia en el ámbito del control de calidad, es por eso que los procesos que deberían llevarse a cabo para este control no se encuentran ni siquiera levantados peor aún puestos en práctica. El control que se realiza es en su mayoría es empírico y se efectúa únicamente sobre hormigones en el mayor de los casos.

Con los antecedentes expuestos y conociendo que el control de calidad puede generar no solo un producto entregable de buenas características, si no también generar ahorro dentro de los costos del proyecto, la adopción de un sistema de gestión de la calidad, se debe considerar como una decisión estratégica por parte de las organizaciones.

Así pues, el diseño e implementación de los sistemas de gestión de calidad deberían estar influenciado por el tipo de proyecto de construcción, los diversos procesos que se definan para su ejecución y el tipo de organización ejecutora, aumentando su competitividad y permanencia en el medio en que se desenvuelve.

Ante la importancia y veracidad de la información presentada, el presente proyecto pretende establecer una línea base para realizar el control de calidad en proyectos de construcción para la ciudad y provincia de Loja a través de los sistemas de gestión de calidad, la cual resultará de gran interés para los diversos grupos constructores dentro de la industria.

1.6 Conceptos y definiciones de calidad

Los conceptos y definiciones de calidad a través de la historia, han ido evolucionando constantemente, pero siempre apuntando hacia el mismo lugar; lo cual analizaremos mediante los criterios de diferentes autores, los mismos que se presentan a continuación.

La primera fuente de consulta, y por obvias razones debería ser el diccionario de la Real Academia de la Lengua; la que conceptualiza al término calidad, como: “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”

Según McGoldrick Gerry, la calidad de se puede definir como “La capacidad de producir siempre productos adecuados y seguros para el cliente” (McGoldrick Gerr. Manual de Dirección de Calidad. Pág. 11)

Contando ya con dos conceptos valederos, se observa que a pesar de que han sido tomados de lugares diferentes, coinciden de alguna manera; es decir que en el primer concepto se habla de juzgar el valor de la propiedades de algo, mientras que en la segunda percepción, el autor de la misma habla de productos adecuados y seguros, los cuales contienen una propiedad como lo es la seguridad y es juzgada al decir que es adecuado; existiendo así relación entre el primer y el segundo concepto.

Para aclarar un poco más el concepto de calidad, se debe analizar un tercer concepto, que dice que la calidad es “El grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” (Secretaría Centra de ISO 9000:2005, Ginebra, Suiza.)

Como se aprecia en este último concepto, se incorpora mayor cantidad de propiedades o características de un algo para ser juzgadas por su cumplimiento de requerimientos previos. Sin embargo la particularidad de este último concepto, es que nombra ya sus propiedades y las direcciona siempre a la satisfacción del cliente.

Finalmente la sociedad americana de la calidad, define a la calidad como “el grado con el cual un grupo de características inherentes cumplen con los requerimientos” (American Society for Quality, 2000); mientras que el control de la calidad es determinado como “Supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar los modos de eliminar las causas de resultados insatisfactorios” según la Guía de PMBOK Norma Nacional Americana ANSI/PMI 99-001-2004.

Con los conceptos expuestos, queda claro que la calidad de un producto terminado será medida por la satisfacción del cliente y los réditos que puedan dejar a sus productores.

1.7 Conceptos y definiciones del control de calidad

Con los conceptos anteriores se puede evidenciar como se habla de cumplir con requerimientos o normas, diferenciándose entre sí por el hecho de buscar la forma de eliminar las causas de los resultados insatisfactorios en los procesos de desarrollo o producción, que es el caso del control de calidad que según la ISO 9000:2005 es parte de la gestión de calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

Para comprobar este último concepto de control de calidad, podemos remitirnos a lo expresado por las normas industriales Japonesas (NIJ), que define al control de la calidad como “Un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores”

Las NIJ, de cierta forma son una manera muy general de expresar lo que describen los conceptos antes mencionados. Al margen de las definiciones anotadas, es conveniente clarificar algunos puntos para que no sean motivo de confusión.

- Se realiza control de calidad con el fin de generar artículos que satisfagan las necesidades de los consumidores. Lo que quiere decir que no se trata únicamente de cumplir con normas, especificaciones o reglamentaciones; ya que estas últimas no necesariamente son verdades absolutas o simplemente garantizan la satisfacción de un cliente por el hecho de cumplirlas.

- Otro punto importante es la retroalimentación desde el cliente hacia el proveedor, la misma que deberá guiar al proveedor para generar en su producto la satisfacción del consumidor, obligándolo así a recordar y regresar nuevamente por el beneficio adquirido en ocasiones anteriores.
- Finalmente es importante incluir el factor precio dentro del control de la calidad, de tal manera que este no encarezca el producto ni reduzca las ganancias del proveedor, evitando así perjudicar a las dos partes.

1.8 ¿Qué es el diseño de un proceso de gestión de la calidad?

Para comprender de mejor manera el diseño de un proceso de gestión de calidad, resulta conveniente conceptualizar primero el diseño de un proceso en general para luego llevarlo específicamente hacia la calidad, es por eso que se explicará en dos partes.

1.8.1 Qué es el diseño de un proceso

Según la guía de PMBOK Norma Nacional Americana ANSI/PMI 99-001-2004, en su página 38, un proceso es “un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para alcanzar un conjunto previamente especificado de productos, resultados o servicios”

Mientras que ISO 9000:2005 dice que un proceso es “un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”

Los procesos pueden ser documentados en general a cualquier tipo de acción, sea esta de un proyecto o de la vida cotidiana. Estos procesos persiguen la finalidad de establecer con la mayor exactitud una serie de pasos para lograr un objetivo, facilitando enormemente el cambio hacia el mismo.

Más estrictamente dentro de las organizaciones, existen equipos de proyectos, quienes son los encargados de documentar los procesos en caso de no existir y de ejecutarlos también. Estos procesos de dirección de proyectos, por lo general se dividen en dos principales categorías:

- Existen los procesos de dirección de proyectos comunes a la mayoría de proyectos, por lo general están relacionados entre sí por el hecho de que se llevan a cabo para un propósito integrado.
- Los procesos orientados al producto especifican y crean el producto del proyecto. Los procesos orientados al producto se definen normalmente por el ciclo de vida del proyecto y varían según el área de aplicación.

Por lo general, todo proceso se compone de actividades, con la particularidad que tanto el proceso en general como las actividades, funcionan igual, es decir todos reciben algún tipo de entrada, pasando por un proceso de conversión para arrojar una salida, así como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3. Flujo de un proceso

Lo antes explicado acerca de los procesos no quiere decir que el conocimiento, habilidades y el propio proceso descrito para un fin en especial, deba aplicarse siempre de la misma manera a todos los proyectos y fines; es decir, que quizás a pesar de estar realizando el mismo proyecto o producto, las condiciones podrían variar por factores exógenos, los cuales deberán ser analizados, para que la utilización del proceso conocido o su corrección, genere el éxito deseado.

1.8.2 ¿Qué es el diseño de procesos para un sistema de gestión de calidad?

Para establecer una percepción adecuada de un proceso para un sistema de gestión de calidad, revisemos lo que dice PMBOK sobre el tema.

“Los procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto incluyen todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió” (Guía de PMBOK Norma Nacional Americana ANSI/PMI, 99-001-2004, Pág. 179)

Como se evidencia en el concepto vertido por PMBOK, está claro que el proceso para la elaboración de un sistema de gestión de calidad es verdaderamente grande, ya que abarca tanto objetivos y responsables, como políticas, las cuales están ligadas directamente con las políticas, misión y visión general de una empresa, es decir que los procesos a levantar para este sistemas de gestión son tan complejos que deberán ser diseñados particularmente para cada empresa y de ser necesario modificados en algunas partes para cada proyecto, si lo que se pretende es llegar al éxito con estos sistemas.

Los procesos para sistemas de gestión de calidad, se vuelven complejos de diseñar y ejecutar ya que intervienen con puntos críticos de las organizaciones, como se mencionó en el párrafo anterior. El hecho de tener que generar procesos que interactúen con las políticas generales de la organización, supone entrar en contacto directo con la filosofía de la misma, y esto generará sin lugar a dudas grandes éxitos o quizá grandes fracasos.

En general los procesos para sistemas de gestión de calidad, se dividen en tres grandes pasos que son:

1. Planificación de calidad.- Se debe buscar que especificaciones y normas de calidad son importantes para el proyecto y determinar cómo cumplirlas.
2. Realizar aseguramiento de la Calidad.- Emplear actividades debidamente planificadas con relación a la calidad, asegurando la utilización de todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.

3. Realizar control de calidad.- Examinar y controlar los resultados específicos del proyecto, determinando si cumplen con las especificaciones o normas de calidad requeridas, con la finalidad de encontrar formas de eliminar las causas de un bajo rendimiento.

Actualmente la gestión de la calidad y su proceso, implementan de una manera intrínseca a conceptos que permiten mejorar el sistema de gestión, como son:

- Satisfacción al cliente
- La prevención sobre la inspección
- Responsabilidad de la dirección
- Mejora continua

Estos conceptos de importancia serán explicados y ampliados en el capítulo del marco teórico.

Para finalizar el primer capítulo, se presenta un cuadro que define en rasgos generales pero valederos, las entradas y salidas de los procesos más importantes mencionados anteriormente para el sistema de gestión de calidad.

Cuadro 1.**Descripción general de la Gestión de la Calidad del Proyecto**

GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO		
Planificación de Calidad	Realizar Aseguramiento de Calidad	Realizar Control de Calidad
1. Entradas 1.1 Factores ambientales de la empresa 1.2 Activos de los procesos de la organización 1.3 Enunciado del alcance del proyecto 1.4 Plan de gestión del proyecto 2. Herramientas y Técnicas 2.1 Análisis Coste-Beneficio 2.2 Estudios Comparativos 2.3 Diseño de experimentos 2.4 Coste de calidad (COQ) 2.5 Herrami. adicionales de planificación de calidad 3. Salidas 3.1 Plan de gestión de calidad 3.2 Métricas de calidad 3.3 Listas de Control de calidad 3.4 Plan de mejoras del proceso 3.5 Línea base de calidad 3.6 Plan de gestión del proyecto (actualizar)	1. Entradas 1.1 Plan de gestión de calidad 1.2 Métricas de calidad 1.3 Plan de mejoras 1.4 Información sobre el rendimiento del trabajo 1.5 Solicitudes de cambio aprobadas 1.6 Medic. control calidad 1.7 Soluciones de cambio implementadas 1.8 Acciones Correctivas implementadas 1.9 Reparación de defectos implementadas 1.10 Acciones preventivas implementadas 2. Herramientas y Técnicas 2.1 Herramientas y técnic. para planificación calidad 2.2 Auditorías de calidad 2.3 Análisis del proceso 2.4 Herramientas y técnic. para el control de calidad 3. Salidas 3.1 Cambios solicitados 3.2 Acciones correctivas 3.3 Activos de procesos de la organización 3.4 Plan de gestión del proyecto	1. Entradas 1.1 Plan gestión de calidad 1.2 Métricas de calidad 1.3 Listas control d calidad 1.4 Activos de procesos de la organización 1.5 Información sobre rendimiento del trabajo 1.6 Solicitudes de cambio aprobadas 1.7 Productos entregables 2. Herra mientas y Técnicas 2.1 Diagrama causa y efecto 2.2 Diagramas de control 2.3 Diagramas de flujo 2.4 Histograma 2.5 Diagrama de pareto 2.6 Diagrama comportamiento 2.7 Diagrama de dispersión 2.8 Muestreo Estadístico 2.9 Inspección 2.10 Reparación de de defectos 3. Salidas 3.1 Mediciones de control de calidad 3.2 Reparación de defectos validada 3.3 Línea base de calidad 3.4 Acciones correctivas 3.5 Acciones preventivas recomendadas 3.6 Cambios solicitados 3.7 Reparación de defectos recomendada 3.8 Activos de los procesos de la organización 3.9 Productos entregables validados 3.10 Plan de gestión del proyecto (actualizado)

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1 La calidad y la industria de la construcción

Con el pasar de los años el concepto de calidad y su aplicación ha evolucionado hasta estar dentro de todos los procesos de una empresa, desde el ingreso de las materias primas hasta el servicio posventa, convirtiéndose en otro componente más dentro de los costos que arrastran los productos finales y de la productividad.

El fenómeno producido por este concepto, ha llegado a ser prácticamente sinónimo de satisfacción al cliente, por lo que no es ajeno a la industria de la construcción, y su ajuste a la misma ha sido tan o más difícil que en el resto de sectores industriales.

Con el auge mundial de crecimiento en el sector de la construcción, el cliente pasó a tener un número mayor de posibilidades para elegir la contratación o compra de un producto relacionado al sector, lo que generó obviamente mayor competitividad entre las empresas constructoras; luchando así por la fidelidad de sus clientes y la inserción de los nuevos.

Este último proceso que sufrió el sector, fue uno de los puntos fundamentales para incluir la calidad dentro de la construcción, con la finalidad de ser más competitivos y crear productos que generen la tan anhelada satisfacción del cliente.

2.2 Evolución de la industria

La industria de la construcción es tan antigua como la humanidad, y hasta el momento su evolución denota una curva de aprendizaje ilimitada y exponencial. Esta evolución acelerada ha pasado por un sin número de cambios y obras monumentales durante la historia, por citar algunas tenemos a: la Gran pirámide de Guiza (2570 a.C), la Muralla China (221 a.C), Coliseo Romano (80), el Taj Mahal (1654), la Estatua de la Libertad (1886), la Torre Eiffel (1889); y así una interminable lista de edificaciones que han marcado tendencia e hitos durante la historia de la construcción.

Todos estos proyectos de construcción sean de gran envergadura o no, han contribuido a llevar al sector de la construcción a los primeros lugares cuando hablamos de generar empleo y mantener economías. A continuación se muestra el cuadro número 2, donde se puede apreciar globalmente la distribución de la producción y el empleo en la industria de la construcción a finales del siglo XX según el INET en base a la OIT.

Cuadro 2

Distribución mundial de la producción en la industria de la construcción

No. De países	Región	Producción en millones de dólares		
		Países de Ingresos altos	Países de Ingresos Bajos	Total
9	África	-	20.962	
23	América	723.569	243.247	
22	Asia	665.556	387.831	
2	Oceanía	46.433	-	
34	Europa	876.546	123.345	
90	Total	2.312.104	701.755	3.013.859
	% del Total	77%	23%	

Fuente: INET en base a Organización Internacional del Trabajo (OIT). Nota: Las cifras a la producción proceden de un estudio especial realizado por Engineering News Record en 1998, medidas en cifras brutas del valor del proyecto de construcción finalizado.

Los países de ingresos altos se definen como aquellos que tuvieron un PNB per cápita superior a 9.266 dólares de los Estados Unidos en 1999 y los de ingresos bajos aquellos que estén debajo de este límite, el mismo que es el criterio utilizado en el informe sobre el Desarrollo Mundial 2000-2001, según la OIT en “La industria de la construcción en el siglo XXI”, Ginebra, 2001.

Es claro que la producción se concentra en los países de ingresos altos y en especial en los países Europeos, que se llevan casi un 30% de esa producción, seguido cercanamente por los países Americanos y Asiáticos. Es importante recalcar que para el caso de América, es Estados Unidos quien eleva la estadística en mención.

Para el caso del empleo, de manera similar se presenta un cuadro que para finales del siglo XX, en el año 1998, se veía así según el INET:

Cuadro 3

Distribución mundial del empleo en la industria de la construcción

No. De países	Región	Empleo en miles		
		Países de Ingresos altos	Países de Ingresos Bajos	Total
9	África	-	1.867	
23	América	9.275	10.917	
22	Asia	7.258	60.727	
2	Oceanía	685	-	
34	Europa	11.820	8.978	
90	Total	29.038	82.489	111.527
	% del Total	26%	74%	

Fuente: INET en base a Organización Internacional del Trabajo (OIT). Nota: Las cifras de empleo provienen del Anuario de Estadísticas del Trabajo de la OIT, 2000.

En el cuadro número 3, se observa como la mayor parte de los trabajadores del sector de la construcción pertenecen a países con ingresos bajos, lo que demuestra cuanto representativo e importante es el sector de la construcción en estos países.

Finalmente en estadísticas, se puede decir que para finales del siglo XX existían 111 millones de trabajadores en el sector de la construcción a nivel mundial, lo que representa un 7% de empleo total para ese entonces, pues según el Banco Mundial la población económicamente activa, para los años 2000 era de 1600 millones de personas.

Los datos arriba mostrados, también denotan que el 74% de los trabajadores de la construcción proviene de los países en desarrollo o de bajos ingresos, que se contrasta paradójicamente con 77% de los ingresos que se llevan los países desarrollados de altos ingresos.

Todo el conjunto de datos presentados, demuestra la importancia del sector de la construcción y su participación en el ámbito socioeconómico al nivel mundial. Debido a las connotaciones que acarrea el tener un sector activo y fortalecido, es que la mejora del sector a través de la gestión de la calidad resulta de gran relevancia.

2.3 Comportamiento de la calidad a través del tiempo en la industria de la construcción

“Si un albañil construye una casa para un hombre, y su trabajo no es fuerte y la casa se derrumba matando a su dueño, el albañil será condenado a muerte” decía el Código de Hammurabi en los años 1752 a. C.

A pesar de que en pleno siglo XXI, la condena dictada por el Código de Hammurabi suena extremadamente rígida y quizá descabellada, es una muestra que la calidad en los productos existe desde tiempos inmemoriales; sin embargo se puede decir que a partir de la Revolución Industrial es cuando el concepto toma mayor forma y empieza ser importante dentro de la Industria en general.

Esta evolución inicia por las industrias que se encontraban en auge en aquel entonces, como las textiles, la automotriz, la producción de maquinaria, **la construcción**, entre muchas otras. Es por esto, que la interacción entre la calidad y la construcción se da con el nacimiento de la calidad, y al igual que en otras industrias, el concepto de calidad evoluciona a la par con la industria de la construcción, y cada sector va aplicando y modificando este concepto para acoplarlo a sus restricciones y necesidades.

En general, la evolución de la calidad y por ende la inserción de esta dentro de la industria de la construcción, se puede evidenciar claramente en la siguiente tabla:

Tabla 1
Evolución general de la calidad

Calidad en toda la gestión empresarial	Gestión	Total	de	la	Calidad
Satisfacción al cliente y mejora continua	Gestión	de	la	Calidad	
Confianza a conformidad de produc.	Aseguramiento	de la	Calidad		
Prevenir productos defectuosos	Control de	Calidad			
Desechar producción defectuosa	Inspección final del producto				
	Revolución Industrial	Segunda Guerra Mundial	1970 - 1999	Años 200	Siglo XXI

A continuación se muestra una tabla que explica más detalladamente la evolución de la calidad en sus conceptos, los cuales fueron penetrando en el sector de la construcción al mismo tiempo que salían a la luz.

Tabla 2
Evolución detallada de la calidad

Tiempo	Autor / Empresa (quien da a conocer el concepto)	Concepto o Hito
1875	Frederick W.	Principio de la Administración Científica: dividir el trabajo en unidades más pequeñas (productiv.)
1900	Henry Ford	Línea de Ensamblaje: mejorar calidad y productividad
1901	Inglaterra	Primeros Laboratorios de Estándares
1920	AT&T y B.P Dudding	Asociación de inspección técnica que luego sería Instituto de Aseguramiento de la Calidad
1931	W.A Shewhart	Public Economic Control of Quality of Manufactured Product
1940	Departamento de Guerra de USA	Publican una guía para usar cartas de control en el análisis de datos de procsos
1942	Gran Bretaña	Se funda el Ministerio de Servicio de Asesoría en métodos Estadísticos y Control para Smministr.
1946	ASQC	Se funda la Sociedad Americana de Control de Calidad
1947	Pearson	Pearson realiza su trabajo estadístico y se fundan las ISO
1951	Japón	Se crea el Primer premio de control de calidad llamado premio Deming
1954	Global	El control de calidad se convierte en herramienta gerencial
1961	Global	Se crean los círculos de calidad
1978	Norteamérica	Se crea el movimiento de la administración de la calidad total (TQM)
1987	Estados Unidos	Se publican las normas de estándares de calidad ISO 9001 y se crea el premio nacional de Calidad
1990	Estados Unidos	Incremento considerable de actividades de certificación ISO 9001
2000-2010	Global	Gestión de Calidad (se considera el control y aseguramiento de la calidad)
Tendencia	Global	Excelencia Empresarial, estrategia de gestión global a largo plazo

2.4 Concepto de los costos de calidad y su clasificación

Cuando hablamos de “costos” siempre pensamos de forma negativa, sin embargo, los costos no sólo están para intentar reducirlos, sino que, los costos de calidad, son una excelente herramienta de información, que nos facilitan la toma de medidas de tipo estratégico (Feingenbaum, 1991, p. 109).

Considerar a los costos de calidad como herramientas de información, es la forma correcta de entenderlos, buscando en ellos muchas de las respuestas para corregir defectos en los bienes o servicios ofrecidos al cliente.

Según la guía del PMBOK en su tercera edición, los costos de calidad se definen como: los costos totales incurridos en inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, evaluar la conformidad del producto o servicio con los requisitos, y por no cumplir con los requisitos (reprocesos).

Es decir que los costos de calidad abarcan la totalidad de los esfuerzos relacionados con la calidad.

Las decisiones del proyecto pueden impactar en los costos operacionales de la calidad como resultado de devoluciones de productos, reclamos y campañas de devolución de productos. Sin embargo, la naturaleza temporal del proyecto (proyecto de construcción), quiere decir que las inversiones en la mejora de la calidad del producto especialmente la prevención de defectos, van a ser cosechadas por la organización más que por el proyecto; apuntaba el Ing. Pablo Vásquez, M.B.A, en sus clases de Gerencia de Proyectos de la Maestría de Administración de la Construcción en la Universidad de las Fuerzas Armadas, 2013.

Es muy importante valorar hasta donde llegarán los costos de calidad, pues podría darse el caso que algunos costos de calidad realizados por un exceso de calidad en los productos o servicios que el cliente no exige o no valora, serán tomados también como parte de costos de calidad.

Los costos de la calidad según la *American Society for Quality Control* (ASQC) se dividen en dos grandes grupos: los costos de calidad y los costos de no calidad, los mismos que tienen subdivisiones particulares. Sus conceptos y subdivisiones se detallan a continuación.

2.4.1 Costos de calidad

Los costos de calidad son definidos por la Asociación Española de Contabilidad y Administración como aquellos costos que se originan a consecuencia de las actividades de prevención y de evaluación que la empresa debe acometer en un plan de calidad.

Para entender un poco mejor este último concepto, se puede citar a James Harrington, quien en su libro de *El coste de la mala calidad*, 1990, pág. 8, llama a estos costos los costos controlables de la mala calidad, y los define como costos que la dirección tiene el control directo para asegurarse de que solo los productos y servicios aceptables por el cliente se remitan al mismo.

Los costos de la calidad se dividen en dos subgrupos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3

Clasificación de los costos de calidad

Los Costos de Calidad			
Costos de Prevención		Costos de Evaluación	
Costos en que incurre la empresa al intentar reducir o evitar los fallos	Costos de todas las actividades tendientes específicamente a evitar una calidad deficiente de productos o servicios	Costos del resultado de la evaluación de la producción ya acabada o en proceso, y las auditorías de proceso para medir la conformidad de los criterios y procedimientos establecidos.	Costos relacionados con la medición, evaluación o auditoría de productos o servicios para asegurarse que se ajustan a las normas de calidad y a los requisitos de desempeño
AECA	Campanella (1997, pág. 22)	Harrington (1990, pág. 9)	Campanella (1997, pág. 23)
Factores Inmersos dentro de los costos de prevención		Factores Inmersos dentro de los costos de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> - Entrenamiento - Estudios de capacidad de procesos - Encuestas proveedores - Encuestas sub contratistas 		<ul style="list-style-type: none"> - Inspección y prueba de productos -Mantenimiento de equipos de inspección y prueba - Costo de procesar y reportar inspecciones - Revisiones diseño - Revisiones diseño interno y demostraciones - Revisiones de performance de costo 	
Factores según PMBOK.			

2.4.2 Costos de la no calidad

Los costos de no calidad, son precisamente eso, aquellos costos en que tienen que incurrir las empresas por realizar correcciones al producto final debido a fallos u errores, producto de no llevar un adecuado sistema de gestión de calidad, o quizá por no tener uno.

El autor del libro, “el coste de la Mala Calidad”, Harrington, dice: son los costos que incurre la empresa que son consecuencia de errores, es decir, el dinero que gasta la empresa porque no todas las actividades se han hecho bien todas las veces.

Es importante comparar este concepto contra lo que dice el autor del libro Control Total de la Calidad, Armand V. Feingenbaum, quien dice que los costos de la no calidad incluyen los costos de fallos asociados con las consecuencias de los fallos ocasionados por no cumplir las especificaciones, englobando las secuelas que se observan en la fábrica y a las que se atisban en las manos de los consumidores.

Ambos autores coinciden en que los costos de no calidad provienen de fallos o errores en cualquier etapa u actividad del proyecto, producto o servicio que haya estado o no controlado por un sistema de gestión de calidad. La diferencia está únicamente en que Armand V. Feingenbaum, engloba dentro de estos costos aquellos que se produzcan dentro de la organización a causa del error cometido, e incluso incluye también aquellos que puedan desglosarse de este error y que provengan de los consumidores.

Los costos de no calidad se dividen en dos subgrupos, que a continuación se detalla en una tabla.

Tabla 4
Clasificación de los costos de no calidad

Los Costos de No Calidad			
Costos de fallos internos		Costos de fallos externos	
Los costos de no calidad por fallos internos son los costos que incurre la empresa como consecuencia de los errores detectados antes de que la producción sea aceptada por el cliente de la empresa.	Los costos de no calidad por fallos internos ocurren antes de la entrega o envío al cliente sin ser estos partícipes directos de los mismos.	Los costos de no calidad por fallos externos son los costos que resulten de la incapacidad de un producto para cumplir los requisitos de calidad después de la entrega al cliente.	Los costos de no calidad por fallos externos son aquellos detectados una vez el producto o servicio es entregado al cliente
Harrington (1990, pág. 15)	Campanella (1997, pág. 23)	ISO	Campanella (1997, pág. 24)
Factores Inmersos dentro de los costos de prevención		Factores Inmersos dentro de los costos de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> - Desperdicios y retrabajos - Cargos por cobros tardíos - Costos de inventario por defectos - Costos de ingen. por errores de diseño - Mortalidad infantil (falla prematura) - Corrección de documentación 		<ul style="list-style-type: none"> - Costos de Garantía -Entrenamiento personal de servicio - Costos de recuperación y reparación - Representación legal por resp. Prod. - Manejo de reclamos - Perdida de negocios futuros 	
Factores según PMBOK			

Los costos mencionados en los apartados de costos de calidad y costos de no calidad, también podrían ser divididos en tangibles e intangibles. Siendo los primeros aquellos que se pueden medir de forma objetiva y van acompañados de un desembolso de dinero, mientras que los intangibles son

aquellos que su valoración se realiza con métodos subjetivos y que afectan aspectos como la imagen de la empresa.

2.5 Normas de calidad en la construcción

En 1952 Kaoru Ishikawa, crea el primer comité para dar conferencias anuales de control de la calidad, que se mantenían simultáneamente con los premios de calidad Deming, cada noviembre de cada año en Japón. Este fue el inicio para la actual “Conferencia Anual de Control de Calidad para Gerentes y Estado Mayor” que se celebra en noviembre en Japón.

El mencionado suceso fue el inicio de la creación de un mes y posteriormente un día específico dedicado a la calidad. Originalmente se tomó la idea de la semana de la seguridad que se celebraba cada año en Japón, pero en este caso se volvió mundial y actualmente el mes de noviembre y particularmente el día catorce, está dedicado a la calidad en todo el mundo.

La creación de un día particular para celebrar un hecho, no demuestra más que la importancia e influencia que este hecho tiene sobre la población.

La normalización en todo el mundo se ha venido creando y modificando no solamente para la calidad, sino casi para cualquier cosa que se pueda medir; con la finalidad de poder realizar comparaciones, evitar fraudes, garantizar servicios o productos, generar mejoras y muchas otras cosas más.

Las normas de calidad al igual que en cualquier sector industrial, en la construcción pueden ser aplicadas a varios factores, como el producto final, el proceso de transformación, la gestión del proyecto y de la empresa, al obrero, parte de los productos (entregables parciales).

2.5.1 Origen de las normas internacionales de calidad

Las normas para la calidad inician su desarrollo a la par con el desarrollo de la calidad misma en la revolución industrial. Países pioneros como Japón, Estados Unidos, Holanda, Austria y otros, iniciaban la creación de sus normas, que en conjunto con los institutos de normalización de aquel entonces y conceptos de pioneros en la calidad como Deming, Ishikawa, Juran, Crosby y muchos más, denotaban el inicio de las normas de la calidad.

No es hasta 1946, cuando se formaliza mundialmente una institución para la normalización de la calidad. En este año en el mes de octubre, representantes de 25 países deciden crear un instituto para la estandarización, que surge de la ya existente Federación Internacional de Asociados Nacionales de Normalización (1926-1939). Este instituto se denominaría Organización Internacional para la Normalización, conocida por sus siglas en inglés ISO “International Organization for Standardization”.

En Junio de 1947 ISO realiza su primera reunión oficial en Zurich, Alemania, estableciendo a la ciudad de Ginebra en Suiza como la sede para su funcionamiento. La finalidad de la organización era promover el desarrollo de estándares internacionales y actividades relacionadas, incluida la calidad.

En la actualidad ISO tiene reconocimiento mundial y cuenta con 138 países miembros, y el aval de 75; los mismos que aceptan su autoridad moral. Tan grande es el alcance de ISO que incluso ha sido aplicada en temas referentes a la educación en ya varios países.

Existen muchas normas creadas, generadas o derivadas de ISO y que cumplen algunos de sus estándares, y generalmente cada país tiene un instituto de normalización que de alguna manera se rige a las normas

internacionales. En el siguiente cuadro se evidencia los nombres de algunas de las normas, donde se encuentran contenidas las normas para la calidad, en diversos países.

Cuadro 4

Normas de calidad que rigen en diversos países

País	Sistema de Normalización
Internacional	Normas ISO
Australia	Normas AS
Bélgica	Normas OE NORM-PREN
China	Normas GB/T
Colombia	Normas NTC
Comunidad Europea	Normas EN
Ecuador	Normas INEN - NEC
Estados Unidos	Normas ANS / ASQC
Finlandia	Normas SFS
Holanda	Normas NEN
India	Normas IS
México	Normas IMNC
Reino Unido	Normas BS
Rusia	Normas 40

Dentro de la normativa internacional ISO, existen varias que miden a la calidad, principalmente está la ISO 9001 que es la norma para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad; la misma que da directrices para su selección y utilización.

Esta normativa emite certificaciones que han ido evolucionando con los años y deben ser renovadas por las empresas cada cierto tiempo. También están las ISO 9002 y 9003 que se encargan de la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad; incluyendo igualmente a la 9004 que establece las directivas para mejorar el desempeño.

2.5.2 Normas relacionadas a la construcción en Ecuador

Los sistemas de normalización en su gran mayoría a nivel mundial se rigen a ISO, y Ecuador no es ajeno a esta realidad, pues se encuentra suscrito y forma parte de la organización ISO con el código ECU-218.

Ecuador a través del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN establecido por real decreto el 28 de Agosto de 1970 forma parte de ISO. Es el instituto oficial encargado de la estandarización, certificación y metrología; responsable de formular estándares técnicos para Ecuador y destinado a satisfacer las necesidades locales y facilitar el comercio tanto a nivel local como internacional, según ISO en su página oficial iso.org en su apartado de miembros.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización representa a Ecuador en International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC) y en la Comisión Panamericana de Normas y Técnicas (COPANT). Dentro de ISO es miembro de 3 PDCs, que son: Comité de evaluación de la conformidad (ISO/CASCO), Comisión de política de los consumidores (ISO/CASCO), Comité en el desarrollo de los asuntos de los países (ISO/CASCO).

También participa dentro de ISO en calidad de miembro en 105 TC (*Technical Committess*), que abarcan una gran cantidad de procesos y sectores; para el caso de la construcción, algunos de los más importantes se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5

Participación de INEN dentro de ISO en la construcción

Participación de INEN en los TC de ISO	
Código	Descripción
ISO/TC 59	Edificios y obras de ingeniería
ISO/TC 71	Hormigón, Hormigón alta Resistencia y Hormigón presforzado
ISO/TC 176	Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad
ISO/TC 176/SC 2	Sistemas de Calidad

Particularmente en el Ecuador también existe la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual fue oficializada el 4 de diciembre de 2013 mediante registro oficial número 234. Esta norma fue creada según el Ing. Hermel Flores, presidente de CAMICON, con miras a mejorar la calidad de las construcciones y sobre todo, proteger la vida de las personas, ya que el Ecuador se encuentra situado en una zona de alto riesgo sísmico.

LA NEC es la encargada de establecer los parámetros del riesgo y peligro sísmico a nivel nacional, de diseño sismo resistente, evaluación y rehabilitación de estructuras, requerimientos para diseño de estructuras en acero, hormigón armado, mampostería estructural, cimentaciones y geotecnia; incluye dentro de su cuerpo legal condiciones, reglamentos, normas nacionales e internacionales, pautas y criterios particulares para la construcción de edificaciones, según la cámara de la industria de la construcción en Ecuador.

Las últimas oficializaciones de la NEC son los capítulos de Cargas no sísmicas, Diseño Sismo Resistente, Estructuras de Hormigón Armado, Geotecnia y Cimentaciones y Mampostería Estructural, que se dieron

mediante el ministerio de desarrollo urbano y vivienda con acuerdo ministerial número 0028 del 19 de agosto de 2014.

INEN e ISO, tienen entre sus apartados normas que hacen referencia a la calidad para el sector de la construcción, pero cuando se trata de cumplir un estándar nacional particularmente dedicado a la construcción recurrimos a la NEC, es decir que los sistemas de gestión de calidad para el sector de la construcción en Ecuador, deberán estar basados en la NEC a más de en los organismos internacionales. Pues parte integral e importante de un sistema de gestión de calidad es el cumplimiento de normas vigentes para el sector.

2.6 La calidad en el sector de la construcción desde un punto de vista gerencial

Al hablar de la calidad y referirse a un punto de vista gerencial, debe necesariamente hablarse de Gestión de Calidad tanto de un proyecto como de la empresa.

PMBOK define a la gestión de la calidad para un proyecto como aquella que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfaga todas las necesidades para las cuales se lleva a cabo; incluyendo todas la actividades de la función global de gestión que determinan la política de calidad, los objetivos y las responsabilidades.

Estas deben ser implementadas dentro de un sistema de calidad que contenga los siguientes factores:

- Planificación de la Calidad
- Aseguramiento de la Calidad

- Control de la Calidad
- Mejoramiento de la calidad

2.6.1 Tipos de calidad para el sector de la construcción

En el sector de la construcción se puede dividir a la calidad en tres grandes grupos o tipos, que se aprecian en el siguiente gráfico.

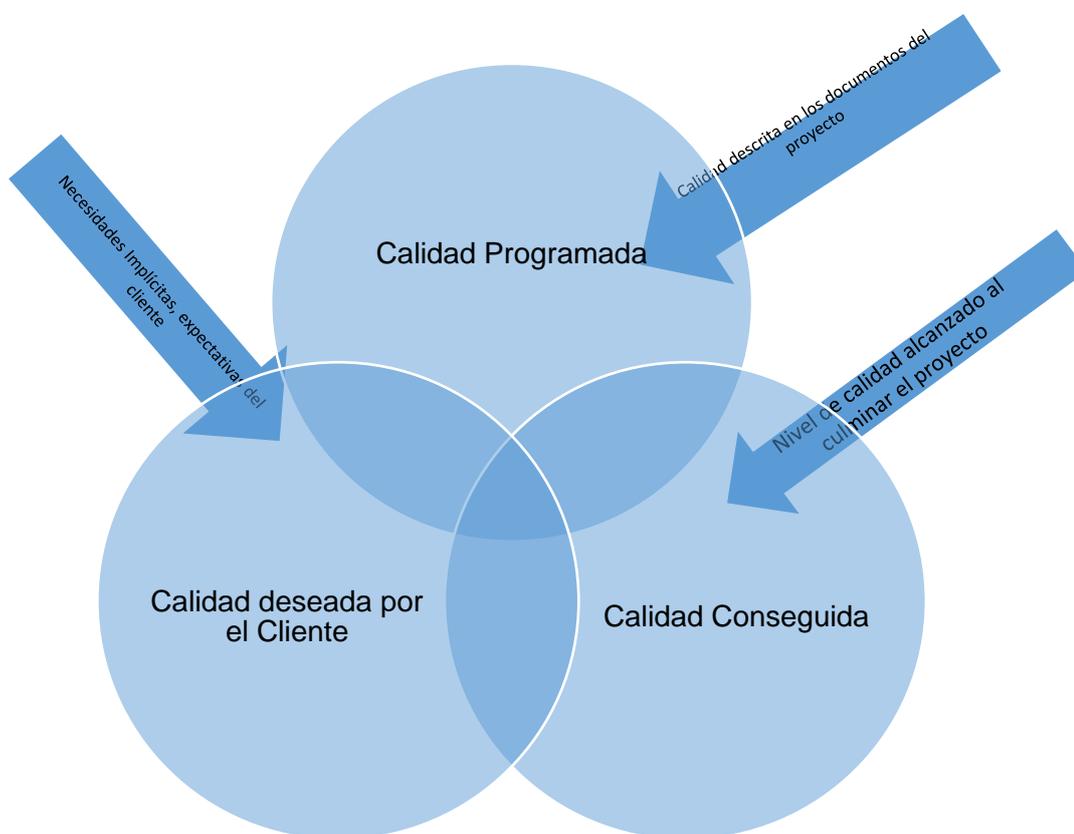


Figura 4. Tipos de Calidad

Fuente: Artículo “Los avances en la calidad de la construcción y su proyección internacional”, una publicación de Ing. Ruben Gomez Sanchez

Analizando el gráfico y sus tipos de calidad, es necesario contraponer y cumplir los tres tipos para conseguir el nivel de calidad deseado en los proyectos. Resulta fundamental que la calidad programada esté de acuerdo con la calidad que exige el cliente, pues será un factor determinante para conseguir el éxito en el proyecto. Y será la calidad conseguida la que mida el éxito de las dos anteriores.

2.6.2 Ventajas de los sistemas de calidad en el sector de la construcción

Las ventajas de la utilización de sistemas de gestión de calidad para un proyecto de construcción o para su empresa son parte integral del éxito de la misma, y la lista de estas ventajas es extensa; a continuación se nombran algunas de ellas:

- Mejora de la imagen del proyecto y la empresa ante sus clientes, comunidad, entidades gubernamentales, competencia y personal propio.
- Reconocimiento del mercado sobre el uso de sistemas de gestión de calidad en una empresa constructora, generando evidencias de seriedad y compromiso al respecto de sus entregables finales.
- El sistema de gestión de calidad aporta al desarrollo de técnicas y herramientas para sistemas de producción de bajo costo.
- Reduce los costos de fallas en procesos constructivos o de producción, reparación de errores, accidentes de trabajo, servicio de ventas y servicio de post-ventas.

- El personal que se acostumbra al trabajo con sistemas de gestión de calidad crea cadena de responsabilidades entre ellos.
- Reduce las incompatibilidades que se puedan encontrar durante la ejecución de los proyectos.
- Aporta a mejorar la selección y contratación de subcontratistas, proveedores y materiales.
- Abre las posibilidades a que las empresas constructoras accedan a nuevos mercados nacionales e internacionales.
- Cumplimiento con los clientes que requieren proveedores certificados como empresas de sectores de alto riesgo.
- Posible fidelización de clientes por excelencia en la calidad de los productos terminados y renombre de proyectos anteriores.
- Mejora la documentación interna y externa y permite acceder a ella para corrección de errores más fácilmente.
- Incrementa la calidad no únicamente en el producto final, si no que mejora el servicio, los plazos de entrega, la garantía, entre otros.
- Los sistemas de gestión de calidad son dinamizadores del funcionamiento, aumentando la motivación y participación del personal y mejoran la gestión de los recursos.

Finalmente las ventajas que pueden generar dentro de los proyectos y empresas los sistemas de gestión de calidad, representan entre indicadores medibles y aquellos que no son medibles, un gran crecimiento y mejoras, que sin lugar a dudas superará los costos que represente el incorporar este sistema dentro de la organización.

2.7 La calidad y el sector de la construcción en la provincia de Loja – Ecuador

En Ecuador y en la provincia de Loja a partir del año 2001, se ha generado un crecimiento notable del sector de la construcción, generando grandes fuentes de empleo y un importante circulante de capital. Prueba de ello es que según el INEC, en el año 2010 el 14% de toda la actividad económica del Ecuador pertenecía al sector de la construcción, constando de un total de 14.366 establecimientos dedicados a este sector, con un número de más de 90.000 personas ocupadas en actividades inherentes a la industria de la construcción, lo que representa un 4.5% del total nacional.

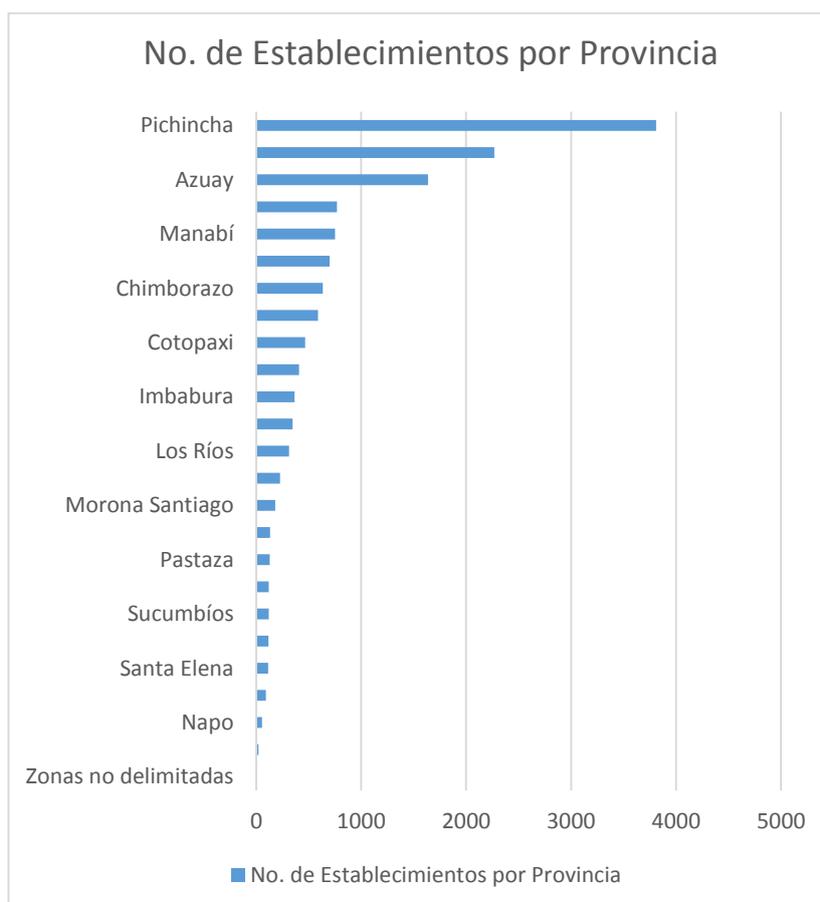


Figura 5. Establecimientos por Provincia

Fuente: Censo Nacional Económico 2010, INEC

Para la provincia de Loja existen 770 establecimientos dedicados al sector de la construcción, lo que significa el 5.4% de la totalidad en el país, representando el cuarto lugar después de las provincias de Pichincha, Guayas y Azuay.

A pesar de los datos mencionados y de la importancia que el sector representa para la provincia de Loja, la municipalidad del cantón Loja dentro de su última ordenanza de Urbanismo, Construcciones y Ornato del año 2008, no posee ningún requisito para las empresas constructoras con referencia a sistemas de calidad y tampoco para proyectos particulares o permisos de construcción.

En Julio del año 2012, el periódico local “La Hora”, publica un artículo titulado “Mala calidad en planes de vivienda”, donde se expone que los reclamos de la ciudadanía son múltiples por los materiales utilizados y los defectos de las construcciones. Expone también que no es extraño encontrar casa nuevas que al poco tiempo presentan grietas, hundimientos, goteras y desperfectos de todo tipo. En entrevista dentro del mismo artículo al Ingeniero Jorge Zaruma, se expone causas como la contratación de maestros de obra para la edificación de viviendas, situación que preocupa al entrevistado debido a que estas personas brindan sus servicios de construcción sin bases de profesionalización.

La falta de control por parte de las autoridades municipales es otra de las causas que se exponen dentro del artículo mencionado, la cual no solamente se da durante la ejecución del proyecto, sino que previamente durante la aprobación del mismo se sugiere por parte del entrevistado que no existe mayor revisión.

Del número de establecimientos que fueron creados en la provincia de Loja y que prestan sus servicios de construcción dentro de la provincia, son muy pocos los que cuentan con algún tipo de control de calidad dentro de

sus proyectos, y ninguno conocido que posea un sistema de gestión de calidad establecido para sus proyectos.

2.8 Experiencias en el uso de sistemas de calidad en la construcción en Ecuador y Latinoamérica

Al igual que en todo el mundo, el sector de la construcción en el Ecuador es considerado el mayor empleador actualmente. Ecuador según el último censo de INEC posee 14.366 establecimientos dedicados a actividades relacionadas a la industria de la construcción, y se dividen de la siguiente forma:



Figura 6. Establecimientos por Actividad Económica

Fuente: Dirección de Estadísticas Económicas, INEC

La implementación de sistemas de gestión de calidad o parte de estos sistemas, no es una obligación por parte de los estados en Latinoamérica, sin embargo varias de las empresas de países más industrializados como Brasil, Chile y Colombia, lo saben, y han implementado los sistemas de gestión de calidad con miras a mejorar la totalidad de sus empresas, que es parte de lo que ya se vive en Ecuador también.

Sin embargo parte de la diferencia es que en los países de mayor nivel industrial en el sector de la construcción, las certificaciones como la ISO 9001 o la implementación de sistemas de gestión de calidad ya no significan poseer una ventaja competitiva en el mercado, si no que se han convertido en necesidades para la subsistencia de estas empresas. En Ecuador estas certificaciones o sistemas aun suponen una ventaja competitiva sobre muchas otras empresas que no las tienen.

Con miras de establecer un antecedente y una comparación, se muestra la siguiente tabla que contiene testimonios recogidos de páginas web de empresas de Latinoamérica dedicadas a la construcción que aplican sistemas de gestión de calidad.

Tabla 5.

Testimonios de calidad en la construcción en Latinoamérica

País / Empresa	Testimonios
Chile / Delta Edificaciones S.A	El contralor de Gestión de Calidad Máximo Ibañez, indica que la implementación del sistema de gestión de calidad en Delta ha sido a todas luces beneficioso, desde el inicio del proyecto hasta la post-venta.
Brasil	Brasil cuenta con más de 400 empresas de construcción certificadas con ISO 9001 y con sistemas de gestión de calidad en marcha, incluyendo incluso a muchas pymes.
Colombia	En el sector de la construcción pública, se incluye factores de gestión de calidad que son puntuados para las licitaciones, si se demuestra el desarrollo de un sistema de gestión de calidad o una certificación en calidad.

Si bien es cierto en el Ecuador aún no se cuenta con un número tan grande de empresas de construcción certificadas como en Brasil, o con puntuación especial en los sistemas de contratación pública para las empresas que destaquen en temas de calidad; pero si tenemos códigos como el Código Ecuatoriano de la Construcción que es el primer indicador a cumplir para implementar sistemas de gestión de calidad en la industria de la construcción.

Algunas de las empresas de construcción de Ecuador también poseen certificación ISO en el ámbito de calidad, como por ejemplo la empresa “Construcciones Civiles del Ecuador S.A” que cuenta con certificaciones ISO 9001.

Los últimos avances con miras a mejorar la calidad en el sector de la construcción en el Ecuador se dan en el año 2014, y principalmente son:

- El día 18 de Agosto de 2014 se promulga la Norma Antisísmica de Construcción, a través del ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda, Diego Aulestia. La norma se crea con el objetivo de establecer políticas de construcción que tengan como finalidad mitigar impactos de desastres naturales y mejorar los estándares de calidad de la obras de construcción de manera progresiva.
- Del 23 al 25 de Abril de 2014 se realiza el 1er. Congreso de Patología, Recuperación de Estructuras y Control de Calidad de la Construcción, Alconpat-Ecuador 2014, con temas como: Control de la calidad en obras civiles, patología de construcciones, recuperación de estructuras, y otros.

Capítulo III

ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROYECTO DE APOYO

3.1 Generalidades

Para el estudio del control de la calidad es adecuado basarse en proyectos reales, y analizar el comportamiento del mismo y sus actores, frente a cualquier fenómeno que implique el uso o no uso del concepto de calidad, durante el proceso de concepción de la idea, planeación del proyecto, ejecución del proyecto o cierre y mantenimiento del mismo.

Para el desarrollo de este trabajo se ha decidido aportar datos de una base de más de 15 proyectos ejecutados en la provincia de Loja entre los años 2009 y 2014, que juntos superan más de 5 millones de dólares en gasto real. Sin embargo con la finalidad de estudiar de mejor manera el control de la calidad y que los datos referentes al mismo sean de mayor precisión, se seguirá el desarrollo específico de solo uno de estos proyectos, desde su concepción hasta su finalización, de tal forma que la mayor cantidad de datos serán aportados por el llamado proyecto de apoyo.

Con referencia al resto de los proyectos, se utilizará los datos con la finalidad de crear comparaciones y líneas temporales para evidenciar los cambios en el control de la calidad dentro de proyectos emplazados en la misma zona geográfica y de similares características en el área educativa y multifamiliar.

3.2 Antecedentes generales del proyecto de apoyo

El proyecto de apoyo surge de la necesidad del cliente de contar con un mayor número de aulas para sus estudiantes, un área nueva de servicios administrativos y una mayor cantidad de salones y auditorios para eventos y congresos. Por estas razones es que el cliente decide rediseñar y readecuar uno de sus edificios que antes ocupaba como laboratorios de química para el fin mencionado, ya que dichos laboratorios fueron reemplazados por otros nuevos en otra edificación.

En las siguientes imágenes se muestra una fotografía general del estado inicial de la obra y su emplazamiento.

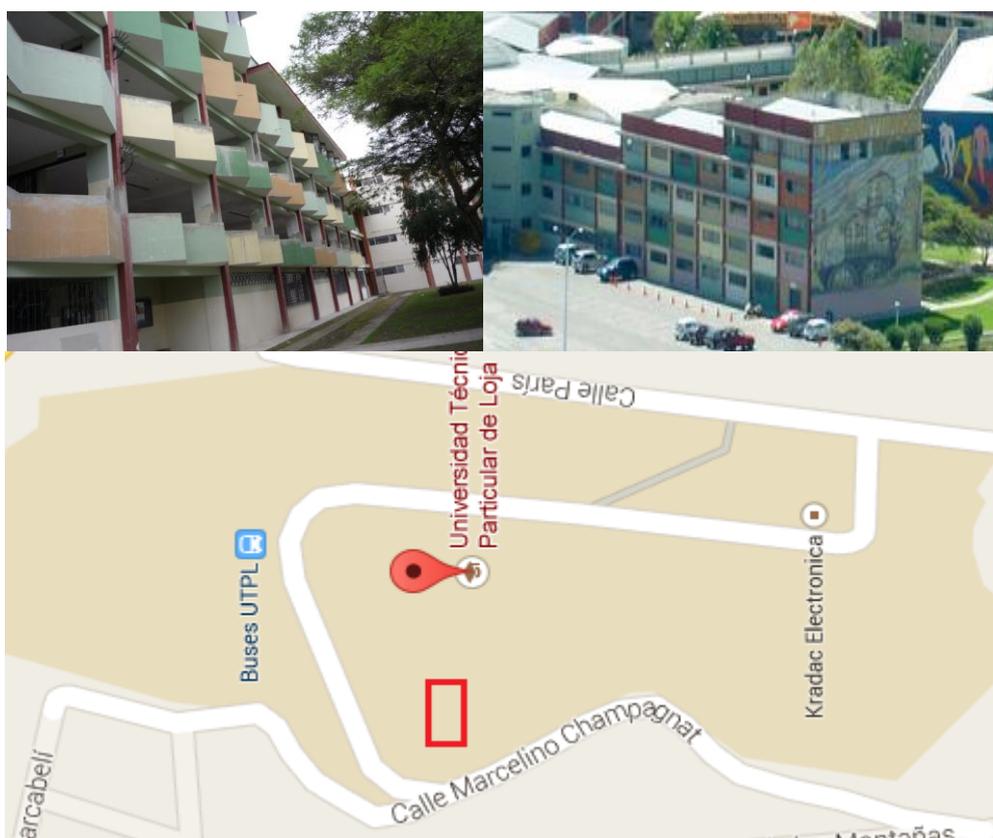


Figura 7. Ubicación proyecto de estudio

A continuación un cuadro con los principales datos del proyecto de apoyo.

Cuadro 6

Datos generales del proyecto de apoyo

Nombre del Proyecto	Adecuación Edificio 7
País de emplazamiento	Ecuador
Ciudad y Provincia de emplazamiento	Provincia de Loja Ciudad de Loja
Zona Geográfica del País	Región Sur – Sierra
Tipo de Proyecto	Sector Privado - Edificio del área Educativa
Área de Intervención del Proyecto	Terreno : 1388 m2 Construcción: 4129 m2
Área por plantas	Planta Baja: 1388 m2 Primera Planta: 845 m2 Segunda Planta: 845 m2 Tercera Planta: 845 m2 Cuarta Planta: 206 m2
Presupuesto Aprobado	1'583.652,00 USD
Monto Real de Ejecución	1'694.159,54 USD
Objeto del Proyecto	Rediseño de espacios interiores y fachadas, Readecuación total del edificio existente
Obras Realizadas en General	Reforzamiento general de estructura, implementación de ascensores, ampliación de losas, elevación de cubiertas, obra gris interior y exterior, acabados interiores y de fachada, ingenierías en general, obras exteriores.
Empresa Constructora	Contruc. Arrobo Arquitectos
Modalidad de Contratación	Administración de Fondos

Una vez que el cliente da a conocer lo que requiere y entrega la información correspondiente (pre-diseños arquitectónicos, requerimientos, cuadros de acabados y estudio estructural), pasando por alto la etapa de elección de ofertas ya que se trata de una obra de carácter privado, la empresa constructora realiza diseños arquitectónicos y estructurales, para ser aprobados por el cliente.

Debido a que la modalidad de contratación es de administración de fondos, la empresa constructora realiza el presupuesto referencial en conjunto con el departamento de infraestructura del cliente, llegando a un acuerdo para así aprobarlo y crear el correspondiente cuadro de aprobación. Los documentos de cuadros de aprobación y presupuesto aprobado no se mostraran por motivos de protección de los involucrados.

En el Anexo “A1”, “A2”, “A3” y “A4” respectivamente, se muestran los documentos para el inicio del proyecto correspondientes a:

- Levantamiento arquitectónico existente
- Presupuesto general del proyecto
- Cronograma general del proyecto
- Organigrama de funcionarios del proyecto

En el Anexo “B1” y “B2” respectivamente, se muestran los documentos gráficos acordados para el inicio de las obras:

- Nuevo diseño arquitectónico propuesto
- Nuevo diseño estructural propuesto

3.3 Recopilación de la documentación relacionada con la gestión de calidad del proyecto de apoyo

Debido al carácter del contrato (del sector privado), el cliente es quien decide los requisitos de quien será su contratante, y dentro de ellos no existió la exigencia de una empresa que maneje sistemas de gestión de calidad, entendidos directamente como tales. Sin embargo esto no quiere decir que el cliente o la empresa constructora no exigieran control de la calidad o no supieran emplearla en sus proyectos respectivamente.

El control de la calidad mucha de la veces está intrínseco dentro de pruebas sistematizadas, leyes que se deben cumplir, requerimientos del cliente, buenas prácticas de las empresas o simplemente en la costumbre de cómo realizar un determinado proceso por parte de la mano de obra.

Este es el caso del proyecto de estudio, no quiere decir que no existiera ningún control de calidad, sino más bien que no era denotado de esta manera o sistematizado dentro de un proceso.

En el Anexo "B1 y B2" se encuentran los documentos que pertenecen a un sistema de gestión de calidad, que fueron desarrollados dentro del proceso para satisfacción del cliente y por cumplimiento o práctica de la empresa, los cuales a pesar de no ser denotados dentro de un sistema de calidad, se ejecutaron y documentaron dentro del proceso de desarrollo del proyecto, estos documento son:

Cuadro 7

Documentos recopilados sobre gestión de calidad en el proyecto de apoyo

Área a la que pertenece	Documento existente
Planificación de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> -Enunciado del alcance del proyecto -Cuadros de aprobación de costos -Presupuesto referencial aprobado -Cronograma de tiempo aprobado -Cuadro de Acabados -Requerimientos Especiales -Contrato de administración de fondos
Realizar Aseguramiento de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> -Control de Presupuesto -Control de Cronograma -Informes de Avance de obra y costos
Realizar Control de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> -Ensayos de cilindros de hormigón resistencia a la comprensión -Libro de Obra -Kardex de Materiales -Guías de Seguridad Laboral -Actas de entrega recepción provisionales

Dentro del proyecto de apoyo, existieron varios tipos de control de calidad en los procesos de instalación de materiales dentro de la construcción, sin embargo no se encontraban documentados ni con procesos levantados; lo que podría generar que el proceso que se creía bien hecho y optimizado no sea realmente de esa manera.

3.4 Presentación de datos recopilados del proyecto de apoyo

Los documentos explicados anteriormente son los únicos existentes del proyecto de apoyo que hacen referencia o colaboran con los sistemas de gestión de calidad, sin embargo debido a que dentro del proyecto no existió un sistema de gestión de calidad, no todos los procesos referentes a la calidad fueron documentados de manera correcta; de todas formas se puede decir que se cumplió con los objetivos del proyecto debido a la recepción favorable del cliente.

La pregunta que surge con respecto al proyecto de apoyo y a cualquier proyecto que no cuente con un sistema de gestión de calidad es: ¿Podría el sistema de gestión de calidad haber mejorado los índices de cumplimiento y satisfacción del cliente y del constructor?

Debido al carácter del contrato de administración de fondos para el proyecto “Adecuación Edificio 7”, los presupuestos y tiempos establecidos con anterioridad son variables debido a peticiones del cliente de aumentar o disminuir áreas de construcción, o establecer cambios de un proceso ya realizado, sin embargo eso no significa que el proyecto a pesar de sus cambios no pudo haber costado menos o realizarse en menos tiempo.

A continuación se presenta un cuadro resumido de los documentos de entrada, procesos realizados y salidas conseguidas con referencia a los sistemas de calidad, con miras a comparar lo que se realizó dentro del proyecto y lo que no se hizo o no se documentó por falta de un sistema de gestión de calidad. Lo que existió de cualquier manera será representado con un visto dentro del cuadro.

Cuadro 8

Comparativo con un sistema de gestión de calidad

Gestión de la Calidad del Proyecto de Apoyo “Adecuación Edificio 7”				
Planificación de la calidad	Entradas	Factores Ambientales de la Empresa		Intuitivos
		Activos de los Procesos de Organización	√	No documentados
		Enunciado del Alcance del proyecto	√	Documentado
		Plan de gestión del proyecto	√	Documentado por partes no como plan
	Herramientas y Técnicas	Análisis Coste-Beneficio	√	Documentado inter.
		Estudios Comparativos		
		Diseño de Experimentos		
		Coste de la Calidad		
		Herramientas Adicionales de planificación de calidad	√	No documentados
	Salidas	Plan de Gestión de Calidad		
		Métricas de Calidad	√	Documentadas solo para hormigones
		Listas de Control d Calidad	√	Sin documentar oficialmente
		Plan de Mejoras del Proceso		Intuitivamente
		Línea Base de Calidad		
			Plan de Gestión del Proyecto (actualizaciones)	√
Realizar Aseguramiento la Calidad	Entradas	Plan de Gestión de Calidad		
		Métricas de Calidad	√	Docum. solo horm.
		Plan mejoras del Proceso		Intuitivamente
		Información sobre el rendimiento del trabajo	√	No documentadas
		Solicitudes de cambio apr.	√	Documentadas
		Mediciones de control calid.		Intuitivas
		Solicitudes de cambio impl.	√	Documentadas
		Acciones correctivas impl.		
		Reparación defectos impl.	√	Documentadas
	Acciones preventivas impl.			
	Herramientas y Técnicas	Herram. y técnicas para la planificación de calidad		
		Auditorías de calidad		Intuitivamente
		Análisis del proceso		
		Herram. y técnicas para él control de calidad	√	No documentados
	Salidas	Cambios Solicitados		
		Acciones correctivas recom.		
		Activos de los procesos de la organización (actualizac.)		
		Plan de Gestión del Proyecto (actualizaciones).	√	Actualiz. por partes no como un plan
		Plan de Gestión de calidad		
		Métricas de calidad		
		Listados de control de	√	Sin documentar

Realizar Control de Calidad	Entradas	calidad		oficialmente
		Activos de los procesos de la organización		
		Información sobre el rendimiento del trabajo	√	No documentadas (únicamente mano de obra civil)
		Solicitudes de cambio aprobadas	√	Documentadas para alcances, costos y cronogramas
		Productos entregables	√	Documentadas en planillas de inversión
	Herramientas y Técnicas	Diagrama de causa efecto		
		Diagramas de control	√	Intuitivamente
		Diagramas de Flujo		
		Histograma		
		Diagrama de pareto	√	Sin documentar oficialmente
		Diagrama de comportamiento	√	Sin documentar oficialmente
		Diagrama de dispersión		
		Muestreo estadístico		
		Inspección	√	Documentadas únicamente para hormigones
		Revisión de reparación de defectos		
	Salidas	Mediciones de control de calidad		
		Reparación de defectos validada	√	Sin documentar oficialmente
		Línea base de calidad (actualizaciones)		
		Acciones correctivas recomendadas		
		Acciones preventivas recomendadas		
		Cambios solicitados	√	Documentados
		Reparación de defectos recomendada	√	Documentados
		Activos de los procesos de la organización (actualizaciones)		
		Productos entregables validados	√	Documentados
		Plan de gestión del proyecto (actualizaciones)	√	Actualiz. por partes no como un plan

3.5 Estado del actual del proyecto de apoyo

Actualmente el proyecto de apoyo “Adecuación edificio 7” se encuentra terminado incluyendo ya la firma del acta de entrega recepción provisional y a la espera de la firma del acta de entrega recepción definitiva en el mes de Febrero de 2015.

Con lo mencionado anteriormente se puede evidenciar que durante la planificación, ejecución y cierre del proyecto, a pesar de que se ejecutaron algunos procesos y levantado algunos documentos ya mencionados con referencia a la gestión de la calidad; no existió un plan de calidad claro o la implementación de un sistema de gestión de calidad para el proyecto estudiado; sin embargo muchos de los procesos que deberían llevarse a cabo dentro de un plan de calidad, se realizaron de forma intuitiva.

Lo importante será determinar si con el uso del sistema de gestión de calidad se podría reducir los costos y tiempos de ejecución del proyecto, entre otros beneficios que podría traer la implementación de este sistema. En cuanto a costos y tiempos, de manera general, el proyecto terminó de la siguiente forma:

Cuadro 9

Cuadro comparativo de costos y tiempo del proyecto de apoyo

Proyecto de Apoyo “Adecuación Edificio 7”	
Presupuesto Aprobado	1'583.652,00 USD
Costo Real de Proyecto	1'694.159,54 USD
Tiempo de Ejecución Aprobado	18 meses a partir de Agosto 2012
Tiempo de Ejecución Real	20 meses (Marzo 2014)

En el Anexo “C” se puede apreciar una línea temporal de fotografías que muestra de forma general todo el proceso en la etapa de ejecución del proyecto.



Figura 6. Antes y después del proyecto de estudio

Capítulo IV

ANALISIS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROYECTO DE APOYO

4.1 Introducción

En el capítulo tres quedaron claros los procesos que se realizaron y documentaron sobre el manejo de control de calidad dentro del proyecto de apoyo, los mismos que de una u otra forma se realizaron bajo planificación y con intención de mejorar la calidad, y también aquellos procesos que aparentemente no se realizaron, pero que se ejecutaron de forma intuitiva por parte de los actores del proyecto.

Con los datos que arrojó el proyecto “Adecuación Edificio 7” durante toda su ejecución, se procederá en el capítulo cuatro a realizar tabulaciones, comparaciones, diagramas, cuadros y tablas que permitan evidenciar claramente los resultados de cómo se comportaron las variables claves de tiempo, costos y alcance del proyecto con el manejo de calidad que se desarrolló.

La interpretación de estos resultados, permitirá cumplir con el primer objetivo general del estudio, que pretende demostrar cuan influyente es el control de la calidad en un proyecto de construcción y poder establecer una línea base de comparación.

Una vez que se obtenga la línea base de comparación, se podrá demostrar a través del capítulo cinco, la primera hipótesis de la investigación; que supone que el adecuado manejo del control de calidad en un proyecto de construcción puede generar al menos un 2% de ahorro del presupuesto total del mismo.

4.2 Operacionalización del proceso de calidad en el proyecto de apoyo

A continuación se muestra un gráfico de los proceso de calidad del proyecto de apoyo.

En el proyecto de apoyo la gestión de calidad es intuitiva, y se cuenta únicamente con un mapa de procesos que marca a la planificación estratégica (perceptible en amarillo) como los procesos de dirección, mientras que el proceso de planificación y constructivo del proyecto en sí (marcado en naranja) como los procesos estratégicos, y finalmente define a las variables de alcance, costo y tiempo como fundamentales a controlar. Se puede evidenciar que se deja de lado a los procesos de apoyo como la gestión de proveedores, RR.HH, colaboradores, y otros ya que no aparecen en el gráfico.

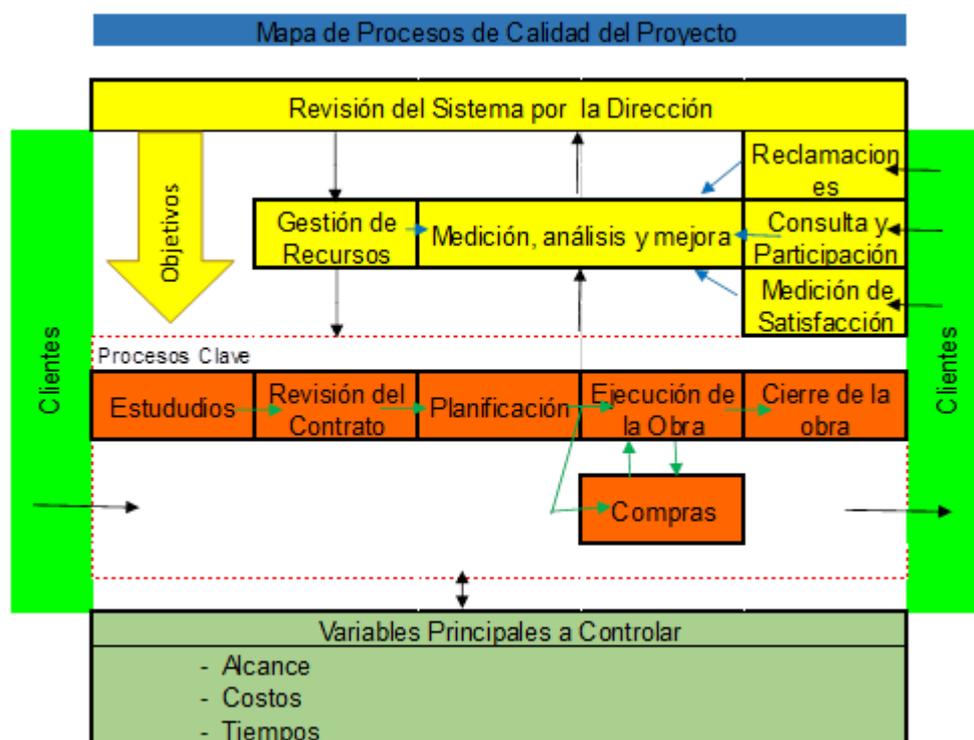


Figura 7. Mapa de proceso de calidad del proyecto

4.3 Análisis y resultados de los datos obtenidos del proyecto de apoyo

Con los datos recopilados del proyecto de apoyo, a continuación se mostrarán los resultados y análisis de los mismos divididos en elementos de gestión y elementos del proceso de construcción. El análisis de resultados de los elementos de gestión y elementos del proceso de construcción se hará a través de tres variables que son: los costos, el tiempo y el alcance.

Dentro de los elementos del proceso de construcción y para efectos de las conclusiones, se les dará más relevancia a aquellos elementos que por sus costos sean más representativos dentro del presupuesto general.

La clasificación antes mencionada no se realizará para los elemento de gestión, ya que si bien es cierto el costo de realizarlos y el tiempo que conlleva no son comparables con los de la etapa de construcción; también es cierto que estos elementos son de gran importancia y podrían llegar incluso a determinar el éxito o fracaso de todo el proyecto.

Antes de presentar los resultados y análisis mencionados se muestra un diagrama de Pareto, donde se puede evidenciar los entregables del proceso de construcción que ejercen más peso en los costos del proyecto según el presupuesto general.

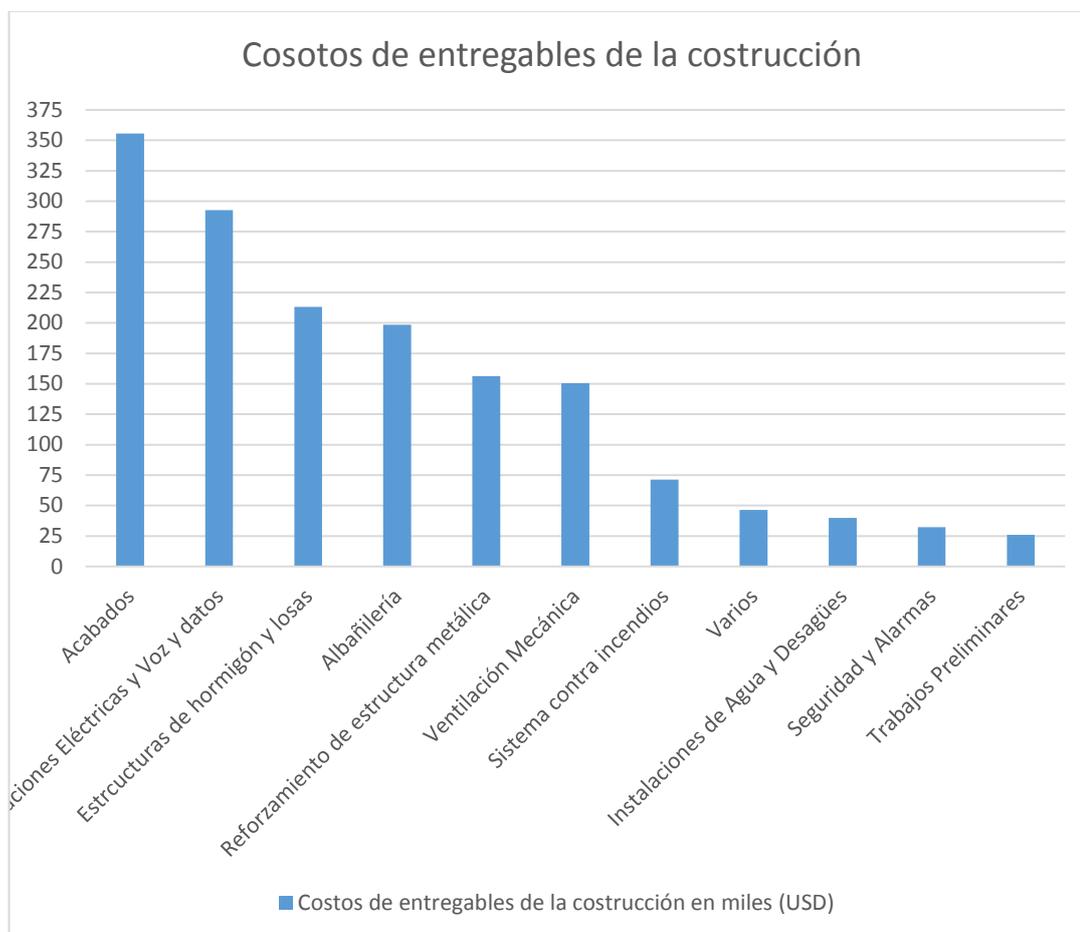


Figura 8. Diagrama de Pareto sobre costos del proyecto

En el gráfico podemos evidenciar los costos en miles de dólares de cada entregable del presupuesto general de construcción de un total de 1.583.652,00 dólares, de los cuáles el 22.46% es representado por el apartado de acabados, el 18.49% por el apartado de instalaciones eléctricas y voz y datos, el 13.46% por el apartado de estructuras de hormigón, el 12.53% por el apartado de Albañilería y el 9.91% por el apartado de reforzamiento de estructura metálica.

Así pues al darle mayor relevancia a los datos de estos 5 apartados de los 11 existentes, se podrán reflejar resultados de más del 75% del total del presupuesto para la variable de costos.

a) Elementos de gestión para las variables de costos, tiempo y alcance

1. Cronograma de avance

La elaboración del cronograma de avance de obra y su actualización, según el contrato, se encuentra a cargo directamente de la empresa constructora y según sus números, se comportó de la siguiente forma:

Tabla 6

Costos, tiempo y alcance del cronograma de avance de obra

Entregable: Cronograma de Avance de Obra		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	1363.63 USD	954.54 USD
Tiempo	2 Semanas + 2 Actualizaciones mensuales	2 Semanas + 1 Actualización mensuales
Alcance	Elementos de gestión y de Construcción	Elementos de construcción

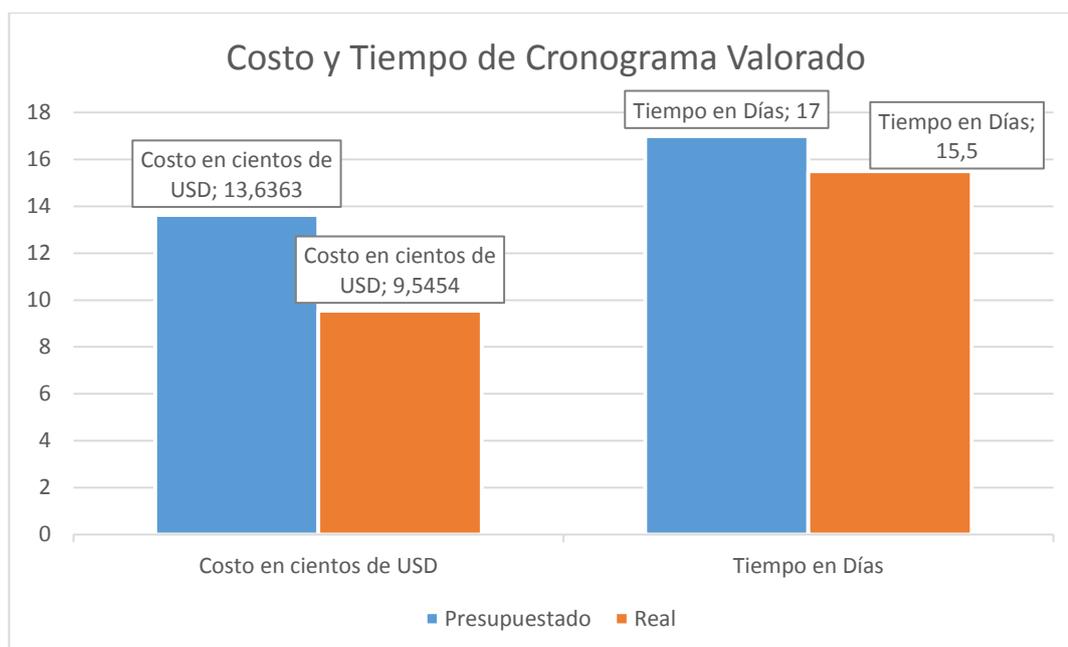


Figura 9. Comparación del entregable: cronograma de avance de obra

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 545.45 USD + 409.09 USD

Costo de Calidad = 954.54 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de planificación y los costos de evaluación son aquellos de las actualizaciones.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 113.63 USD + 34.09 USD

Costo de no Calidad = 147.72 USD (producto de 2 fallas internas y 3 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas producidas por errores en la ejecución o actualización antes de que el cronograma sea revisado por el cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicita corrección del cronograma sin tener razón.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 954.54 USD + 147.72 USD

Costo Total de Calidad = 1102.26 USD

Con los datos para el entregable de cronograma de avance de obra, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 86.5% y los de no calidad a un 13.5%.

2. Presupuesto general de obra

La elaboración del presupuesto general de obra y su actualización, según el contrato, se encuentra a cargo directamente de la empresa constructora y según sus números, se comportó de la siguiente forma:

Tabla 7

Costos, tiempo y alcance del presupuesto general de obra

Entregable: Presupuesto general de obra		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	1704.54 USD	1250.00 USD
Tiempo	2 Semanas + 2 Actualizaciones mensuales	2 Semanas + 1 Actualización mensuales
Alcance	Elementos de gestión y de Construcción	Elementos de construcción

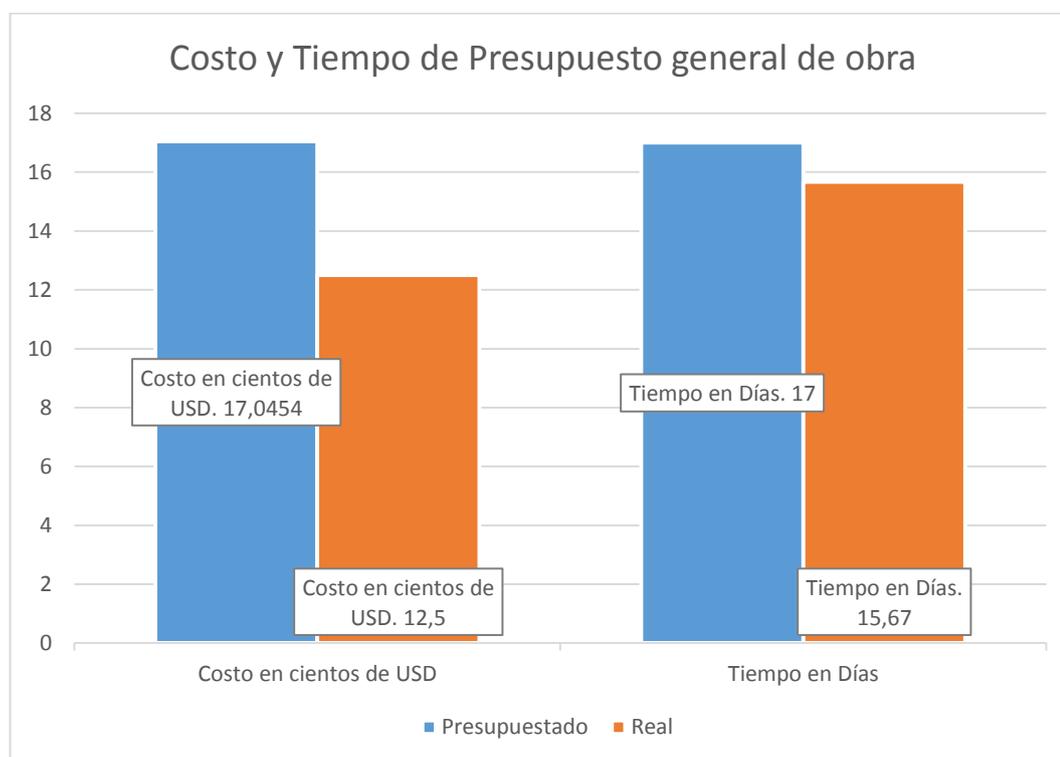


Figura 10. Comparación del entregable: presupuesto general de obra

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 681.81 USD + 568.18 USD

Costo de Calidad = 1250.00 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de planificación y los costos de evaluación son aquellos de las actualizaciones.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 284.09 USD + 136.09 USD

Costo de no Calidad = 420.45 USD (producto de 5 fallas internas y 12 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas producidas por errores en la ejecución o actualización antes de que el presupuesto sea revisado por el cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicita corrección de las actualizaciones del presupuesto y se equivoca en su apreciación.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 1250.00 USD + 420.45 USD

Costo Total de Calidad = 1670.45 USD

Con los datos para el entregable de presupuesto general de obra, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 74.8% y los de no calidad a un 25.2%.

3. Diseños arquitectónicos

La elaboración de los diseños arquitectónicos y sus actualizaciones si existen extensiones o cambios del alcance, según el contrato son compartidas, el diseño base a cargo del cliente y las modificaciones y correcciones directamente a cargo de la empresa constructora, que según sus números se comportó de la siguiente forma:

Tabla 8

Costos, tiempo y alcance de los diseños arquitectónicos

Entregable: Diseños arquitectónicos		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	10322.50 USD	13400.50 USD
Tiempo	30 Días + 2 Actualizaciones generales	60 Días + 4 Actualizaciones generales
Alcance	4129.00 m2	6362.00 m2

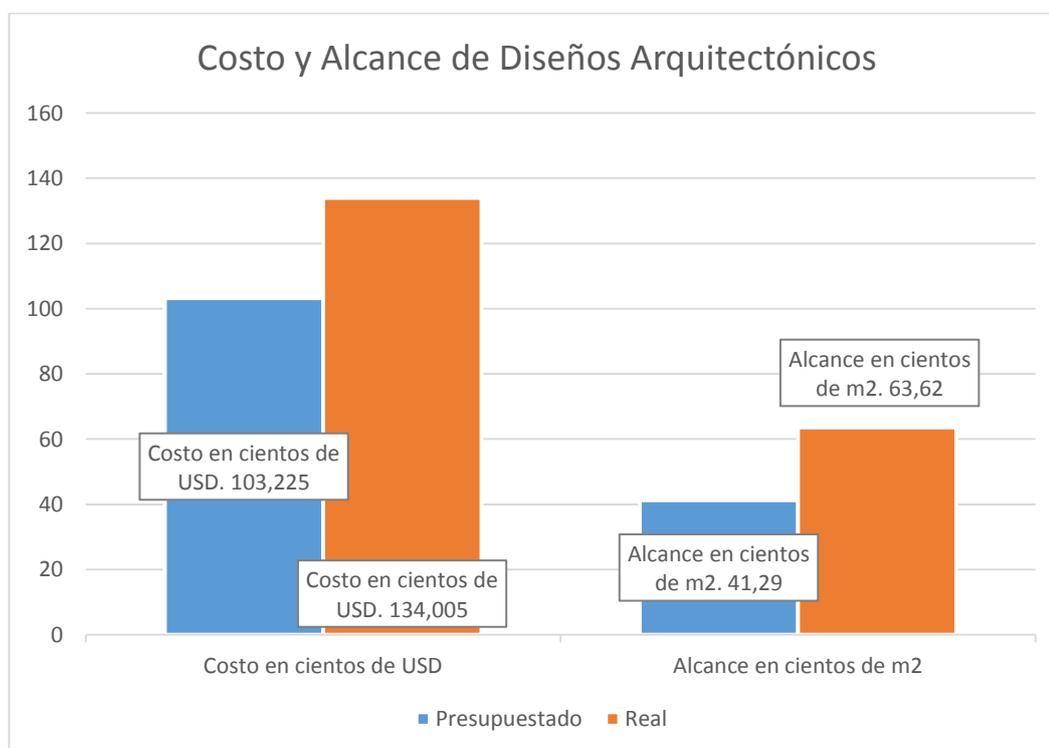


Figura 11. Comparación del entregable: diseños arquitectónicos

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 929.25 USD + 103.25 USD

Costo de Calidad = 1032.50 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de elaboración y los costos de evaluación son aquellos de revisión.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 0 USD + 308.00 USD

Costo de no Calidad = 308.00 USD (producto de 5 fallas externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas producidas por errores en la ejecución de los primeros diseños aprobados antes de ser revisados por el cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicita ampliaciones, modificaciones, actualizaciones o cambios totales no contemplados en el contrato de los diseños arquitectónicos.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 1032.50 USD + 307.00 USD

Costo Total de Calidad = 1340.50 USD

Con los datos para el entregable de diseños arquitectónicos, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 77.00% y los de no calidad a un 23.00%.

4. Diseños de reforzamiento estructural

La elaboración de los diseños de reforzamiento estructural y sus actualizaciones o cambios del alcance, según el contrato son se encuentran a cargo de la empresa constructora bajo subcontratación con el ejecutante de la ingeniería, y según los datos obtenidos, estos se comportaron de la siguiente forma:

Tabla 9

Costos, tiempo y alcance de los diseños de reforzamiento estructural

Entregable: Diseños de reforzamiento estructural		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	4129.50 USD	5367.70 USD
Tiempo	30 Días	30 Días + 2 Actualizaciones no planificadas
Alcance	4129.00 m2	5367.70 m2

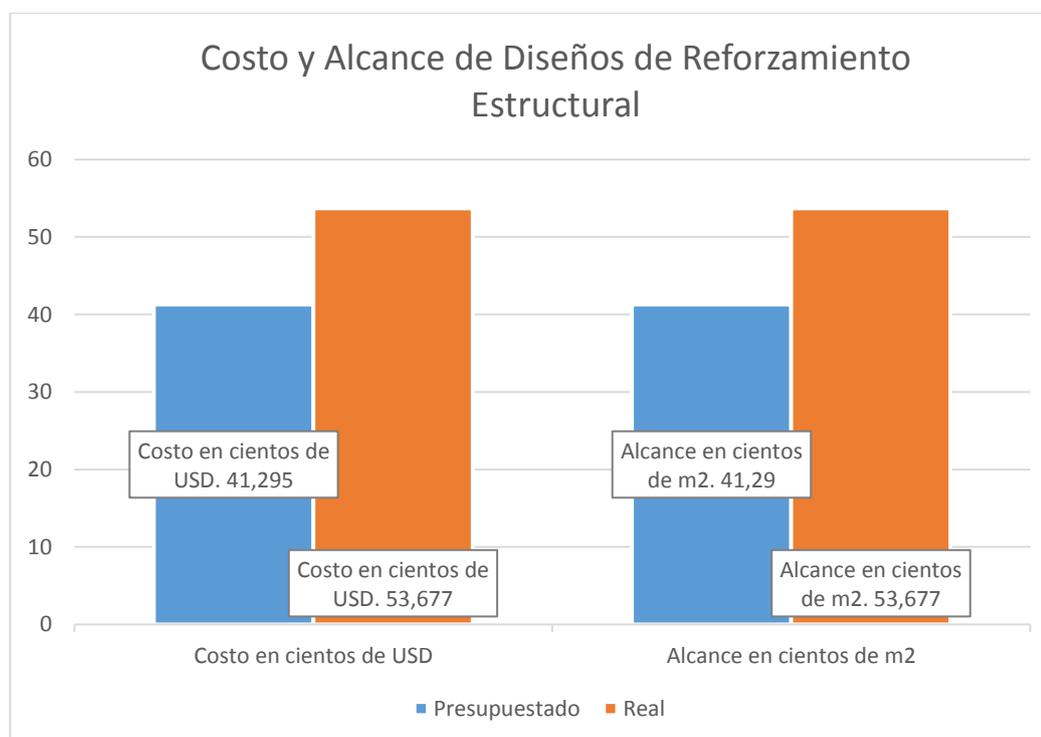


Figura 12. Comparación del entregable: diseños de reforzamiento estructural

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 350.65 USD + 61.35 USD

Costo de Calidad = 412.00 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de elaboración y los costos de evaluación son aquellos de revisión.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 0 USD + 173.70 USD

Costo de no Calidad = 173.70 USD (producto de 2 fallas externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas producidas por errores en la ejecución de los primeros diseños aprobados antes de ser revisados por el cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó en 2 ocasiones modificaciones, a causa de motivos estéticos de la edificación sin previamente haber dado requisitos de esta naturaleza para los primeros diseños de reforzamiento estructural.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 412.00 USD + 173.70 USD

Costo Total de Calidad = 585.70 USD

Con los datos para el entregable de diseños arquitectónicos, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 70.34% y los de no calidad a un 29.65%.

5. Acta de Entrega-Recepción Provisional y Definitiva

La elaboración de las actas de entrega recepción provisional y definitiva, según el contrato, se encuentra a cargo de la empresa constructora y la revisión se dará por parte del cliente, y esta se comportó de la siguiente forma:

Tabla n.º 10

Costos, tiempo y alcance del acta de entrega recepción

Entregable: Acta de entrega - recepción		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	1170.45 USD	1840.91 USD
Tiempo	30 Días	30 Días + 30 días de Correcciones
Alcance	Actas generales del proyecto	Actas generales del proyecto + actas por entregable subcontratado

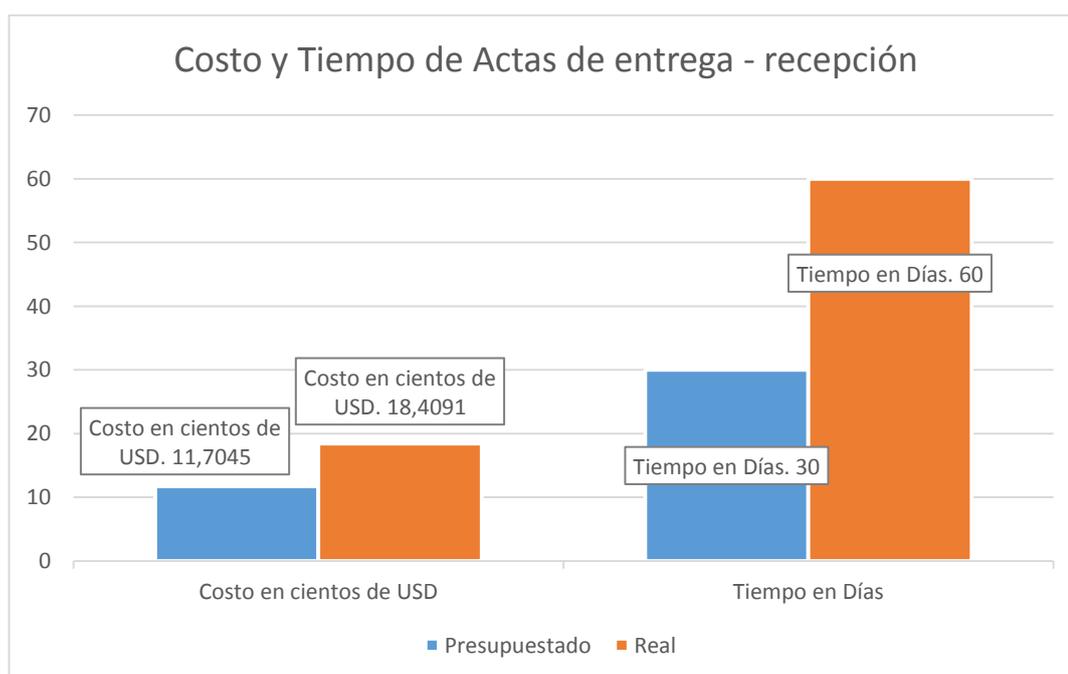


Figura 13. Comparación del entregable: acta de entrega recepción

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 225.36 USD + 105.07 USD

Costo de Calidad = 330.43 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de planificación y los costos de evaluación son aquellos de las revisiones y actualizaciones antes de entregarse al cliente.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 97.86 USD + 52.62 USD

Costo de no Calidad = 150.48 USD (producto de 3 fallas internas y 1 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas producidas por errores en la ejecución o actualización antes de que las actas sean revisadas por el cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicita corrección de las actas y se equivoca en su apreciación.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 330.43 USD + 150.48 USD

Costo Total de Calidad = 480.91 USD

Con los datos para el entregable de actas de entrega recepción, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 68.71% y los de no calidad a un 31.29%.

b) Elementos de la Construcción para las variables de costos, tiempo y alcance

1. Trabajos preliminares

El entregable de trabajos preliminares se compone en general de obras previo a la intervención de aspectos que quedarán como definitivos en el proyecto, y según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla n.º 11

Costos, tiempo y alcance de "Trabajos Preliminares"

Entregable: Trabajos Preliminares		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	25968.24 USD	23785.26 USD
Tiempo	8 Semanas	7 Semanas
Alcance	1.64% del total de obra, igual al 100% del entregable	1.40% del total de obra, igual al 100% del entregable

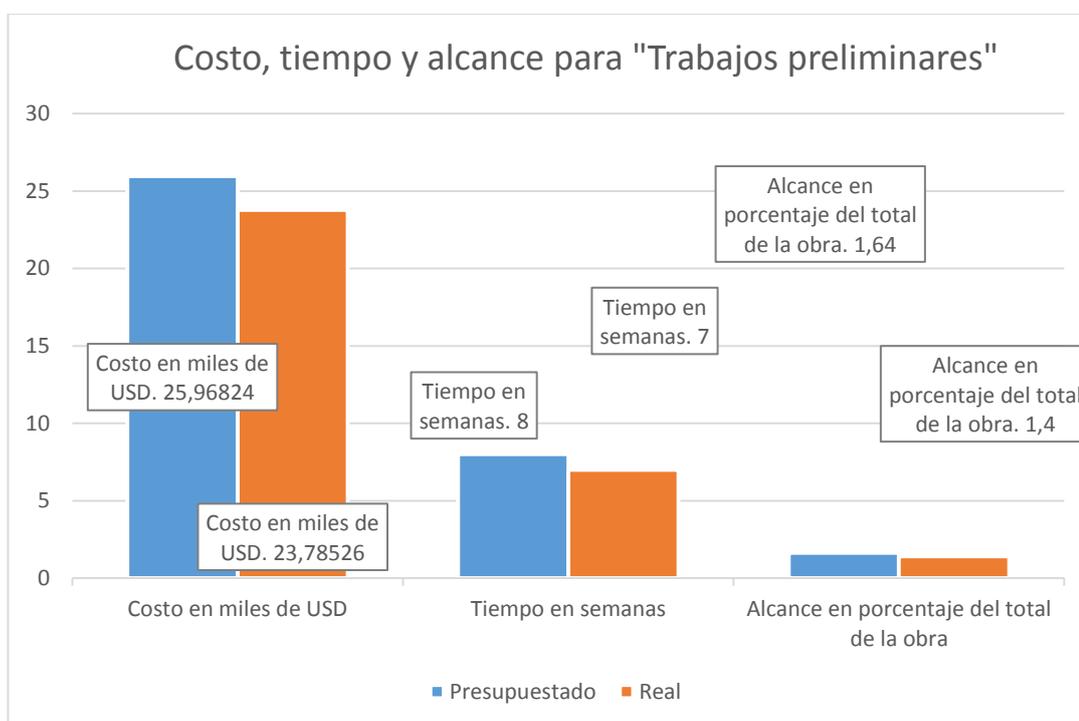


Figura 14. Comparación del entregable: Trabajos Preliminares

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 0 USD + 615.59 USD

Costo de Calidad = 615.59 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 152.02 USD + 74.76 USD

Costo de no Calidad = 226.78 USD (producto de 5 fallas internas y 2 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 615.59 USD + 226.78 USD

Costo Total de Calidad = 842.37 USD

Con los datos para el entregable de diseños arquitectónicos, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 73.08% y los de no calidad a un 26.92%.

2. Albañilería

El entregable de albañilería se compone en general de obra gris exceptuando todo aquello que haga referencia a la parte estructural y su reforzamiento, según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 12

Costos, tiempo y alcance de “Albañilería”

Entregable: Albañilería		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	198466.08 USD	219389.52 USD
Tiempo	44 Semanas	46 Semanas
Alcance	12.53% del total de obra, igual al 100% del entregable	12.95% del total de obra, que significa 10.5% de incremento

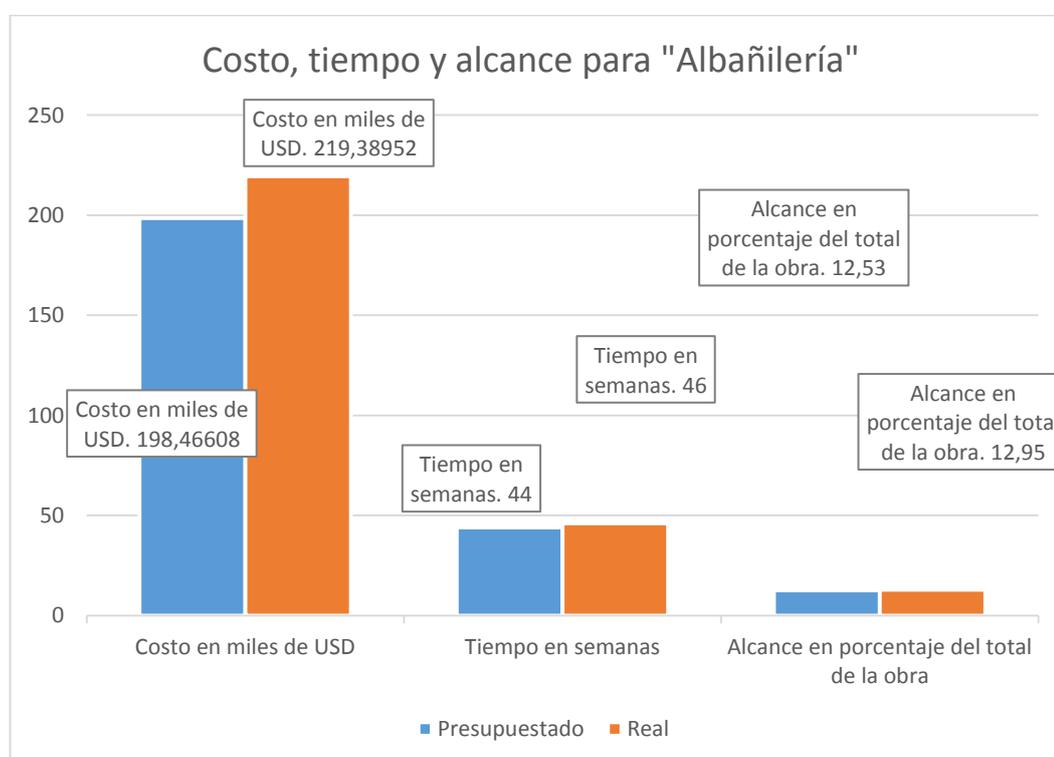


Figura 15. Comparación del entregable: Albañilería

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 400.00 USD + 750.00 USD

Costo de Calidad = 1150.00 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 2647.94 USD + 3971.91 USD

Costo de no Calidad = 6619.85 USD (producto de 6 fallas internas y 10 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 1150.00 USD + 6619.85 USD

Costo Total de Calidad = 7769.85 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 14.80% y los de no calidad a un 85.20%.

3. Acabados

El entregable de acabados se compone en general de toda obra después de la obra gris y que no pertenezca a obras de ingenierías o reforzamientos estructurales, según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 13

Costos, tiempo y alcance de "Acabados"

Entregable: Acabados		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	355745.56 USD	396996.32 USD
Tiempo	40 Semanas	48 Semanas
Alcance	22.46% del total de obra, igual al 100% del entregable	23.43% del total de obra, que significa 11.6% de incremento

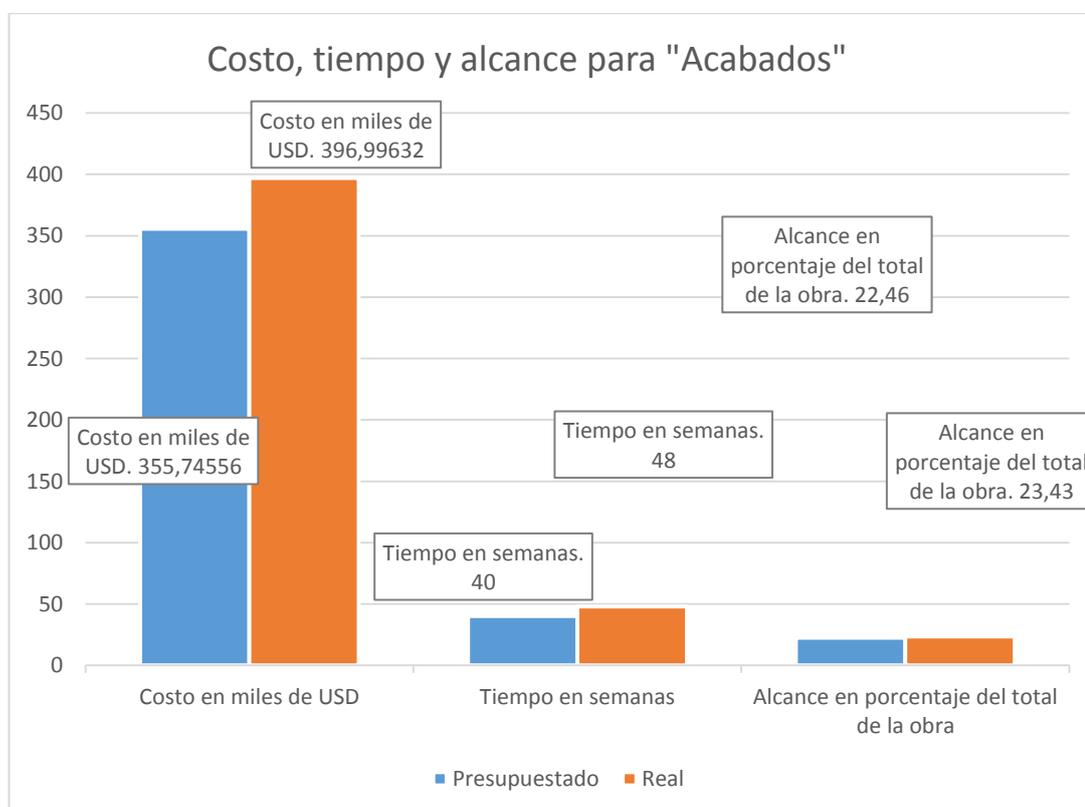


Figura 16. Comparación del entregable: Acabados

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 705.00 USD + 1645.00 USD

Costo de Calidad = 2350.00 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 4098.48 USD + 7611.46 USD

Costo de no Calidad = 11709.94 USD (producto de 7 fallas internas y 9 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 2350.00 USD + 11709.94 USD

Costo Total de Calidad = 14059.94 USD

Con los datos para el entregable de acabados, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 16.71% y los de no calidad a un 83.29%.

4. Instalaciones de agua y desagües

El entregable de instalaciones de agua y desagües se compone en general de toda la red de agua y desagües para el proyecto “Adecuación Edificio 7”, según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 14

Costos, tiempo y alcance de “Instalaciones de Agua y Desagües”

Entregable: Instalaciones de Agua y Desagües		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	39801.33 USD	36946.12 USD
Tiempo	16 Semanas	12 Semanas
Alcance	2.51% del total de obra, igual al 100% del entregable	2.18% del total de obra, igual al 100% del entregable

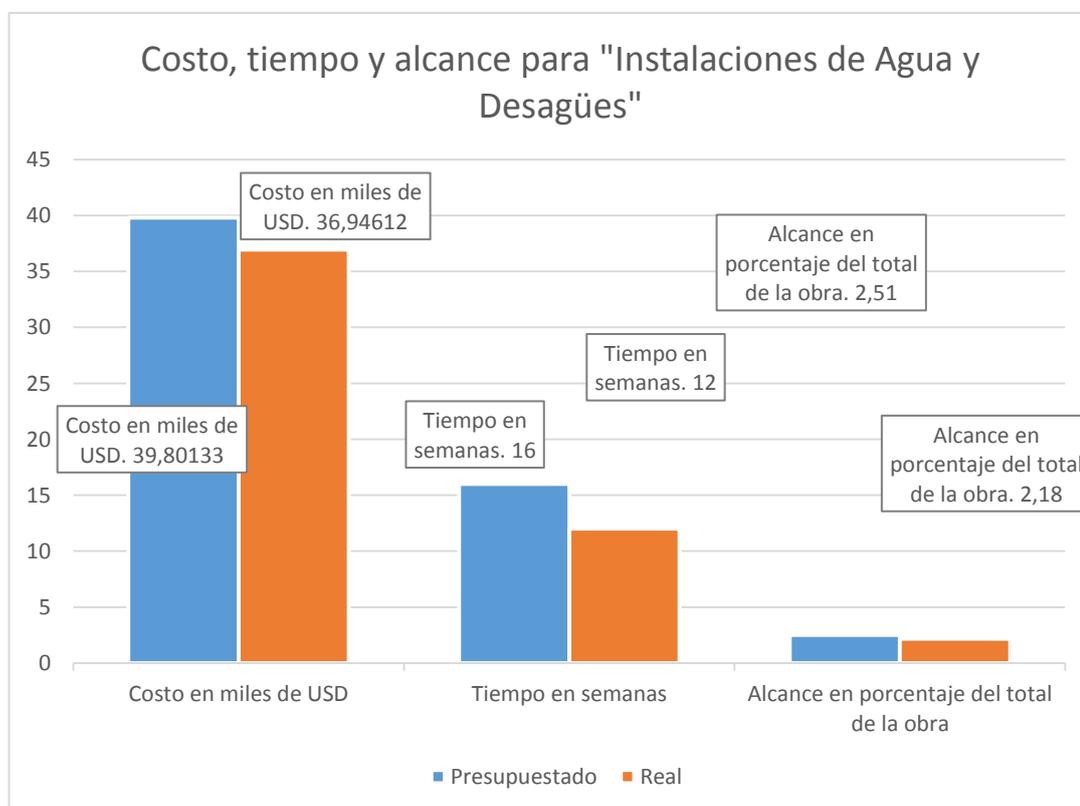


Figura 17. Comparación del entregable: Instalaciones de Agua y Desagües

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 0 USD + 315.48 USD

Costo de Calidad = 315.48 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 993.00 USD + 0 USD

Costo de no Calidad = 993.00 USD (producto de 2 fallas internas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 315.48 USD + 993.00 USD

Costo Total de Calidad = 1308.48 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 24.11% y los de no calidad a un 75.89%.

5. Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video

El entregable de instalaciones eléctricas, voz y datos y audio y video, se compone en general de instalaciones y suministro de equipos, según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 15

Costos, tiempo y alcance de "Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video"

Entregable: Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	292785.95 USD	342685.97 USD
Tiempo	24 Semanas	32 Semanas
Alcance	18.49% del total de obra, igual al 100% del entregable	20.23% del total de obra, que significa 17% de incremento

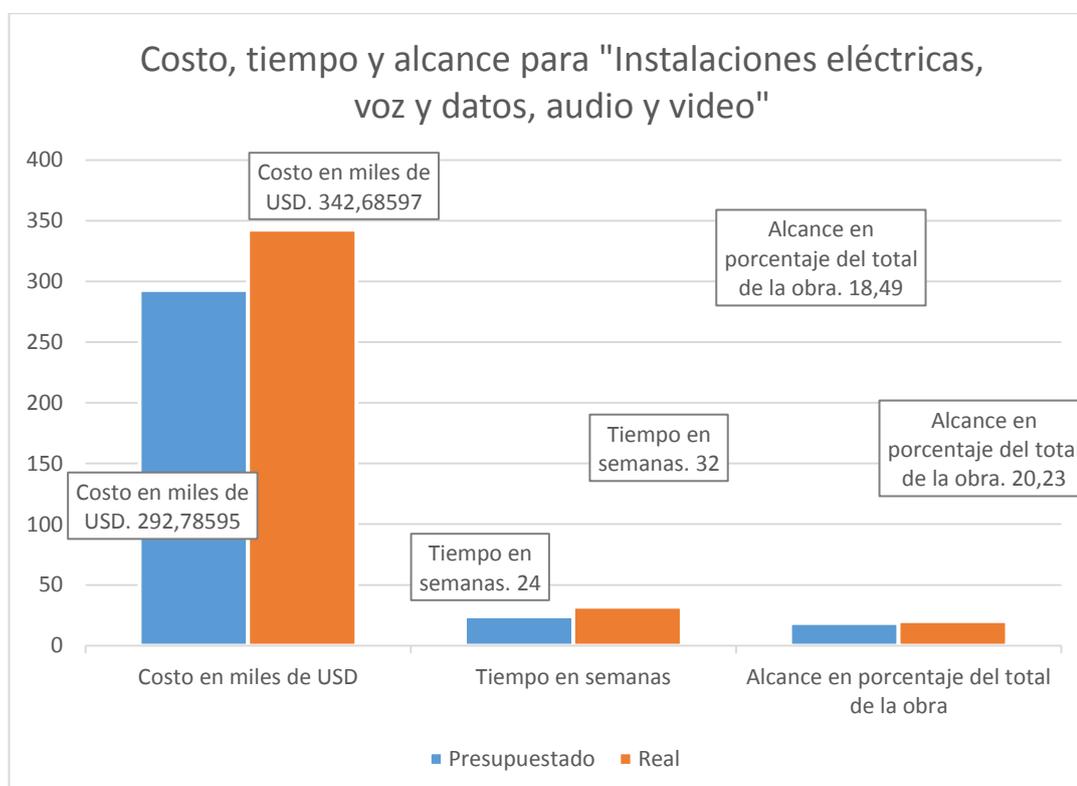


Figura 18. Comparación del entregable: Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 351.93 USD + 1407.70 USD

Costo de Calidad = 1759.63 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 1037.69 USD + 9339.17 USD

Costo de no Calidad = 10376.86 USD (producto de 3 fallas internas y 7 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 1759.63 USD + 10376.86 USD

Costo Total de Calidad = 12136.49 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 14.50% y los de no calidad a un 85.50%.

6. Sistema contra incendios

El entregable de sistema contra incendios, se compone en general de sistema de gabinetes conectado a red de incendios existente, según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 16

Costos, tiempo y alcance de "Sistema contra incendios"

Entregable: Sistema contra incendios		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	71476.44 USD	33487.28 USD
Tiempo	12 Semanas	8 Semanas
Alcance	4.51% del total de obra, igual al 100% del entregable	1.98% del total de obra, igual al 100% del entregable

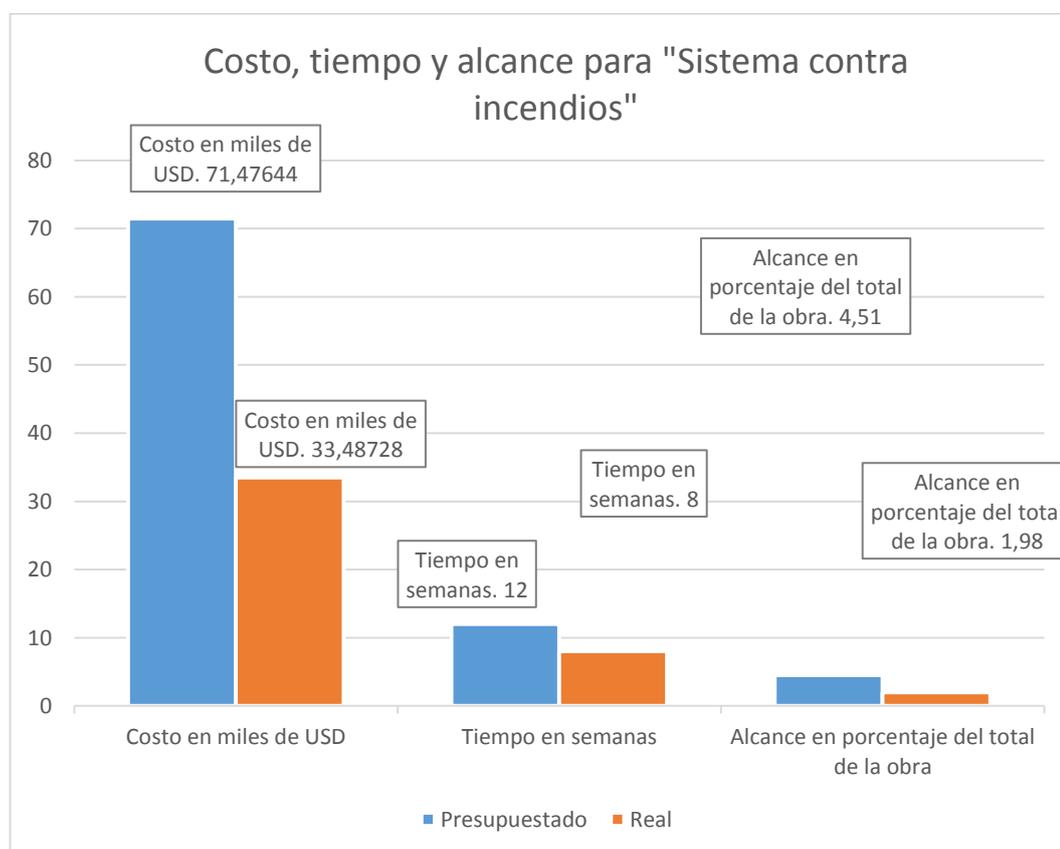


Figura 19. Comparación del entregable: Sistema contra incendios

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 49.87 USD + 448.78 USD

Costo de Calidad = 498.65 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 687.33 USD + 0 USD

Costo de no Calidad = 687.33 USD (producto de 1 falla interna)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 498.65 USD + 687.33 USD

Costo Total de Calidad = 1185.98 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 42.05% y los de no calidad a un 57.95%.

7. Sistema de seguridad y alarmas

El entregable de sistema de seguridad y alarmas, hace referencia a sistemas de seguridad contra intrusión y sistema de apertura y cerrado inteligente, según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 17

Costos, tiempo y alcance de "Sistema de seguridad y alarmas"

Entregable: Sistema de seguridad y alarmas		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	32295.58 USD	35692.35 USD
Tiempo	16 Semanas	20 Semanas
Alcance	2.04% del total de obra, igual al 100% del entregable	2.11% del total de obra, que significa 10.5% de incremento

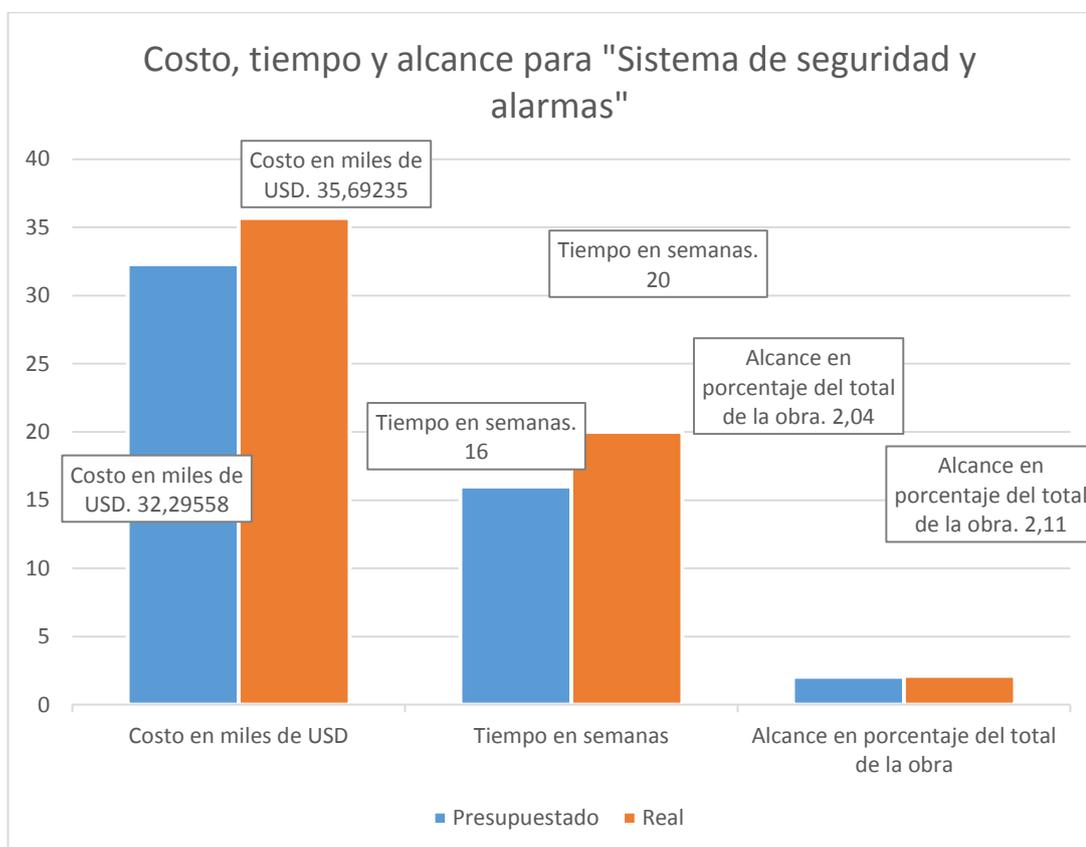


Figura 20. Comparación del entregable: Sistema de seguridad y alarmas

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 75.70 USD + 302.78 USD

Costo de Calidad = 378.48 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 487.07 USD + 398.52 USD

Costo de no Calidad = 885.59 USD (producto de 1 falla interna)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 378.48 USD + 885.59 USD

Costo Total de Calidad = 1264.07 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 29.94% y los de no calidad a un 70.06%.

8. Varios

El entregable varios, hace referencia a obras de jardinería y suministro interior de suplementos como basureros, señalética, espejos, mobiliario básico entre otros, y según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 18.

Costos, tiempo y alcance de "Varios"

Entregable: Varios		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	46538.07 USD	46339.37 USD
Tiempo	12 Semanas	12 Semanas
Alcance	2.94% del total de obra, igual al 100% del entregable	2.74% del total de obra, igual al 100% del entregable

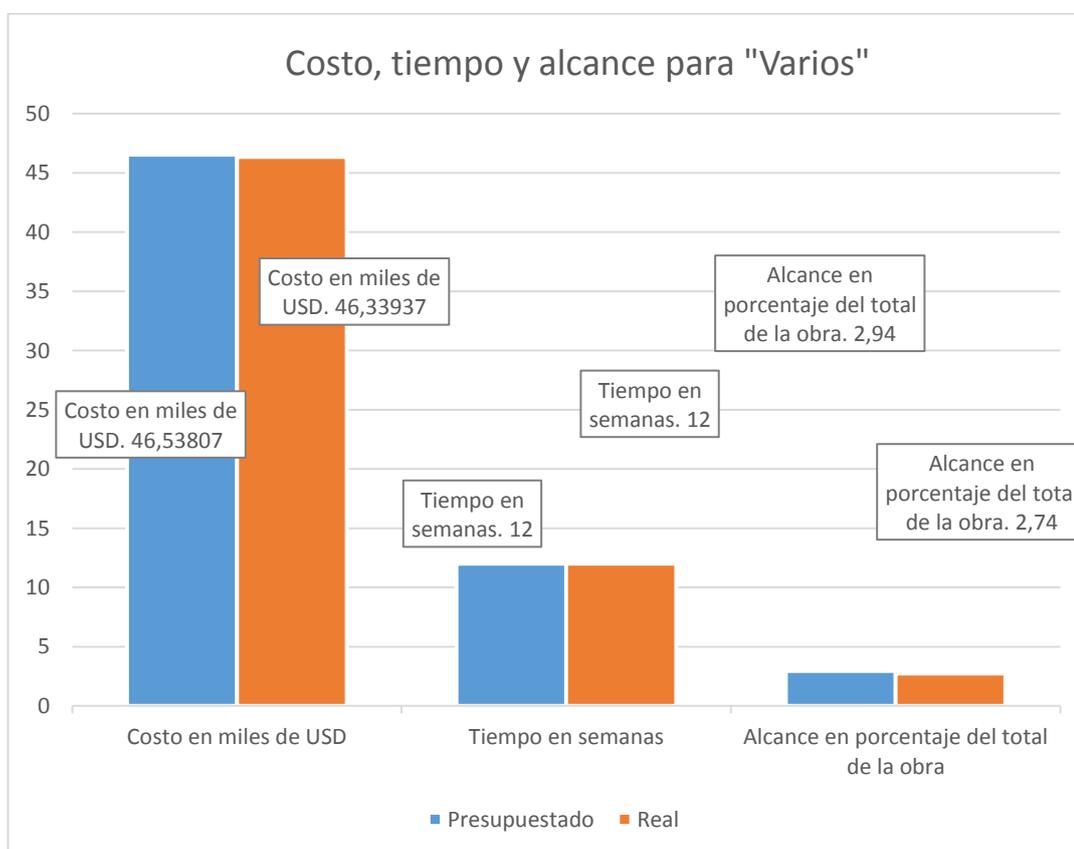


Figura 21. Comparación del entregable: Varios

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 754.69 USD + 323.44 USD

Costo de Calidad = 1078.12 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 0 USD + 563.03 USD

Costo de no Calidad = 563.03 USD (producto de 3 fallas externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 1078.12 USD + 563.03 USD

Costo Total de Calidad = 1641.15 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 65.69% y los de no calidad a un 34.31%.

9. Estructuras de hormigón en reforzamientos

El entregable Estructuras de hormigón en reforzamientos, hace referencia a toda la obra gris para el reforzamiento estructural del edificio, y según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 19
Costos, tiempo y alcance de “Estructuras de hormigón en reforzamientos”

Entregable: Estructuras de hormigón en reforzamientos		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	213193.71 USD	209789.16 USD
Tiempo	29 Semanas	32 Semanas
Alcance	13.46% del total de obra, igual al 100% del entregable	12.38% del total de obra, igual al 100% del entregable

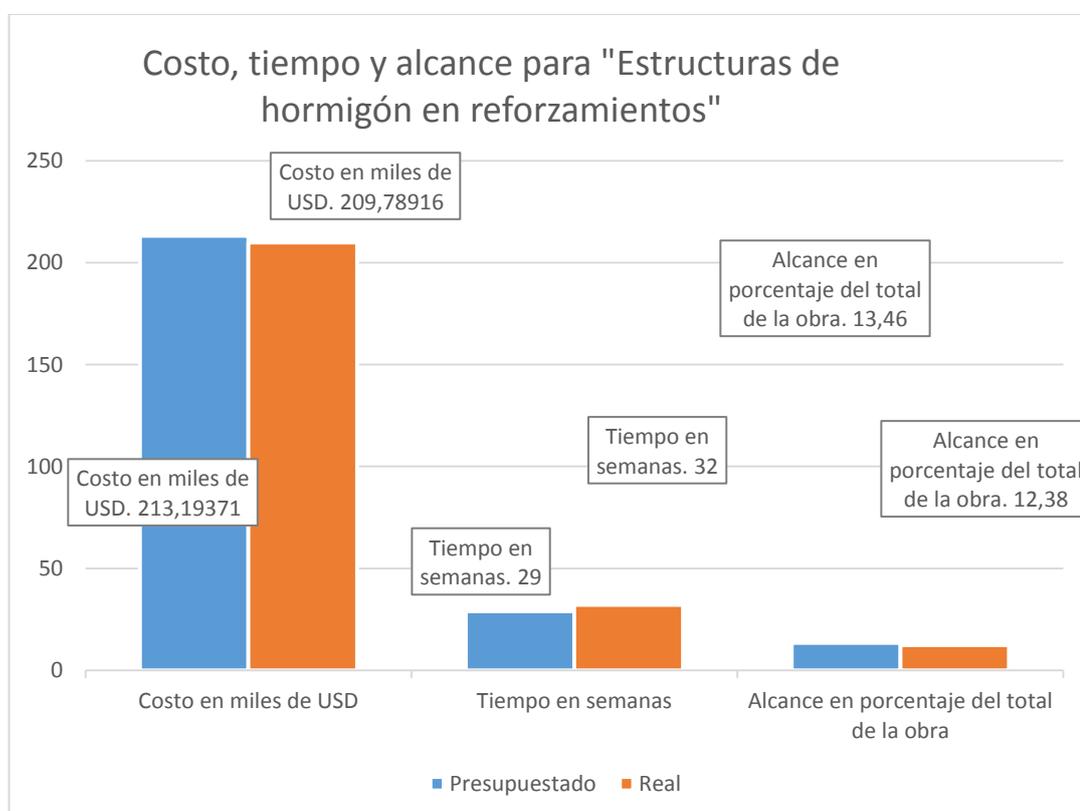


Figura 22. Comparación del entregable: Estructuras de hormigón en reforzamiento

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 709.70 USD + 236.57 USD

Costo de Calidad = 946.27 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 5186.86 USD + 1296.72 USD

Costo de no Calidad = 6483.58 USD (producto de 4 fallas internas y 1 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas son aquellos en el que el cliente solicitó correcciones en la etapa de revisión del entregable a causa de fallas comprobadas, o cambios no previstos en parte del entregable cuando este ya estaba terminado.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 946.27 USD + 6483.58 USD

Costo Total de Calidad = 7429.85 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 12.74% y los de no calidad a un 87.26%.

10. Reforzamiento de estructura metálica

El entregable Reforzamiento de estructura metálica, hace referencia al suministro y montaje de acero para reforzamiento estructural del edificio, y según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 20

Costos, tiempo y alcance de “Reforzamiento de estructura metálica”

Entregable: Reforzamiento de estructura metálica		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	156938.81 USD	182812.57 USD
Tiempo	20 Semanas	24 Semanas
Alcance	9.91% del total de obra, igual al 100% del entregable	10.79% del total de obra, que significa 16.49% de incremento

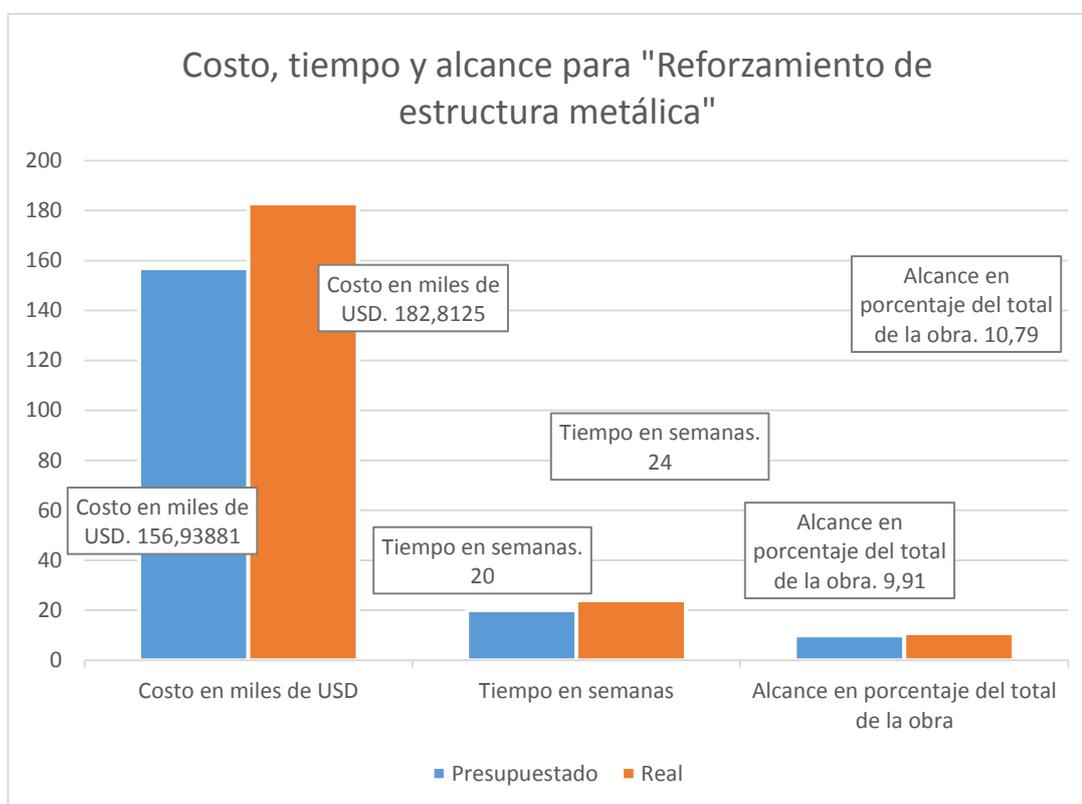


Figura 23. Comparación del entregable: Reforzamiento de estructura metálica

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 159.07 USD + 636.29 USD

Costo de Calidad = 795.36 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 0 USD + 5679.09 USD

Costo de no Calidad = 5679.09 USD (producto de 2 fallas externas)

Para este entregable los costos de fallas internas no se produjeron o fueron demasiado pequeños para contabilizarse, sin embargo los costos de fallas externas se atribuyen directamente a la solicitud de cambios por parte del cliente en los reforzamientos ya terminados, los mismos que fueron aprobados con anterioridad. La causa de los cambios se debió a aprovechar espacios de mejor manera por cambios en el sector administrativo.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 795.36 USD + 5679.09 USD

Costo Total de Calidad = 6474.45 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 12.28% y los de no calidad a un 87.72%.

11. Ventilación mecánica

El entregable Ventilación mecánica, hace referencia al suministro y montaje de todo el sistema de ventilación para el edificio, y según los datos obtenidos, este entregable se comporta de la siguiente manera:

Tabla 21

Costos, tiempo y alcance de “Ventilación Mecánica”

Entregable: Ventilación Mecánica		
Variable	Presupuestado / Esperado	Real Ejecutado
Costo	150442.23 USD	166235.62 USD
Tiempo	24 Semanas	28 Semanas
Alcance	9.50% del total de obra, igual al 100% del entregable	9.81% del total de obra, que significa 10.50% de incremento

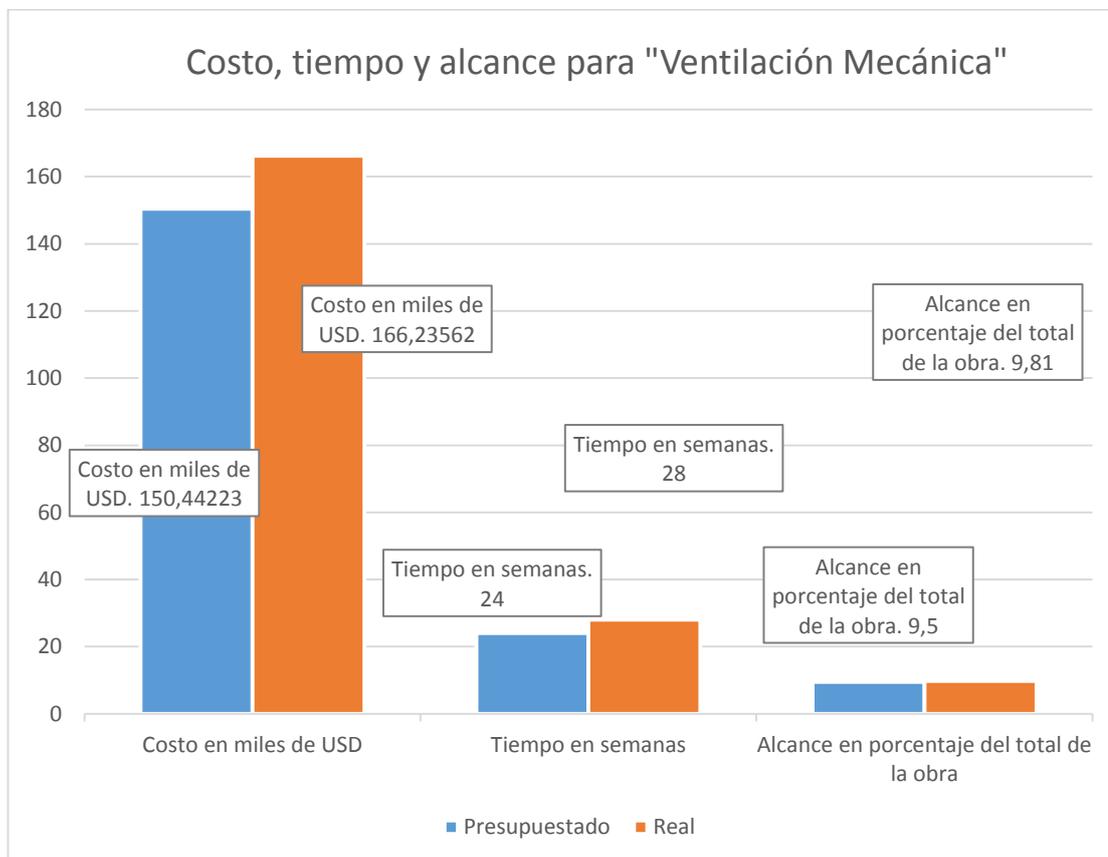


Figura 24. Comparación del entregable: Ventilación Mecánica

Costo de Calidad = Costo de prevención + Costo de Evaluación

Costo de Calidad = 100.68 USD + 570.52 USD

Costo de Calidad = 671.20 USD

Para este entregable los costos de prevención son aquellos de procesos levantados o conocidos antes de ejecutar un rubro, y los costos de evaluación son aquellos de revisión después de ejecutado el rubro.

Costo de no Calidad = Costo de Fallas Internas + Costo de Fallas Externas

Costo de no Calidad = 938.91 USD + 4277.26 USD

Costo de no Calidad = 5216.17 USD (producto de 1 falla interna y 2 externas)

Para este entregable los costos de fallas internas son aquellas detectadas antes de solicitar la revisión del entregable por parte del cliente, y los costos de fallas externas se atribuyen directamente a la solicitud de cambios por parte del cliente en los tipos de sistemas de ventilación que se pensaban utilizar, en algunos casos los sistemas ya se encontraban instalados y algunos otros no, sin embargo ya adquiridos. Los cambios se debieron a que el uso de los ambientes donde se instalaron cambió.

Costo Total de Calidad = Costo de Calidad + Costo de no Calidad

Costo Total de Calidad = 671.20 USD + 5216.17 USD

Costo Total de Calidad = 5887.37 USD

Con los datos para el entregable de albañilería, se puede evidenciar que de su costo total de calidad, los costos de calidad equivalen a un 11.40% y los de no calidad a un 88.60%.

4.4 Conclusiones de los resultados

En el cuadro que se muestra a continuación se puede evidenciar los incrementos y decrementos de los costos por cada entregable, marcando los de mayor relevancia en cuanto a costos e incluyendo el costo general del proyecto.

Cuadro 10

Cuadro de Costos Generales del proyecto de apoyo

Entregable	Costo Presupuestado	Costo Real	Incremento / Decremento
Cronograma de avance de obra	\$ 1.363,64	\$ 954,55	decremento del 30 %
Presupuesto general de obra	\$ 1.704,55	\$ 1.250,00	decremento del 26,67 %
Diseños Arquitectónicos	\$ 10.322,50	\$ 13.400,50	incremento del 29,82%
Diseños de reforzamiento	\$ 4.129,00	\$ 5.367,70	incremento del 30,00%
Acta de entrega recepción	\$ 1.170,45	\$ 1.840,91	incremento del 57,28%
Trabajos preliminares	\$ 25.968,24	\$ 23.785,26	decremento del 8,41 %
Albañilería	\$ 198.466,08	\$ 219.389,52	incremento del 10,54%
Acabados	\$ 355.745,56	\$ 396.996,32	incremento del 11,60%
Instalaciones de Agua y Desagües	\$ 39.801,33	\$ 36.946,12	decremento del 7,17 %
Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y	\$ 292.785,95	\$ 342.685,97	incremento del 17,04%
Sistema contra incendios	\$ 71.476,44	\$ 33.487,28	decremento del 53,15 %
Sistema de seguridad y alarmas	\$ 32.295,58	\$ 35.692,35	incremento del 10,52%
Varios	\$ 46.538,07	\$ 46.339,37	decremento del 0,43 %
Estructuras de hormigón en reforzamiento	\$ 213.193,71	\$ 209.789,16	decremento del 1,60 %
Reforzamiento de estructura metálica	\$ 156.938,81	\$ 182.812,57	incremento del 16,49%
Ventilación mecánica	\$ 150.442,23	\$ 166.235,62	incremento del 10,50%
Total en Obra	\$ 1.583.652,00	\$ 1.694.159,54	incremento general de 6,52%

Cuadro 11**Cuadro de Tiempos Generales del proyecto de apoyo**

Entregable	Tiempo propuesto de ejecución	Tiempo real de ejecución	Incremento / Decremento
Cronograma de avance de obra	17 días	15,5 días	decremento del 8,82 %
Presupuesto general de obra	17 días	15,67 días	decremento del 7,82 %
Diseños Arquitectónicos	32 días	64 días	incremento del 100,00%
Diseños de reforzamiento	30 días	40 días	incremento del 33,33%
Acta de entrega recepción	30 días	60 días	incremento del 100,00%
Trabajos preliminares	8 semanas	7 semanas	decremento del 12,50 %
Albañilería	44 semanas	46 semanas	incremento del 4,55%
Acabados	40 semanas	48 semanas	incremento del 20,00%
Instalaciones de Agua y Desagües	16 semanas	12 semanas	decremento del 25,00 %
Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y	24 semanas	32 semanas	incremento del 33,33%
Sistema contra incendios	12 semanas	8 semanas	decremento del 33,33 %
Sistema de seguridad y alarmas	16 semanas	20 semanas	incremento del 25,00%
Varios	12 semanas	12 semanas	Igual
Estructuras de hormigón en reforzamiento	29 semanas	32 semanas	incremento del 10,34%
Reforzamiento de estructura metálica	20 semanas	24 semanas	incremento del 20,00%
Ventilación mecánica	24 semanas	28 semanas	incremento del 16,67%
Total en Obra	18 meses	20 meses	incremento general de 11,11%

En el cuadro número 11, se muestra como se desarrolló cada entregable con respecto al tiempo programado para estos y el real ejecutado, incluyendo sus incrementos y decrementos particulares y el global.

Cuadro 12**Cuadro de Alcance del proyecto de apoyo por porcentajes**

Entregable	Alcance previsto	Alcance Real	Incremento / Decremento
Cronograma de avance de obra	Elementos de gestión y construcción	Elementos de Construcción	decremento
Presupuesto general de obra	Elementos de gestión y construcción	Elementos de Construcción	decremento
Diseños Arquitectónicos	4129 m2	6362 m2	incremento
Diseños de reforzamiento	4129 m2	5367,7 m2	incremento
Acta de entrega recepción	Actas generales del proyecto	Actas generales del proyecto + actas por entregable subcontratado	incremento
Trabajos preliminares	1,64 % del total del presupuesto	1,40 % del total ejecutado	decremento
Albañilería	12,53 % del total del presupuesto	12,95 % del total ejecutado	incremento
Acabados	22,46 % del total del presupuesto	23,43 % del total ejecutado	incremento
Instalaciones de Agua y Desagües	2,51 % del total del presupuesto	2,18 % del total ejecutado	decremento
Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video	18,49 % del total del presupuesto	20,23 % del total ejecutado	incremento
Sistema contra incendios	4,51 % del total del presupuesto	1,98 % del total ejecutado	decremento
Sistema de seguridad y alarmas	2,04 % del total del presupuesto	2,11 % del total ejecutado	incremento
Varios	2,94 % del total del presupuesto	2,74 % del total ejecutado	decremento
Estructuras de hormigón en reforzamiento	13,46 % del total del presupuesto	12,38 % del total ejecutado	decremento
Reforzamiento de estructura metálica	9,91 % del total del presupuesto	10,79 % del total ejecutado	incremento
Ventilación mecánica	9,50 % del total del presupuesto	9,81 % del total ejecutado	incremento
Total en Obra	100%	106,98%	Incrmento general

En el cuadro número 12, se muestra como el alcance se incrementa o como decrece por cada entregable, y también en su totalidad.

Con los cuadros anteriormente expuestos, se demuestra que el proyecto de apoyo incremento sus costos en un 6.52 %, su tiempo de ejecución en un 11.11 % y su alcance en un 6.98 % con respecto a lo previsto antes de su inicio; lo que se puede comprobar observando los datos correspondientes a los entregables marcados que equivalen a más del 75% del costo del proyecto

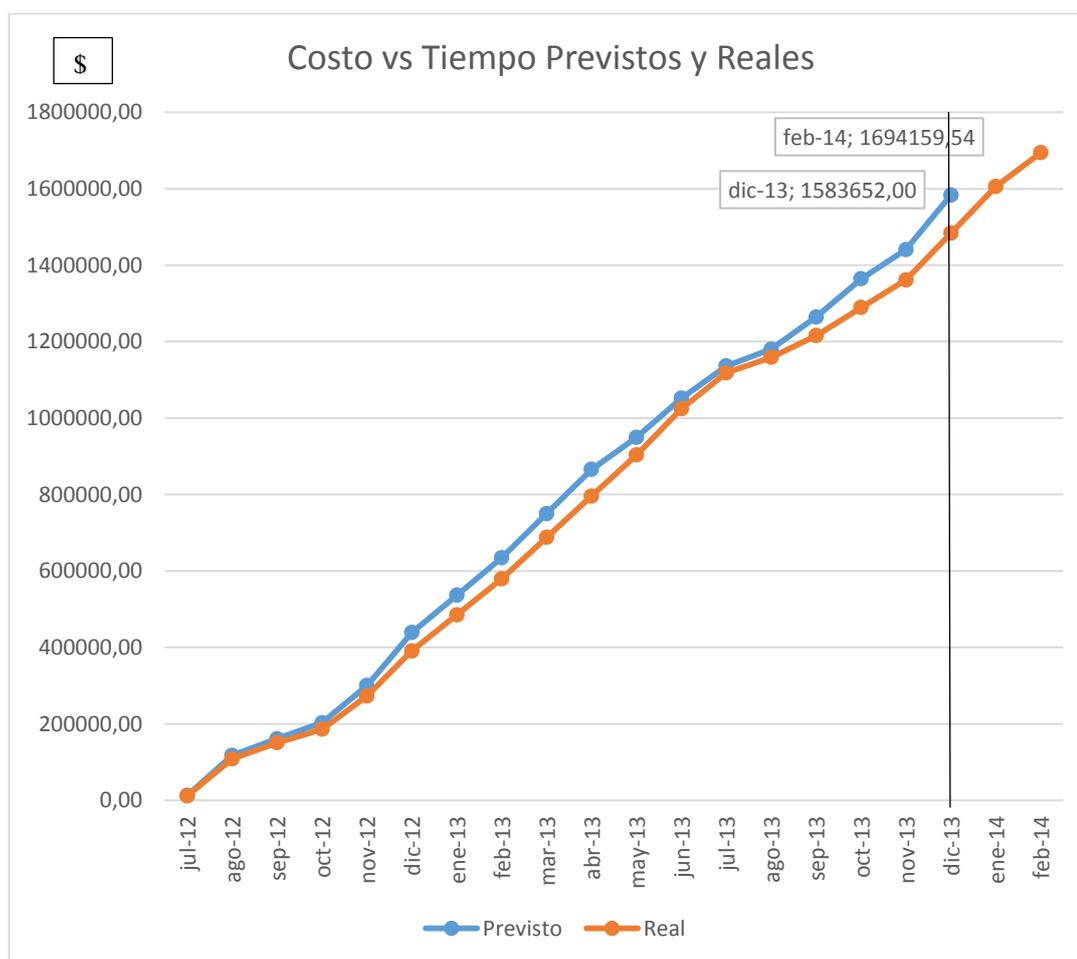


Figura 25. Costo vs Tiempo del proyecto de apoyo

En la figura número 25, se puede observar cómo se comportan los costos en el proyecto de apoyo a través del tiempo, demostrando que no es ahorro lo que se ve, sino un gasto que es menor hasta los 18 meses planificados originalmente, y terminando con mayor costo del planificado debido al retraso que sufre el proyecto.

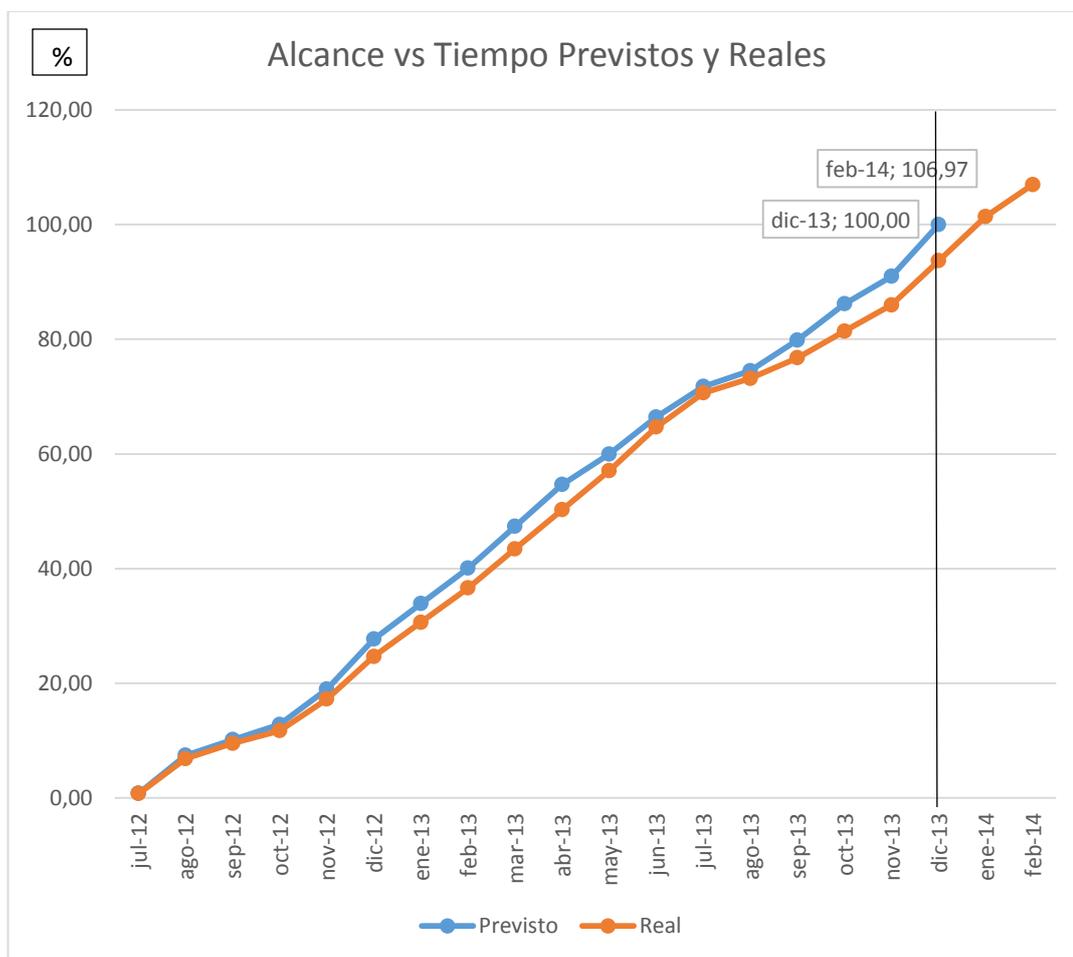


Figura 26. Alcance vs Tiempo del proyecto de apoyo

En el gráfico número 26, se evidencia el retraso del proyecto con respecto al alcance previsto en cada mes, el cual termina siendo un 6.97% mayor que el original; lo que contribuye al retraso final de 2 meses.

Es importante recalcar que el aumento de los costos del proyecto y el retraso del mismo no se debe únicamente a que el alcance se modificó y excedió en un 6.97% al original; si no que también es producto de fallas internas y externas que generan sobrecostos y retrasos en los procesos de ejecución, las cuales se verán detalladamente a continuación en apartados para costos de calidad y no calidad.

Cuadro 13**Cuadro de Costos de calidad del proyecto de apoyo**

Entregable	Costo de Calidad	Costo de no Calidad	Costo Total de Calidad
Cronograma de avance de obra	\$ 954,54	\$ 147,72	\$ 1.102,26
Presupuesto general de obra	\$ 1.250,00	\$ 420,45	\$ 1.670,45
Diseños Arquitectónicos	\$ 1.032,50	\$ 308,00	\$ 1.340,50
Diseños de reforzamiento	\$ 412,00	\$ 173,70	\$ 585,70
Acta de entrega recepción	\$ 330,43	\$ 150,48	\$ 480,91
Trabajos preliminares	\$ 615,59	\$ 226,78	\$ 842,37
Albañilería	\$ 1.150,00	\$ 6.619,85	\$ 7.769,85
Acabados	\$ 2.350,00	\$ 11.709,94	\$ 14.059,94
Instalaciones de Agua y Desagües	\$ 315,48	\$ 993,00	\$ 1.308,48
Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y	\$ 1.759,63	\$ 10.376,86	\$ 12.136,49
Sistema contra incendios	\$ 498,65	\$ 687,33	\$ 1.185,98
Sistema de seguridad y alarmas	\$ 378,48	\$ 885,59	\$ 1.264,07
Varios	\$ 1.078,13	\$ 563,03	\$ 1.641,16
Estructuras de hormigón en	\$ 946,27	\$ 6.483,58	\$ 7.429,85
Reforzamiento de estructura metálica	\$ 795,36	\$ 5.679,09	\$ 6.474,45
Ventilación mecánica	\$ 671,20	\$ 5.216,17	\$ 5.887,37
Total en Obra	\$ 14.538,26	\$ 50.641,57	\$ 65.179,83

En el cuadro número 13 se puede observar cómo se comportaron los costos de calidad y no calidad por cada entregable, y en el global se evidencia que los costos de calidad representaron un 22.30 % del total de costos de calidad, mientras que los de no calidad corresponden a un 77.70%.

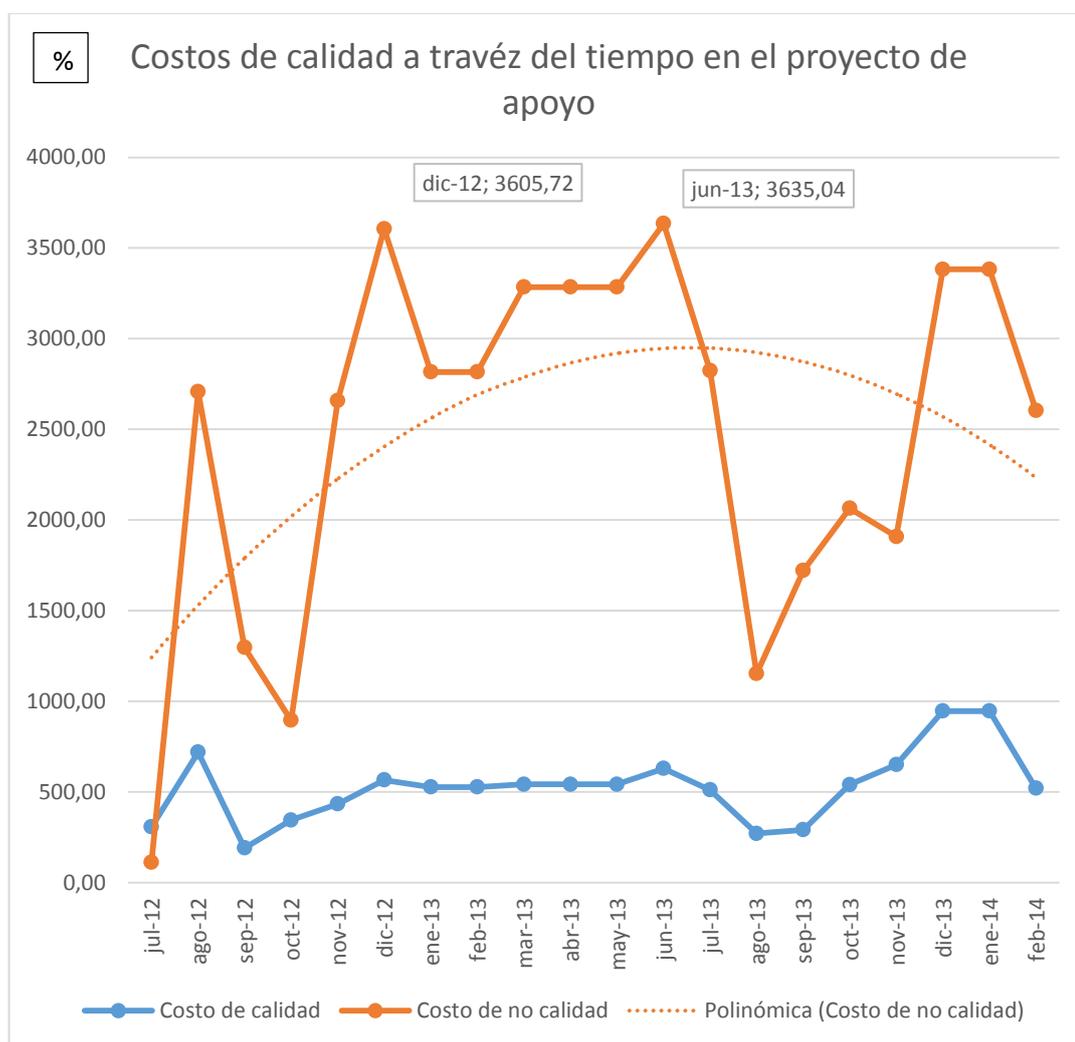


Figura 27. Comportamiento de los costos de calidad en el proyecto de apoyo

En el gráfico número 27 se observa claramente como los costos de no calidad superan a los costos de calidad en el proyecto de apoyo, pudiendo concluir así que hubieron mayor cantidad de costos de calidad no esperados que los planificados en un inicio.

El comportamiento de los costos de no calidad según su línea de tendencia alcanza sus mayores valores durante la etapa media del proyecto, y aun al finalizar es mayor que un inicio, lo que demuestra que la prevención de la calidad no fue muy exigente, mientras que los controles y correcciones de fallas si lo fueron.

Capítulo V

DISEÑO DEL PROCESO Y SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA UNA OBRA DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÀREA EDUCATIVA Y MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD Y PROVINCIA DE LOJA

5.1 Introducción

En el capítulo cuatro se procesaron los datos de las variables principales de tiempo y costo por cada entregable para el proyecto de apoyo, tanto de manera general como en los costos de calidad. Estos datos se convierten en la línea base para la comparación con datos históricos, y con los datos arrojados por el diseño del proceso y sistema de gestión de calidad que se desarrollarán en este capítulo.

Con el desarrollo de este capítulo, se tendrán los datos adecuados para validar las hipótesis de la investigación; que suponen que el adecuado manejo del control de calidad en un proyecto de construcción puede generar al menos un 2% de ahorro del presupuesto total del mismo y facilitan el cumplimiento de lo programado ante lo ejecutado.

Así mismo el capítulo cinco permitirá cumplir con dos objetivos de la investigación; el objetivo general de diseñar un proceso y sistema de gestión general para el control de calidad en una obra de construcción en la ciudad y provincia de Loja, y el objetivo específico de Analizar y comparar los datos obtenidos del proyecto en ejecución con datos históricos de control de calidad que se mostrarán en las conclusiones del capítulo VI.

5.2 Como diseñar un sistema de gestión de la calidad en la industria de la construcción

El principal objetivo de un sistema de gestión de calidad para un proyecto de construcción es satisfacer las necesidades por las cuales se emprendió el mismo, lográndolo a través de las políticas, objetivos y responsabilidades relativas a la calidad. Para alcanzar este objetivo conjuntamente con la mejora continua es necesario que el sistema de gestión de calidad nazca de sus procesos base que son:

- Planificación de calidad
- Realizar aseguramiento de la calidad
- Realizar control de Calidad

Los conceptos de estas tres fundamentales bases se encuentra en el capítulo uno de esta investigación.

Según la guía de PMBOK, en la actualidad es necesario incorporar a la gestión de calidad algunos conceptos para que sea una gestión moderna y completa, como son: la satisfacción del cliente, la prevención sobre la inspección, la responsabilidad de la dirección y la mejora continua, la cual para el efecto de este estudio se plantea a través del ciclo de Deming de planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA)

Al realizar todos estos esfuerzos para obtener un producto final de calidad, es lógico pensar que estas tendrán un costo determinado, el cual se conoce como el coste de calidad; sin embargo al ser el proyecto un producto de duración determinada será difícil que este absorba estos costos, por lo que es más sencillo que los asuma la organización, dividiéndolo entre sus múltiples proyectos.

Por más acertado que sea el sistema de gestión de calidad desarrollado, o en caso de que no existiese, siempre habrán fallos o errores dentro del desarrollo de un proyecto de construcción; estos fallos producen costos que finalmente se cargan al proyecto, los cuales son conocidos como costos de no calidad, compuestos por fallos internos y externos que se encuentran explicados en el capítulo cuatro.

El desarrollo de las fases de planificación de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de calidad que se encuentran desglosadas en el cuadro número uno de esta investigación, y la incorporación de los conceptos de satisfacción del cliente, prevención sobre la inspección, responsabilidad de la dirección y la mejora continua, son en conjunto el ¿cómo diseñar un sistema de gestión de calidad para un proyecto de construcción?

Este sistema de gestión de calidad es el que formara parte del sistema global de gestión de un proyecto, el mismo que determinará el éxito o declive de un proyecto de construcción.

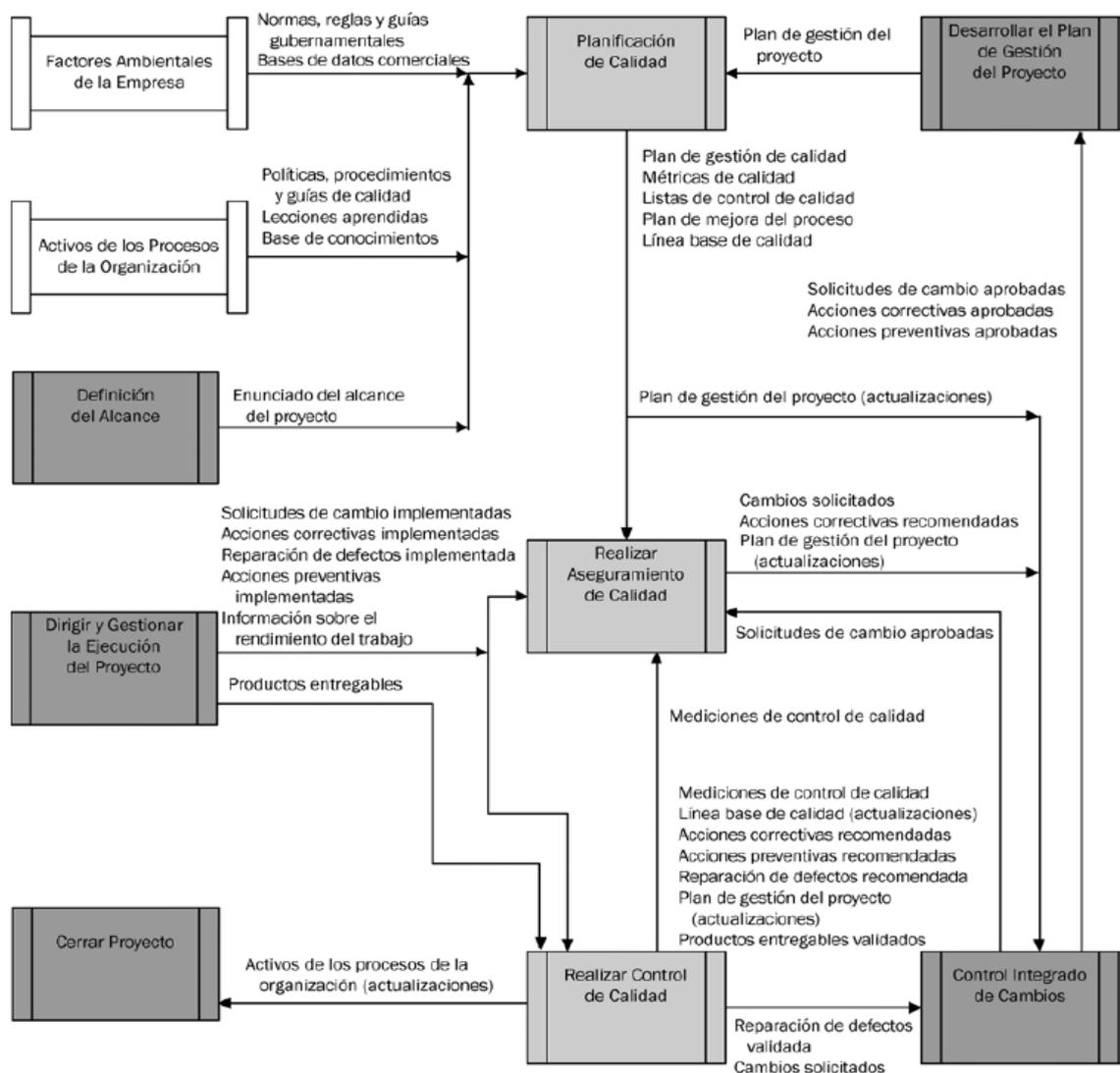
Para el sistema de gestión de calidad de un proyecto de construcción, es de gran importancia que las variables de costos de calidad y no calidad, alcance y tiempos de ejecución derivados de la aplicación de este sistema, sean medidos y evaluados en todas las fases de desarrollo del proyecto, es decir en la fase previa al desarrollo del proyecto, la fase de ejecución y cierre del proyecto, y en la fase de funcionamiento del proyecto; de tal forma que los datos obtenidos conjuntamente con los datos históricos de proyectos de construcción permitan ajustar el sistema de gestión de calidad a gusto de la organización, logrando así que se pueda sesgar por ubicación geográfica, organización constructora, tipo de proyectos, montos de presupuestos, tiempos de ejecución, entre otros.

5.3 Diseño del proceso para la implementación de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de construcción

Para diseñar un proceso de implementación de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de construcción, partiremos del diagrama de flujo de procesos que se propone en el PMBOK en su apartado de gestión de calidad de un proyecto.

Cuadro 14

Diagrama de flujo de procesos de gestión de la calidad de un proyecto



Fuente: Guía general de PMBOK Norma Nacional Americana ANSI/PMI, 99-001-2004, Pág. 182

Cada proyecto de construcción puede ser similar a uno realizado en iguales condiciones, sin embargo nunca son exactamente iguales, de tal forma que a pesar de que en el siguiente punto se desarrolla un diseño general para la gestión de calidad de un proyecto de construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja, resulta de gran importancia tener un proceso diseñado que ayude a crear o modificar un sistema de gestión de calidad para adaptarlo a las condiciones particulares de un proyecto.

De esta forma para la tipología de proyectos que abarca esta investigación, el diseño del proceso se enmarca en la parte previa y la constructiva de un proyecto, y no en su fase posterior o de funcionamiento; ya que la realidad de la zona no incluye por lo general proyectos donde la entidad constructora se responsabiliza del mantenimiento del bien construido más allá de lo que la ley obliga.

Basándose en esta premisa, el proceso para diseñar un sistema de gestión de calidad estará sujeto a:

- El diseño.- Entiéndase diseño como toda la fase previa desde la concepción de la idea, y abarcará aspectos legales, económicos y tecnológicos de cada una de sus partes.
- Los insumos.- Compréndase a los insumos como todo aquello que se requiera para la ejecución, e incluirá aspectos legales, económicos y tecnológicos de cada una de sus partes.
- La construcción.- Entiéndase a esta fase como todo el proceso de construcción hasta el cierre con actas definitivas, y encerrará aspectos legales, económicos y tecnológicos de cada una de sus partes.

Los diagramas de procesos de calidad deben considerar los siguientes aspectos en cada fase.

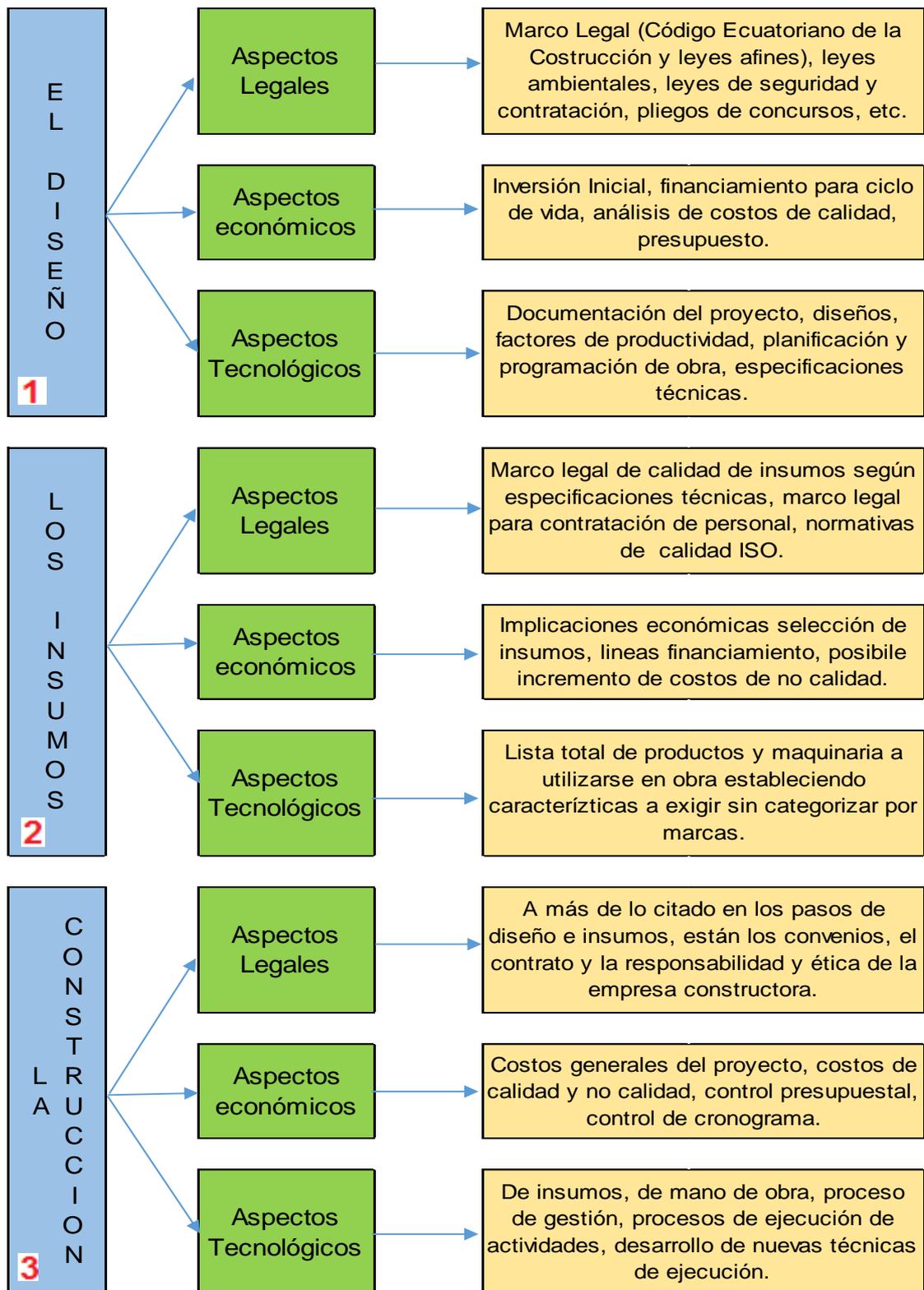
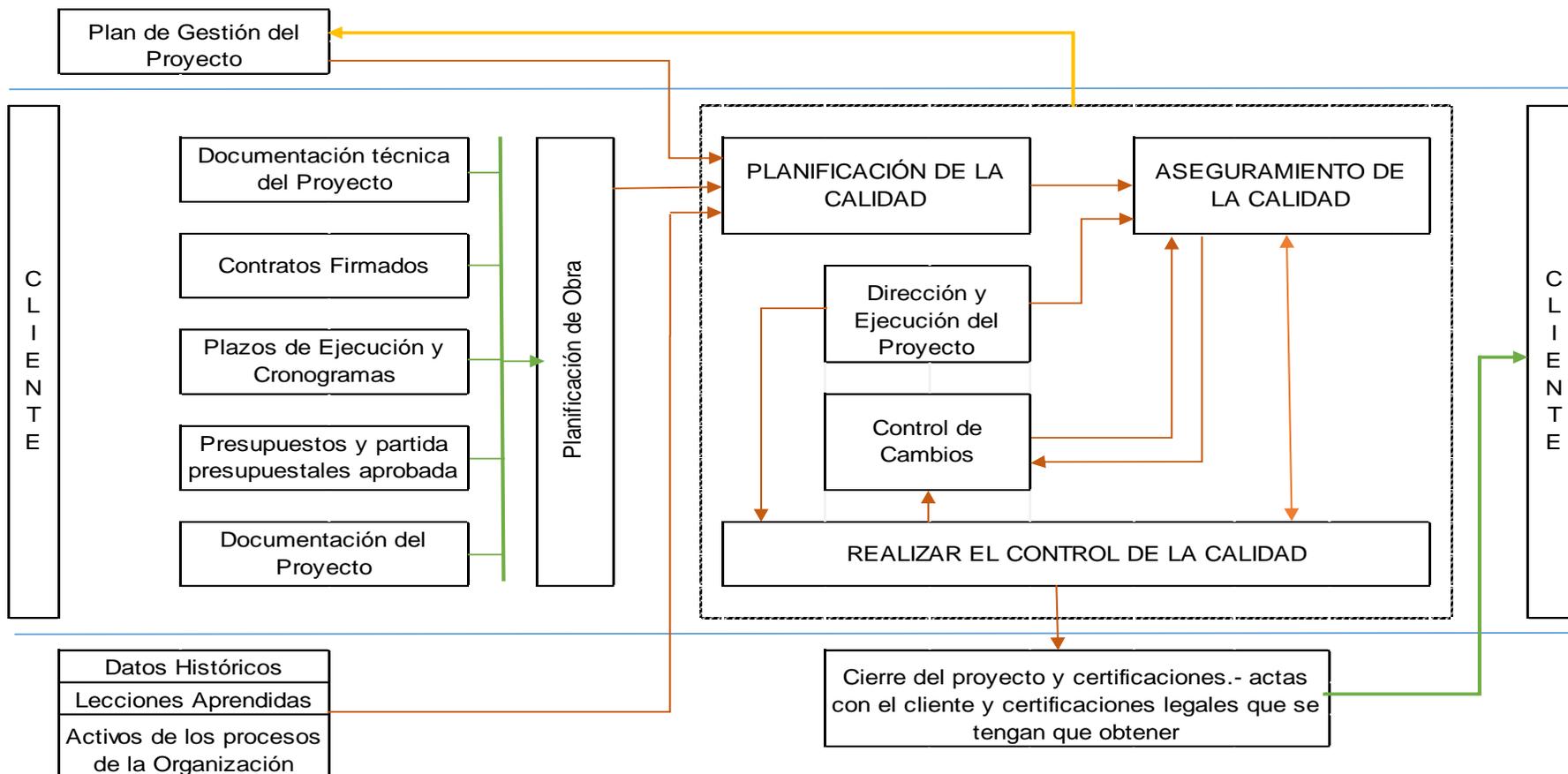


Figura 27. Diagramación procesos de calidad

Cuadro 15.

Diseño general de un proceso para la gestión de calidad en un proyecto de construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja



En el diseño general del proceso para el desarrollo de un sistema de gestión de calidad en un proyecto de construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja que se plantea en el cuadro número 15, se plantea los siguientes procesos a seguir:

- Proceso de Dirección.- Como principal proceso de dirección se proyecta al plan de gestión del proyecto, que será retroalimentado por los resultados de los procesos estratégicos.

- Procesos de Valor.- La planificación de la calidad, el aseguramiento de la calidad y el control de la calidad son considerados los procesos estratégicos del mapa, y se ven alimentados por el proceso de dirección y los procesos de apoyo; dando como resultado el cierre del proyecto, la satisfacción del cliente y los datos para aplicar la mejora continua.

- Procesos de Apoyo.- Los datos históricos, las lecciones aprendidas y los activos de micro-procesos de la organización, son aquellos que alimentan a los procesos estratégicos y son fruto en general de los datos recabados en proyectos similares concluidos anteriormente por la organización.

Finalmente si aplicamos este mapeo de procesos para la generación de sistemas de gestión de calidad deberá conducir a la organización a un proceso de mejora continua, basado el ciclo PHVA (Planificar.- establecer objetivos y procesos para obtener resultados en base a requerimientos; Hacer.- implementación de procesos para alcanzar objetivos; Verificar.- seguimiento y medición de los procesos en relación a políticas, objetivos y requisitos de calidad; Actuar.- realizar acciones para promover la mejora del desempeño).

5.4 Diseño del sistema de gestión de calidad para un proyecto de construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja

A partir del diseño de un proceso para la gestión de calidad en un proyecto de construcción que se indica en el literal cinco punto tres de este trabajo de investigación, y basado en las reglas generales para la elaboración de un sistema de gestión de calidad; se procede a diseñar un sistema de gestión de calidad general para proyectos de construcción en el área educativa y multifamiliar para la ciudad y provincia de Loja.

Se pretende que el diseño desarrollado tenga la mayor validez y aplicabilidad posible, por lo cual el enfoque básico y medular del mismo será compatible con los sistemas propuestos por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y estará basado en la importante y conocida guía PMBOK.

Para un correcto caminar en la gestión de la calidad de un proyecto de construcción, hace falta que tanto los gestores del mismo como la empresa en su totalidad estén dispuestos a planificar, asegurar y controlar la calidad en todas las fases del proyecto como parte de los procesos estratégicos. Es decir que para las fases de planificación, ejecución y cierre del proyecto se pondrá en prácticas los pilares fundamentales de un sistema de gestión de calidad a través de sus principales procesos, de los cuales se realiza una caracterización basada en el ciclo de Deming a continuación.

Macro-Proceso	Tipo de Proceso	Objetivo	Actividades Macro	Indicador	Parte del Ciclo PHVA
Proceso de Dirección	Plan de gestión del proyecto	Ejecutar, controlar, supervisar y cerrar el proyecto	Definir alcance	T. entrega	
			Definir procesos de dirección	Cumplimiento de norma	
			Activos de procesos de la Organización	T. entrega	
Procesos de Valor	Planificación de la calidad	Identificar normas de calidad relevantes para el proyecto y como satisfacerlas	Factores ambientales que afectan	Actualización de la norma	Planificar
			Aplicar políticas de calidad de la empresa	% de cumplimiento	
			Requisitos de calidad (cliente)	% de cumplimiento	
	Realizar aseguramiento de la calidad	Aplicación de actividades relativas a la calidad para cumplir requisitos	Realizar control integrado de cambios	% de retroalimentación	Hacer
			Dirigir y gestionar ejecución del proyecto	% de avance, costos, tiempos	
	Realizar control de calidad	Supervisar los resultados específicos del proyecto y eliminar las causas de bajo rendimiento	Control de entregables	% de entrega a tiempo	Verificar
Métricas de calidad			% de cumplimiento		
Solicitudes, aprobaciones de cambios y reparación defectos			% de fallos, costos no calidad, reprocesos		
Procesos de apoyo	Recavar datos históricos	Aportar información real	Seleccionar información por proyecto	% de utilidad de los datos	Actuar
	Documentar lecciones aprendidas	Facilitar el desarrollo de actividades futuras	Levantar información de fallos y soluciones aplicadas	% de reducción de fallos	
	Recopilar activos de los procesos de la organización	Conocer el proceso de ejecución de cada entregable	Seleccionar activos de los procesos	% de activos utilizados	
			Organizarlos según relevancia	Tiempo de tarea	

Figura 28. Caracterización de los procesos del sistema de gestión de calidad

A. PLANIFICACIÓN DE CALIDAD

Entradas

– Factores Ambientales.- el proyecto debe cumplir las normas ambientales enmarcadas en la ley por el ministerio del ambiente y las particulares de cada municipalidad de la provincia de Loja, incluyendo las referentes a ocupación del suelo según zonificación.

– Activos de los Procesos de la Organización.- para el proyecto será de mucha importancia mantener políticas y procedimientos de calidad que posea la empresa constructora si es que los tiene; y también las bases de datos históricos con las tabulaciones de errores cometidos en proyectos pasados. (Distribución de la información de políticas de calidad a todos los miembros del proyecto)

– Enunciado del Alcance del Proyecto.- el alcance del proyecto es una de las entradas más importantes para la planificación de la calidad, ya que es el encargado de documentar los entregables el proyecto; por esto deberá ser claro y conciso, y preferentemente deberá contener los umbrales de costos y tiempo para valorarlo más fácilmente.

Ejemplo: Para el proyecto estudiado en este trabajo de investigación, el alcance fue: Adecuación y construcción del Edificio 7 para uso administrativo y educacional con un presupuesto general de 1'583.652,00 USD y un tiempo de ejecución de 18 meses.

– Plan de Gestión del Proyecto.- el plan de gestión del proyecto incluye todas las acciones para definir, integrar y coordinar los planes de ejecución del proyecto, y variará según la complejidad de cada proyecto; sin embargo en general deberá tener lo siguiente:

- Entradas.- Enunciado del alcance del proyecto, procesos de dirección de proyectos factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.
- Herramientas y técnicas.- Metodología de dirección de proyectos, sistemas de información de gestión de proyectos, juicio de expertos.
- Salidas.- Plan de gestión del proyecto

Herramientas y Técnicas

– Análisis Costo-Beneficio.- el conocimiento de los beneficios que se recibirán a cambio de los costos, es fundamental para el sistema de gestión de calidad; pues este ayudará a la productividad, maximizando ganancias y minimizando costos. Para este análisis se pueden utilizar varias herramientas, utilizando cualquiera existente la finalidad será encontrar el IBC o índice de coste-beneficio.

– Estudios Comparativos.- el objeto de estos estudios es comparar los resultados de proyectos similares realizados por la empresa o por otras empresas, valorando siempre que las condiciones del proyecto sean lo más similares posibles, para así obtener bases que permitan mejorar y medir los rendimientos.

– Costos de Calidad.- es esencial que los costos de calidad se encuentren en el presupuesto general del proyecto o que sean amortizados por la empresa constructora, con la finalidad de que exista el presupuesto para el manejo de la calidad durante el proyecto.

Ejemplo: Para el proyecto estudiado en este trabajo de investigación, en el capítulo 4 se muestran los costos de calidad asignados por cada entregable del presupuesto general, los cuales sumados dan un total de 14538.26 USD previstos como costos de calidad.

– Diagramas de flujo.- si es posible contar con diagrama de flujo que informe cual será el camino a seguir de las actividades de carácter administrativo del proyecto, será más fácil no perder el horizonte de organización.

Salidas

– Plan de gestión de Calidad.- el plan de gestión de calidad es una entrada para el plan de gestión del proyecto, y abarca como tratar las políticas de calidad de la empresa de cara a cada proyecto. Deberá tratar el control de la calidad (QC) y el aseguramiento de la calidad (QA); el mismo puede ser muy elaborado o informal, todo dependerá de los requisitos del proyecto.

Un plan de gestión de calidad general para un proyecto de construcción deberá contener al menos los siguientes puntos:

- Objetivos de calidad
- Políticas de calidad
- Organización de los elementos del sistema de calidad
- Plan de mejora de procesos

- Elementos del sistema
- Responsabilidades de calidad
- Documentos normativos para la calidad
- Procesos de gestión de calidad
- Aprobación y enmiendas de documentos

- Métricas de Calidad.- las métricas de calidad describen en términos muy específicos lo que es algo y como medirlo desde el control de calidad; estas medidas pueden ser tanto a un elemento tangible como un entregable o a un elemento de gestión como un presupuesto y un cronograma. Algunas métricas de calidad indispensable para un proyecto de construcción son:

- Métricas para el control de cronogramas
- Métricas para el control de presupuestos
- Métricas para el control de defectos
- Métricas de índice de fallas
- Métrica para pruebas de laboratorio
- Métrica de disponibilidad
- Métrica para índices de reprocesos

- Lista de Control de Calidad.- es una herramienta que generalmente es específica para cada componente y permite verificar que se hayan realizado el conjunto de pasos necesarios para que la actividad se cumpla satisfactoriamente. Se puede utilizar el principio de pareto para hacer estos controles únicamente en aquellas actividades más representativas.

– Plan de mejoras del Proceso.- permite detallar los pasos que permitan encontrar actividades inútiles o que no agregan valor al producto final. Para un proyecto de construcción los de mayor relevancia son:

- Límites del proceso
- Configuración del proceso
- Métricas del Proceso

A través de los límites del proceso se pueden definir el inicio y fin de un determinado procesos, por ejemplo la preparación de un encofrado, quienes son los interesados de este proceso; luego la configuración del proceso aporta un diagrama de flujo que facilita el análisis de este, y finalmente la métrica del proceso controla el estado del proceso.

– Actualización del plan de Gestión del Proyecto.- al final de la etapa de planificación de la calidad, se debe actualizar el plan de gestión del proyecto con el plan de calidad y el plan de mejoras del proceso, con la finalidad de integrar sistemas de todo el proyecto y buscar mejoras con la retroalimentación.

B. REALIZAR ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El aseguramiento de la calidad (QA) como su palabra lo dice pretende asegurar que el proyecto siga los procesos necesarios para cumplir los requisitos iniciales, utilizando para ello actividades relativas a la calidad con previa planificación y de forma sistemática.

Entradas

– Plan de Gestión de Calidad.- el plan de gestión de calidad describirá cómo se realizará el aseguramiento de la calidad (QA) dentro del proyecto de construcción, y se encuentra explicado en los procesos de salida de la planificación de la calidad. A continuación se diseña un modelo básico general para proyectos de construcción en el área multifamiliar y educacional para la provincia de Loja.

Cuadro 16

Plan de gestión de calidad modelo para un proyecto de construcción en el sector multifamiliar y educativo de la provincia de Loja

NOMBRE DEL PROYECTO		FECHA DEL PROYECTO		
OBJETIVOS DE CALIDAD: ESPECIFICAR LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL PROYECTO.				
POLÍTICAS DE CALIDAD: CONTRAPONER LAS POLÍTICAS DE CALIDAD DE LA EMPRESA CON LAS DEL PROYECTO PARA LOGRAR UNA COHESIÓN.				
ORGANIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD: ESPECIFICAR LOS FACTORES DE CALIDAD RELEVANTES PARA EL PROYECTO Y PARA SU GESTIÓN DEL PROYECTO.				
ELEMENTO DE CALIDAD	OBJETIVO DE CALIDAD	MÉTRICA A UTILIZAR	FRECUENCIA Y MOMENTO DE MEDICIÓN	RESPONSABLE Y MOMENTO DE REPORTE

PLAN DE MEJORA DE PROCESOS: ESPECIFIQUE LOS PASOS A SEGUIR PARA DETERMINAR Y MEJORAR UN PROCESO QUE NO ESTÉ FUNCIONANDO ADECUADAMENTE O NO ESTE AGREGANDO VALOR AL PRODUCTO			
Para mejorar el proceso se pueden seguir los siguientes pasos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Delimitar el proceso 2. Determinar la oportunidad de mejora 3. Tomar información sobre el proceso 4. Analizar la información levantada 5. Definir las acciones correctivas para mejorar el proceso 6. Aplicar las acciones correctivas 7. Verificar si las acciones correctivas han sido efectivas 8. Estandarizar las mejoras logradas para hacerlas parte del proceso 			
ELEMENTOS DEL SISTEMA Y PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS: ESPECIFICAR PARA CADA PAQUETE DE TRABAJO SI EXISTE UN ESTÁNDAR O NORMA DE CALIDAD APLICABLE A SU ELABORACIÓN.			
ENTREGABLE	ESTÁNDAR DE CALIDAD APLICABLE	ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN	ACTIVIDADES DE CONTROL
RESPONSABILIDADES DE CALIDAD: ESPECIFICAR LOS RESPONSABLES QUE SEAN NECESARIOS EN EL EQUIPO DE PROYECTO PARA DESARROLLAR LOS ENTREGABLES Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.			
RESPONSABLE NÚMERO 1 :	Objetivos del responsable:		
	Funciones del responsable:		
	Niveles de autoridad:		
	Reporta a:		
	Supervisa a:		
DOCUMENTOS NORMATIVOS DE CALIDAD: ESPECIFICAR LOS DOCUMENTOS QUE REGIRÁN LOS PROCESOS Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.			
PROCEDIMIENTOS	1 .Para mejora de procesos		
	2. Para auditorías de procesos, etc.		
FORMATOS	1. Métricas de calidad		
	2. Línea base de calidad si existe		
CHECKLIST	1. De métricas de calidad		
	2. De auditorías internas y externas de calidad		
OTROS DOCUMENTOS			
PROCESOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD: ESPECIFICAR EL QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO Y DÓNDE PARA LOS PROCESOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			
POR EJEMPLO: EL ENFOQUE DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	¿Quién lo realizará?		
	¿Cómo lo realizará?		
	¿Cuándo se realizará?		
	¿Dónde se realizará?		
APROBACIÓN Y ENMIENDAS DE DOCUMENTOS: ENLISTAR LOS DOCUMENTOS A APROBARSE Y CUAL FUE SU ENMIENDA SI ES QUE EXISTIÓ			
DOCUMENTO 1	Presentado por:		
	Revisado por:		
	Corregido por:		
	Aprobado por:		
	Tipo de corrección realizada:		

– Métricas de Calidad.- las métricas de calidad se describen y explican en el apartado de salidas para planificación de la calidad. A continuación se diseña un modelo básico general para métricas de calidad según cada entregable de un proyecto de construcción en el área multifamiliar y educacional para la provincia de Loja.

Cuadro n.º 17

Documento modelo básico para métricas de calidad para un proyecto de construcción en el sector multifamiliar y educativo de la provincia de Loja

Código en presupuesto Ejemplo: 1.1	Entregable Ejemplo: Excavaciones	Nivel de Riesgo Ejemplo: Normal
Introducción		
Describir la actividad a realizarse y sus riesgos. Definir que será medible para su aceptación o no aceptación.		
Previo a la Inspección		
Definir que documentos deben tenerse listos previo a la inspección del entregable o antecedentes que deban explicarse antes de inspeccionar.		
Procedimientos de Inspección y Ensayo		
A Inspeccionar	Procedimiento	Criterio de Aceptación
Ejemplo: Procedimiento de ejecución	Documento	Ejemplo: debe estar disponible en obra
Ejemplo: Superficie de Excavación	Medición	Ejemplo: tolerancia = +/- 25 cm ²
Ejemplo: Profundidad de Excavación	Medición	Ejemplo: tolerancia = +/- 3 cm
Gráficos explicativos		
Ejemplo:		
Documentos Anexados		
Listar los documentos que se anexarán, como ensayos o pruebas pertenecientes al entregable.		

– Plan de Mejoras de Proceso.- explicado en las salidas de la planificación de la calidad y puesto en un modelo dentro del plan de calidad de este mismo apartado en la sección de entradas.

– Información sobre el rendimiento del trabajo.- el rendimiento del trabajo puede ser medido por métodos como la medición de tiempo, y son importantes para usarse dentro de revisiones de calidad, auditorías, mejoras de procesos y otros.

– Solicitudes de cambio aprobadas e implementadas.- las solicitudes de cambio pueden darse al producto final en su alcance, a un método en especial, a un requisito de calidad, al cronograma, al presupuesto y casi a cualquier elemento del proyecto de construcción. Lo importante es que cada cambio se registre oficialmente y se documente, de no ser así no debería implementarse ya que podría afectar directamente a la calidad del proyecto.

Las solicitudes de cambio pueden aprobarse e implementarse dentro del mismo documento siempre y cuando se actualice inmediatamente después de ser implementada, y es conveniente que tenga las firmas originales de ambas todas las partes que interviene en el proyecto (cliente, sponsor, constructor, etc.)

– Mediciones de Control de Calidad.- estas mediciones a los entregables del proyecto tanto en obra como en documentos son los resultados de la aplicación de actividades para el control de la calidad, las mismas que deben retroalimentar al aseguramiento de la calidad con miras a la mejora continua.

A continuación se diseña un formato base que permite la obtención de esas mediciones de calidad para un proyecto de construcción en el área multifamiliar y educacional para la provincia de Loja.

Cuadro 18

Documento modelo para mediciones de control de calidad en proyecto de construcción en el sector multifamiliar y educativo de la provincia de Loja

PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO MEDICIÓN DE CONTROL DE CALIDAD

No.....

Proyecto:

Área o Sector:

Fecha:

Planos o documentos

relacionados:

Entregable o Actividad: (Ejemplo: Relleno a mano)

Observaciones:

Código	Descripción	Aseguramiento de Calidad			Metodología Utilizada	Registro
		Responsable	Firma	Fecha		
Ejemplo: 2.1.1	Ejemplo: Trazado de nivel de cota par relleno	Residente de Obra			Comprobación con teodolito	
Ejemplo: 2.1.1	Ejemplo: Inspección de material de relleno	Jefe de Campo			Ensayo de laboratorio	
Notas Importantes:						

– Mediciones de no conformidades.- las no conformidades ya explicadas en el apartado de costos de no calidad en el capítulo cuatro son generadoras de reprocesos y altos costos en los proyectos de construcción; por esto que es importante registrarlas y llevar un registro histórico de las mismas, con miras a no cometer los mismos errores ya cometidos y a reducir el número de fallos posibles en cada proyecto.

A continuación se diseñan dos formatos base que permitan registrar particularmente y en conjunto a las no conformidades para un proyecto de construcción en el área multifamiliar y educacional para la provincia de Loja.

Cuadro 19

Documento modelo para registro histórico de no conformidades ordenadas por tipo en un proyecto de construcción.

Histórico de No Conformidades por Tipo						
No.	Origen que la causa	Referencia en presup.	Entregable Afectado	Descripción	Motivo	Monto USD
Ejemplo:						
1	equipo de batido	A. 3,4	porcelanato en pisos	mezcla de pegante desechada	mal estado de equipo batidor	278,21
2	proceso de pegado de porcelanato	A. 3,4	porcelanato en pisos	error en metoología de pegado	proceso no levantado	452,36
...
...
Total USD						730,57

Cuadro 20

Documento modelo para registro particular de no conformidades en un proyecto de construcción.

INFORME DE NO CONFORMIDAD	
Proyecto:	Tipo de no Conformidad
Fecha:	Interna () Externa ()
Entregable relacionado con la no conformidad:	
Actividad relacionada con la no conformidad:	
Otro entregable que se vea afectado con la NC:	
Área o sección donde ocurrió:	
Detectado por:	
Descripción de la no conformidad (incluir gráfico si es necesario):	Gráfico:
Solución Propuesta:	
Quien propone la solución:	
Acción a tomar por el responsable:	
Aceptar la solución () Proponer otra solución () Aceptar el producto () Recazar el Producto ()	Solución final:
Firma de aprobación:	
Causa de la no conformidad:	
Verificar la acción final:	
Cumple () No cumple () Costos Adicionales ()	Observaciones

– Acciones correctivas o preventivas solicitadas e implementadas.- las acciones correctivas están siempre vinculadas con las de no conformidad y por ende sus documentos lo estarán también. Sin embargo las acciones preventivas no están ligadas a las no conformidades, pero pueden evitar una, lo que quiere decir que es conveniente que los documentos se contrasten para analizar lo que pudo ser un fallo.

Cuadro 21

Documento modelo para registro y pedido de acciones correctivas y preventivas en un proyecto de construcción.

PEDIDO DE ACCIÓN CORRECTIVA O PREVENTIVA	
Proyecto: Fecha:	Tipo de pedido A. Correctiva () A. Preventiva ()
Emisión de orden No. Nombre: Cargo desempeñado:	Entregable: Actividad relacionada:
Descripción del problema:	
Causa del problema:	
Acción Correctiva o Preventiva Propuesta:	
De la Acción correctiva o preventiva: () Aceptada () Aceptada con correcciones () Nueva acción	Observaciones o Indicaciones:
Responsable de Acpetación:	Firma:
Verificar el Cumplimiento: () Cumple () No cumple	Verificación de ciclo: () La acción correctiva cierra el ciclo () La acción correctiva no cierra el ciclo
Verificado por: Firma:	Fecha:

Herramientas y Técnicas

– Herramientas y técnicas para la planificación de la calidad.- las mismas herramientas descritas para la planificación de la calidad pueden utilizarse en el aseguramiento de la calidad.

– Auditorías de calidad.- las auditorías de calidad para los proyectos de construcción al igual que para otros proyectos pueden ser de carácter interno o externo, sin embargo la finalidad es la misma, determinar si el conjunto de actividades de un proyecto se ajustan a los procesos y políticas de la organización o del mismo proyecto. Con esto decimos que las auditorías tienen varios objetivos, y entre los más importantes están:

- Identificar procesos ineficiente
- Encontrar políticas equívocas o mala aplicación de las mismas
- Buscar procedimientos que no estén acordes a los objetivos de calidad

– Análisis del proceso.- el análisis del proceso es fundamental para la mejora continua de la calidad del proyecto, el objetivo es analizar los procesos de los entregables del proyecto con miras a encontrar fallos y mejoras de los mismos. Este análisis se encuentra en el plan de calidad y debe incluir procesos de causa – efecto, utilizando posteriormente las hojas de acciones correctivas que con el tiempo se convertirán en preventivas y finalmente pasarán a ser parte del proceso normal.

Salidas

– Cambios solicitados.- los cambios solicitados se explicaron en las entradas de este mismo apartado de aseguramiento de la calidad, de tal forma que serán los documentos de aprobación o negación de dichos cambios y la implementación los que se conviertan en salidas del aseguramiento de la calidad.

– Acciones correctivas recomendadas.- al igual que con los cambios solicitados, las acciones correctivas ya se explicaron en las entradas del aseguramiento de la calidad y serán sus documentos de respaldo los que alimenten a las salidas de este proceso de aseguramiento. La idea de contar con los documentos de solicitud, aprobación e implementación de las acciones correctivas es lograr históricos de acciones que han colaborado a soluciones inmediatas y eficaces, de tal forma que se pueda cambiar definitivamente un proceso o actividad.

– Actualización de los procesos de la organización.- es importante que el proyecto trabaje con las normas y políticas de calidad del proyecto que debes estar acordes con las de la organización; sin embargo es más importante que esas normas y políticas de la organización se encuentren actualizadas con las leyes vigentes para dar mayor validez a los procesos de calidad del proyecto.

– Actualización del plan de gestión del proyecto.- el último paso en las salidas del aseguramiento de la calidad es la actualización del plan de gestión del proyecto, se realizará bajo las bases de actualización del plan de calidad, incorporando todo aquello que se ha cambiado con el aseguramiento de la calidad. La finalidad de este proceso es integrar los cambios al plan general del proyecto, retroalimentando la información y logrando así que todos los procesos queden integrados.

C. REALIZAR CONTROL DE CALIDAD

Al hablar de control hablamos de supervisión, por tanto el control de la calidad (QC) implica la supervisión de los resultados del proyecto con la finalidad de analizar si cumple con las normas, estándares, leyes o requerimientos de la empresa.

Si el control de la calidad es tan importante no se puede dejar para el final, pues si encontráramos el error al final del proyecto quizá sea imposible de corregir o muy difícil, generando seguramente grandes pérdidas para todas las parte involucradas en él. De esta forma que es conveniente que el control de calidad se realice en todas las etapas del proyecto y lo más periódicamente posible para lograr corregir a tiempo los fallos.

Entradas

– Plan de gestión de calidad.- el plan de gestión de calidad es como siempre el documento más importante en el sistema de gestión de calidad, y se lo coloca como entrada en el control de la calidad al plan actualizado con los datos obtenidos durante el aseguramiento de la calidad.

– Métricas de calidad.- las métricas de calidad se describieron en el apartado de salidas para planificación de la calidad y se pueden utilizar las mismas herramientas planteadas en el aseguramiento de la calidad para realizar el control.

– Lista de Control de Calidad.- las listas de control de la calidad pueden ser muy variadas y permiten de forma fácil controlar un proceso o un elemento y a la vez obtener datos que permitan compararse contra otros similares. Esto aporta una valiosa oportunidad para mejorar los procesos. Una de las más básicas e importantes listas de control de calidad son los

checklist que se pueden aplicar a casi cualquier proceso, a continuación se diseña un formato básico general para control de procesos en obra.

Cuadro 22

Lista de control de calidad modelo para un proceso de obra en un proyecto de construcción en la provincia de Loja.

Listado de Control de Calidad para Procesos en Obra				
Proyecto: Ejemplo (edificio 7)		No. Ejemplo (1)		
Área: Ejemplo (acabados)		Fecha:		
Especialización				
Entregable: Ejemplo (porcelanato en pisos)			Periodicidad 2 vez cada	
Actividad: (proceso de mezclado de pegante)			del control: semana	
Control				
No.	Pasos del Proceso	Cumple	No Cumple	Observación
ejemplo				
1	coloque el producto seco	X		
2	añada 5 litros de agua		X	no mide la cantidad
3	empieza a batir	X		
4	añanda 3 litros de agua durabte el batido		X	no mide la cantidad
...
Responsable del Control			Firma	

– Activos de los procesos de la organización.- estos se encuentran descritos en las entradas de la planificación de la calidad y son documentos que se importan como entradas al control de la calidad ya que aportan datos históricos de proyectos similares que permiten evitar fallos durante el control de la calidad.

– Solicitudes de cambio aprobadas.- estas solicitudes son producto de las salidas del aseguramiento de la calidad y alimentan al control de la calidad como entradas del proceso. El objetivo de entrar en esta fase es que se pueda realizar el control de la calidad de estos procesos que no se

planificaron en un inicio pero por cualquier motivo entraron al proyecto como cambios aprobados.

– Productos entregables.- la lista de productos entregables debe alimentar el control de la calidad como una entrada, y se entenderá a un entregable como cualquier producto, resultado o capacidad que sea único y verificable, y que tiene que ser cumplido para completar el proyecto. Por ejemplo para el proyecto de apoyo en el área de la construcción, los entregables eran:

- | | |
|--|---|
| ✓ Trabajos preliminares | ✓ Sistema de seguridad y alarmas |
| ✓ Albañilería | ✓ Varios |
| ✓ Acabados | ✓ Estructuras de hormigón en reforzamientos |
| ✓ Instalaciones de agua y desagües | ✓ Reforzamiento de estructura metálica |
| ✓ Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video | ✓ Ventilación mecánica |
| ✓ Sistema contra incendios | |

Es muy importante que todos los entregables del proyecto estén claros y se encuentren en documentos oficiales, pues así serán más fácil de controlar. Se debe recordar que para la organización que ejecute el proyecto, solo se reconocerá una parte del trabajo terminado cuando un entregable completo esté terminando y no solamente un parcial de él. Esto quiere decir que la inversión implementada en el entregable solo regresará cuando se termine el mismo, porque que es lógico pensar que un mayor número de entregables es bueno para la liquidez de un proyecto.

Herramientas y Técnicas

Existen una gran cantidad de herramientas y técnicas que permiten realizar el control de la calidad con los datos de entrada que se han mencionado, sin embargo son siete las cuáles se las considera como básicas y esenciales para este propósito, y esas son las que explicaremos en este diseño.

– Diagrama causa / efecto.- el objeto de estos diagramas es identificar fácilmente las causas y sus efectos de diversos problemas. Por ejemplo para un caso de no conformidad en el proyecto de apoyo, se muestra a continuación su diagrama causa efecto:

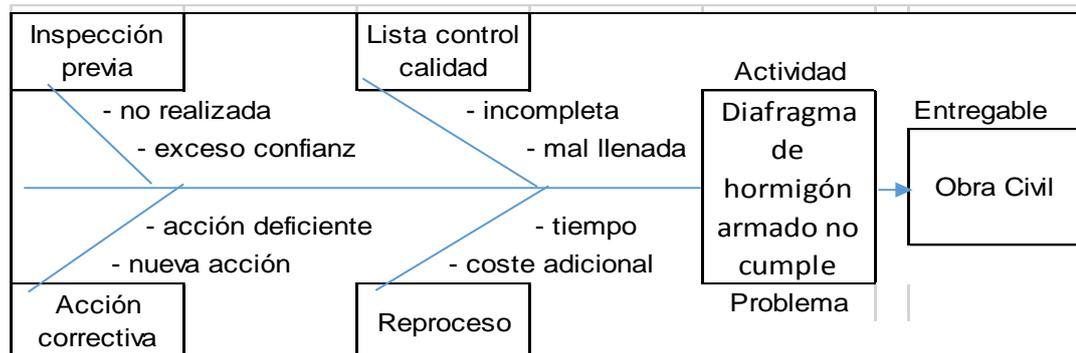


Figura 29. Diagrama de causa/efecto problema ejemplo del proyecto de apoyo

– Diagramas de Control.- el objeto de estos diagramas dentro de un proyecto de construcción es ayudar a determinar qué tan estable es un proceso cualquiera del proyecto, tanto administrativo como de obra. Para este trabajo se traza un límite superior y un inferior con los datos tomados del proceso como por ejemplo e tiempo, y así se pude evidenciar el comportamiento del proceso y saber si es estable, correcto o incorrecto, permitiéndonos implementar mejoras o estandarizarlo.

– Diagramas de flujo.- estos diagramas tienen la particularidad de ayudar con el análisis de cómo se realiza una actividad o proceso, sin embargo en los proyectos de construcción y dentro del control de calidad son más útiles para determinar cómo se produce un problema.

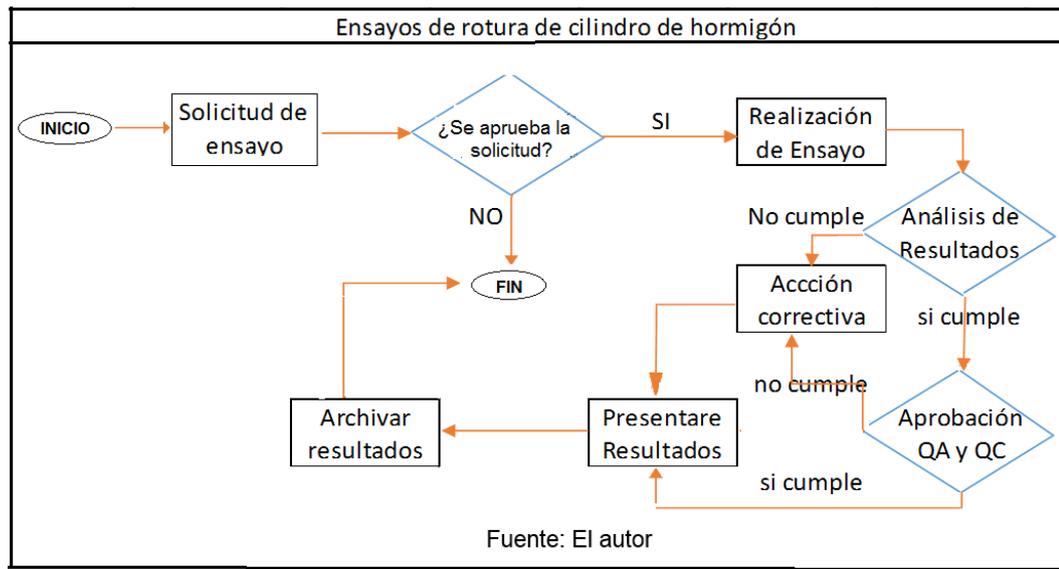


Figura 30. Diagrama de flujo de un proceso. Ejemplo del proyecto de apoyo

– Histograma.- los histogramas son diagramas de barras que muestran tipos de distribuciones de una misma situación o problema con diversas variables, es decir que por ejemplo podemos utilizar un histograma para analizar el número de fallas de un proceso de construcción y saber en qué porcentaje afectan cada variable para cometer cada falla.

– Diagrama de Pareto.- el diagrama de Pareto dentro del control de la calidad puede ser utilizado para medir el número de defectos generados en el proyecto y su aplicación está en que ayuda a tomar la decisión adecuada de cuáles son los más importantes a corregir. Un ejemplo de este tipo de diagrama se muestra en el capítulo cuatro sub-ítem cuatro punto tres.

– Diagrama de Comportamiento.- como su nombre lo indica el diagrama de comportamiento puede indicar el comportamiento de un elemento cualquiera dentro del proyecto de construcción, y ayuda en el control de la calidad ya que nos permite ver la variación de lo medido a través de tiempo. Un ejemplo de estos diagramas los podemos observar en el análisis de datos del proyecto de apoyo en el capítulo cuatro sub-ítem cuatro punto cuatro en el gráfico del comportamiento de los costos a través del tiempo para cada entregable.

– Diagrama de dispersión.- el objetivo de un diagrama de dispersión es exponer la relación entre dos variables y ayuda al control de calidad del proyecto para ver qué tan ligadas están esas variables. El objetivo es colocar una variable dependiente con otra independiente y ver cómo afecta la una a la otra. En el siguiente ejemplo se puede ver como la variable costos de calidad planificados se comporta a través del tiempo y con respecto a una línea de tendencia media.

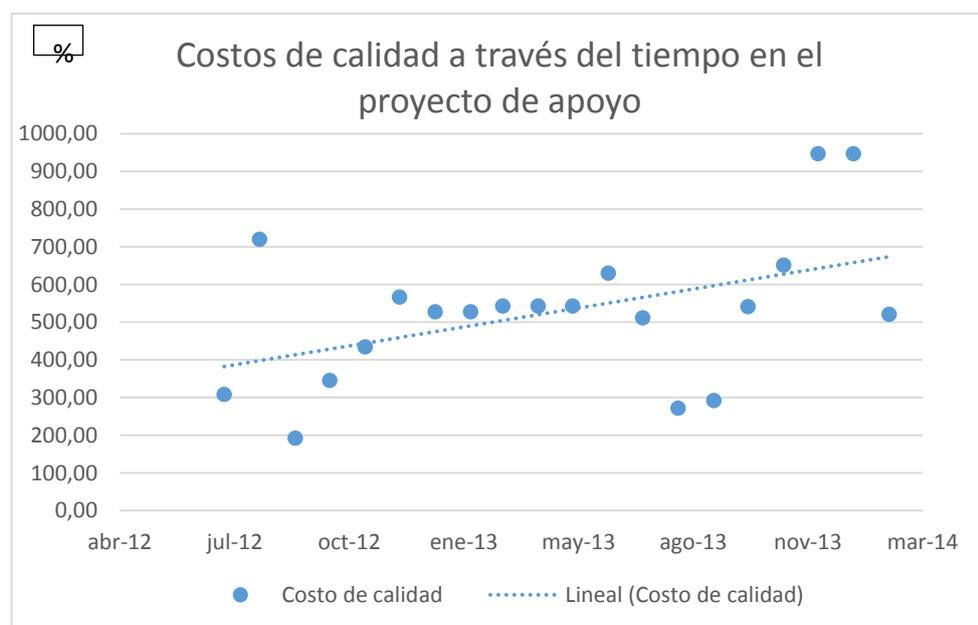


Figura 31. Diagrama de dispersión de costos de calidad. Ejemplo del proyecto de apoyo

Salidas

– Mediciones el control de calidad.- las mediciones del control de calidad que se hacen a través de las herramientas y técnicas explicadas deben ser retroalimentadas al aseguramiento de la calidad, como se puede evidenciar en el diagrama de procesos en el literal cinco punto tres. Esto nos servirá para evaluar los procesos de calidad que lleva la entidad u organización constructora.

– Reparación de defectos.- el documento de reparación de defectos es el resultado de haber encontrado las fallas en el proceso de control de calidad y no en el de aseguramiento de la calidad, por los que estos documentos con sus respectivas soluciones se archivan con miras a formar históricos de reparaciones en cada problema y así solventar los fallos desde el inicio del proceso en futuras obras.

– Acciones correctivas.- estos documentos que son los mismos que se explicaron en el aseguramiento de la calidad aparecen nuevamente en el control ya que muchas de las veces es aquí cuando se detecta el problema. Es decir se da cuando una medición concreta del QC indica que ese particular no cumple con los parámetros previamente establecidos.

– Cambios solicitados.- cuando se detecta un fallo y se emite una acción correctiva es posible que esa acción genere la solicitud de un cambio, y es cuando se producen este tipo de documentos dentro del control de la calidad, los mismos que serán manejados igual que en el aseguramiento de la calidad.

– Actualización de activos de los procesos de la organización.- estos se encuentran descritos en las entradas de la planificación de la calidad y en las entradas de aseguramiento de la calidad, lo que nos quiere decir que es el control de la calidad QC el que aporta estos documentos desde sus salidas, pero debe entenderse que son los de proyectos anteriores.

Todos los documentos que puedan actualizar los procesos de la organización son valiosos, pues son los que mejorarán los procesos para futuros proyectos y evitara fallos no deseados. Estos documentos pueden ser: listas de control de calidad completas, documentos de lecciones aprendidas o incluso documentos de acciones correctivas, lo importante es que aporten soluciones que se puedan implementar para mejorar un proceso sin que este exceda al costo de arreglarlo en caso de que existiese un fallo.

– Actualización del plan de gestión del proyecto.- el último paso en las salidas del control de la calidad, al igual que en el aseguramiento de la calidad es la actualización del plan de gestión del proyecto. El objetivo de este proceso es integrar todos los cambios que se dieron durante el control de la calidad al plan general del proyecto y así mantener todo el sistema de gestión del proyecto actualizado.

En conclusión el sistema de gestión de calidad es parte de un sistema integrado de gestión que maneja todo proyecto de construcción, el cual tiene como única finalidad mejorar la calidad de los procesos que se generan en el proyecto evitando la mayor cantidad de reprocesos y costos no deseados, llevándolo así hacia el éxito y hacia la mejora continua.

Notas aclaratorias de los procesos del sistema de gestión de calidad

Los formatos que se encuentran en los apartados de aseguramiento y control de la calidad, dentro del diseño de un sistema de gestión de calidad para proyectos de construcción en la ciudad y provincia de Loja, deben ser aplicados a las siguientes actividades:

- Formato para plan de gestión de calidad.- para proceso de plan de gestión del proyecto dentro de alcance y definición de procesos directivos.
- Documento base de métricas de calidad.- contribuir a la creación de activos de procesos de la organización.
- Formato para plan de inspección y ensayos.- para el proceso de planificación de la calidad en su apartado de cumplimiento de requisitos de calidad.
- Documento de histórico de no conformidades.- colaborar con la realización del control integrado de cambios en el proceso de aseguramiento de la calidad.
- Formato informe de no conformidades.- ayuda a mejorar el control de entregables para el proceso de control de la calidad.
- Formato de acción correctiva o preventiva.- documenta las solicitudes, aprobaciones y ejecución de cambios en el proceso de control de la calidad.
- Listado de control de calidad proceso en obra.- es parte esencial de las métricas de calidad en los procesos de aseguramiento y control de la calidad.
- Diagramas de causa / efecto.- facilita la tarea de documentación sobre lecciones aprendidas.
- Histogramas.- permiten organizar según relevancia a los activos de procesos de la organización.

Capítulo VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Las conclusiones de este trabajo de investigación responderán únicamente a su planteamiento de objetivos e hipótesis que se encuentran descritos en el capítulo uno; de tal manera que podemos decir lo siguiente:

– Con respecto al primer objetivo general, podemos decir que se ha cumplido con el estudio del control de calidad en un proyecto particular de apoyo y se cotejan los datos obtenidos con los datos históricos de otros proyectos en este mismo apartado de conclusiones, demostrando así que los sistemas de gestión de calidad son muy influyentes sobre el destino final de un proyecto, llegando incluso a determinar su éxito o su fracaso.

De aquí que se puede decir que los datos relativos al sistema de gestión de calidad de este trabajo de investigación tanto en la parte de datos históricos como en la de datos concretos del proyecto de apoyo, pueden ser tomados como línea base para establecer comparaciones en proyectos de construcción multifamiliares y educacionales en la provincia de Loja.

– Referente al objetivo general número dos que habla acerca del diseño de los procesos para un sistema de gestión de calidad para una obra de construcción en la ciudad y provincia de Loja, se ha cumplido durante el desarrollo del capítulo cinco, donde se puede evidenciar paso a paso un mapeo que muestra procesos directivos, estratégicos y de apoyo para el sistemas de gestión de calidad propuesto. Agregando al mismo la explicación de su funcionamiento y

la caracterización de estos procesos en las páginas subsiguiente al cuadro104 que evidencia el proceso mismo del sistema de gestión de calidad propuesto.

– En cuanto al primer objetivo específico sobre determinar cuáles son los costos de calidad en un proyecto de construcción a través del proyecto en ejecución, recopilando los datos vertidos en el capítulo cuatro cuadro número 13, se puede ver claramente lo siguiente:

Tabla 21
Equivalencia al cuadro número 13

Entregable	Costo de Calidad	Costo de no Calidad	Costo Total de Calidad
Cronograma de avance de obra	\$ 954,54	\$ 147,72	\$ 1.102,26
Presupuesto general de obra	\$ 1.250,00	\$ 420,45	\$ 1.670,45
Diseños Arquitectónicos	\$ 1.032,50	\$ 308,00	\$ 1.340,50
Diseños de reforzamiento estructural	\$ 412,00	\$ 173,70	\$ 585,70
Acta de entrega recepción	\$ 330,43	\$ 150,48	\$ 480,91
Trabajos preliminares	\$ 615,59	\$ 226,78	\$ 842,37
Albañilería	\$ 1.150,00	\$ 6.619,85	\$ 7.769,85
Acabados	\$ 2.350,00	\$ 11.709,94	\$ 14.059,94
Instalaciones de Agua y Desagües	\$ 315,48	\$ 993,00	\$ 1.308,48
Instalaciones eléctricas, voz y datos, audio y video	\$ 1.759,63	\$ 10.376,86	\$ 12.136,49
Sistema contra incendios	\$ 498,65	\$ 687,33	\$ 1.185,98
Sistema de seguridad y alarmas	\$ 378,48	\$ 885,59	\$ 1.264,07
Varios	\$ 1.078,13	\$ 563,03	\$ 1.641,16
Estructuras de hormigón en reforzamiento	\$ 946,27	\$ 6.483,58	\$ 7.429,85
Reforzamiento de estructura metálica	\$ 795,36	\$ 5.679,09	\$ 6.474,45
Ventilación mecánica	\$ 671,20	\$ 5.216,17	\$ 5.887,37
Total en Obra	\$ 14.538,26	\$ 50.641,57	\$ 65.179,83

Con el análisis realizado en el capítulo cuatro podemos decir que los costos de calidad están divididos en costos de calidad y no calidad y se encuentran presentes en todos los entregables del proyecto. Sin embargo debe recordarse que los costos de calidad ya se encontraban

programados, mientras que los costos de no calidad no estaban previstos en el proyecto, por esto la importancia de medirlos adecuadamente durante la ejecución del mismo.

Hay que recordar que las no conformidades siempre conllevan un costo y un tiempo para su corrección, así pues, si en determinada no conformidad se dice que no existió mayor costo o mayor tiempo de ejecución en la actividad es porque realmente no se ha medido. La no medición de estas no conformidades entorpece el proceso de la mejora continua.

– Para el cumplimiento del segundo objetivo específico que nos habla de la identificación de aquellos elementos más críticos a controlar dentro de un proyecto de construcción que influyen sobre tiempos y costos, está claro que son los reprocesos quienes causan la mayor dificultad a estas variables.

En los cuadros 10, 11 y 12 como en los gráficos 25 y 26 del capítulo cuatro, podemos ver a través de los costos de no calidad como afectan los reprocesos a las variables de alcance, costo y tiempo en el proyecto de apoyo.

Siendo así, se puede decir que los elementos más críticos a controlar dentro de un proyecto son los documentos de alcance, presupuesto y cronograma dentro de los elementos de gestión, y los reprocesos o fallos tanto en la ejecución como en la gestión del proyecto.

Por lo antes mencionado es que se considera al plan de gestión de calidad como la actividad macro fundamental a desarrollar dentro del sistema de gestión de calidad y deberá estar incluido dentro del

plan de gestión, el cual como proceso directivo cumplirá funciones de direccionamiento general.

– Con respecto al tercer objetivo específico que nos habla de analizar y comparar los datos obtenidos del proyecto en ejecución con datos históricos de control de calidad en la base de datos existente, está basado en las no conformidades y su comportamiento, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22
Cuadro de relación entre proyectos y sus costos

Proyecto	No conformidades vs operaciones	Porcentaje de representación	Monto de no conformidades vs presupuesto	Porcentaje de representación	Sistema de Gestión de Calidad
Readecuación Edificio Cetia	1100	14,98%	102.954,42 de 1'682.261,72	6,12%	Intuitivo
Readecuación Herbario	100	11,09%	4.919,67 de 118.546,41	4,15%	Parcial Intuitivo
Construcción Laboratorios de Química	190	13,42%	20.219,96 de 401.987,42	5,03%	Intuitivo
Readecuación Cer-art	120	10,25%	6.300,34 de 158.300,15	3,98%	Parcial Intuitivo
Ampliación y remodelación Vivienda 4	230	12,12%	12.970,56 de 289.521,42	4,48%	Parcial Intuitivo
Adecuación procuradoría	110	11,80%	5.703,25 de 131.109,29	4,35%	Parcial Intuitivo
Construcción sala uso multiple	80	12,10%	3.496,99 de 70.360,95	4,97%	Intuitivo
Construcción bodega de químicos	110	10,51%	5.804,95 de 145.487,59	3,99%	Parcial programado
Adecuación laboratorios de servicios agropecuarios	150	13,60%	10.653,43 de 206.461,81	5,16%	Intuitivo
Construcción laboratorios Geología y Minas	550	12,20%	35.269,92 de 765.074,11	4,61%	Intuitivo
Construcción bodega general	130	12,85%	7.255,69 de 148.987,48	4,87%	Intuitivo
Adecuación edificio 7	102 de 1220 operaciones	8,36%	50.641,57 de 1'694.159,54	2,98%	Parcial programado
Edificio Bosques del Este	280	5,20%	7.419,32 de 380.478,16	1,95%	Completo

– Para la primera hipótesis del presente trabajo que nos dice que el adecuado manejo del control de calidad en un proyecto de construcción puede generar al menos un 2% de ahorro del presupuesto total del mismo, podemos decir que es evidente que la buena gestión de la calidad mejora los procesos que se realizan dentro de un proyecto, sin embargo es importante saber cuánto puede significar esa mejora.

En el cuadro número 22 de este apartado de conclusiones se puede evidenciar como se han contrastado los datos obtenidos del estudio del proyecto de apoyo con la base de datos existente para la investigación. Al confrontar los datos obtenidos se puede observar como aquellos proyectos que tienen un sistema de gestión de calidad intuitivo tienen un mayor índice de no conformidades o reprocesos con respecto a aquellos que tienen un sistema de gestión de calidad parcial o completo.

La influencia de los reprocesos o no conformidades en el costo total del proyecto puede generar varios inconvenientes económicos tanto al proyecto como a los participantes del mismo. En los datos obtenidos se puede ver que aquellos proyectos que utilizan sistemas de gestión de calidad intuitivos tienen un promedio de entre 4.5% y 6.5% de influencia de las no conformidades sobre el costo final del proyecto. Esa cifra se reduce entre el 3 y 4% en aquellos que tienen sistemas parciales y llega a bajar hasta un 2% en aquellos que tienen sistemas de gestión de calidad completos.

Para el caso del proyecto de apoyo que posee un sistema de gestión de calidad parcial programado la cifra se sitúa en un 3% de influencia de las no conformidades con respecto a su coste final y un 8.36% de no conformidades con respecto a todas las operaciones medidas. Este 8.36% significa que de cada 100 operaciones medidas

8.36 de ellas generan un reproceso y por consecuencia un coste. Con los datos históricos obtenidos podemos decir que si en el proyecto de apoyo se hubiera llevado un sistema de gestión de calidad completo al igual que en el último proyecto de la tabla en mención, únicamente hubiera hecho falta reducir las no conformidades existente en un 62% para obtener el 2% de ahorro sobre el coste total presupuestado del proyecto.

Dado que a través de la historia se ha comprobado que los sistemas de gestión de la calidad llevan a la mejora continua, es lógico decir que una reducción de un 60% de los reprocesos es posible cuando se sabe que esos reprocesos son provocados con inexistentes o ineficientes sistemas de gestión de calidad, por lo que se puede decir que es factible conseguir un 2% de ahorro sobre el presupuesto general del proyecto aplicando un adecuado sistema de gestión de calidad.

Es evidente que no solo puede generarse ahorro al corregir reprocesos y que no solo se puede considerar bueno el generar el menor gasto posible, pues los sistemas de calidad también ayudan a mejorar tiempos de ejecución y cumplir un adecuado alcance sin modificaciones. Sin embargo cualquier variable puede ser transformada o medida de forma financiera para que resulte fácilmente comprensible y agradable a la dirección del proyecto.

Por lo ya mencionado la medición de costos de no calidad generados por los reprocesos deben estar incluidos siempre en los sistemas de gestión de calidad y ser medidos lo más exactamente posible, facilitando así el camino hacia la mejora continua.

– Para la segunda hipótesis del trabajo de investigación que dice que la implementación de un proceso y sistema de gestión para el control de calidad, va a facilitar el cumplimiento eficiente de lo programado respecto a lo ejecutado, se puede comprobar de la siguiente forma:

Para el cuadro número 22 en el apartado de conclusiones podemos observar como aquellos proyectos con sistemas de gestión de calidad programados reducen sus costos de influencia por parte de los reprocesos, lo que hace más fácil cumplir lo programado respecto a lo ejecutado para la variable de costos.

En cambio en el capítulo cuatro, puede observarse en cada uno de los cuadros que corresponden a los entregables más importantes del proyecto según el método de Pareto, como los reprocesos generan atrasos de tiempo y variabilidad en el alcance del proyecto haciendo así más difícil cumplir lo ejecutado con respecto a lo programado. Sin embargo se puede evidenciar también que en aquellos entregables que existen menor cantidad de fallos o reprocesos, como las variables de tiempo y alcance se mantienen similares a las programadas o se reducen facilitando el cumplimiento de lo programado frente a lo ejecutado.

Al facilitar el cumplimiento de lo programado frente a lo ejecutado para las variables de alcance, tiempo y costos en un proyecto de construcción, se puede decir que se está facilitando en general el cumplimiento de lo programado frente a lo ejecutado del proyecto en general, pues estas variables son las que habitualmente se controlan tanto por las organizaciones constructoras como por los clientes solicitantes del proyecto.

6.2 Recomendaciones.

En una buena parte de los proyectos de construcción para la ciudad y provincia de Loja en el sector educacional y multifamiliar se realizan únicamente controles de calidad en las inspecciones finales de cada entregable y no se realizan a sus procesos, lo que genera exceso de reprocesos y malas prácticas que conllevan consecuencias ligados a altos costos y tiempos de ejecución. Por esto que se recomienda la utilización de sistemas de gestión de calidad que intervengan en todas las etapas de desarrollo de los proyectos para garantizar un caminar hacia la mejora continua a través por ejemplo de un ciclo de Deming (PHVA).

Es importante recalcar que ningún sistema de gestión de calidad debería aparecer solo en los proyectos, si no que debería formar parte del sistema global de gestión de proyectos que engloba a sistemas de gestión de costos, tiempos, recursos humanos, alcance, entre otros; solo así resultará 100% eficiente en su labor por mejorar la calidad del proyecto, generando la retroalimentación para la gestión global

Para que los sistemas de gestión de la calidad sean exitosos es de vital importancia que todos los participantes del proyecto estén de acuerdo con él e informados del mismo. Parte de la clave del éxito se encuentra en que los mandos directivos deben estar convencidos y dispuestos a la creación y mantenimiento de los sistemas de gestión de calidad.

Finalmente debe recordarse que los costos iniciales de mantener un departamento de calidad encargado de estos sistemas de gestión no son tan altos como se cree, y lo más importante que esos costos se verán rápidamente amortizados con los beneficios que generará la gestión de la calidad.

Bibliografía

- Abril, C. (s.f.). *Manual para la integración de sistemas de gestión, Calidad, Medio Ambiente y Riesgos Laborales*.
- Bautista, M. A. (2007). Gerencia de proyectos de construcción inmobiliaria Fundamentos para la gestión de la calidad.
- calidad, A. e. (2011). Costos de Calidad.
- Campanella, J. (2000). *Los costos de la calidad: principios, implantación y uso*.
- Castro, D. (2006). Organización y control de obras.
- Climent, S. (s.f.). Los costos de calidad como estrategia empresarial, .
- Cordero C., C. J. (s.f.). Guía para la elaboración de un plan de calidad, editado por Plataforma de ONG de Acción Social.
- feigenbaum, A. V. (1994). *Control total de la calidad* .
- Gerr., M. (s.f.). *Manual de Dirección de Calidad*.
- H., H. J. (1990). *El coste de la mala calidad*.
- Hernàn, R. (2011). *El Sector de la Construcción en perspectiva*.
- INEC, R. d. (2012). Nacional de Estadísticas y Censos.
- Josè, C. R. (2000). *Historia de la Calidad*,.
- Juan, V. S. (s.f.). *Gestión de la calidad: mejora continua y sistemas de gestión*.
- Lengua, R. A. (s.f.).
- LF, B. B. (s.f.). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción*.
- Lock, D. (s.f.). *The essentials of project management*.
- NIJ. (s.f.). – Normas Industriales Japonesas para la calidad NIJ.
- oit. (s.f.). Anuario de Estadísticas de Trabajo.

- OIT. (s.f.). – *Organización Internacional del Trabajo (OIT), en “La industria de la construcción en el siglo XXI: su imagen, perspectivas de empleo y necesidades en materia de calificaciones.*
- PMBOK. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (guía PMBOK).* Newton Square.
- Quality, A. S. (2000).

ANEXOS

ANEXO “A1”

**Levantamiento Arquitectónico Existente del Proyecto de
Apoyo**

ANEXO “A2”

Presupuesto General del Proyecto de Apoyo

ANEXO “A3”

Cronograma General del Proyecto de Apoyo

ANEXO “A4”

Organigrama de Funcionarios del Proyecto de Apoyo

ANEXO “B1”

Nuevo Diseño Arquitectónico Propuesto

ANEXO “B2”

Nuevo Diseño Estructural Propuesto

ANEXO “C”

Fotografías Generales del Proyecto en Línea de Tiempo