UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta para reducir los costos de la no calidad en las partidas de concreto armado
utilizando los lineamientos del PMBOK en proyectos de edificación en pequeñas y
medianas empresas en la ciudad de Lima

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Gudiel Cairampoma, Roger Antonio (0000-0002-2911-949X)

Solis Puente, Noel Percy (0000-0002-7944-1858)

ASESOR

Rodríguez Dionisio, Sandra (0000-0002-5308-6923)

Lima, 05 de Agosto de 2020

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a nuestras familias, quienes además de apoyarnos moral y anímicamente, sacrificaron tiempo de unión y compañía poniendo por delante los objetivos de nuestras carreras universitarias

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros catedráticos de la Universidad de Ciencias Aplicadas UPC, quienes nos formaron académicamente, para enfrentar los diferentes retos en nuestra vida profesional. Mención especial para nuestra asesora de tesis Ing. Sandra Rodríguez Dionicio, quien con su profesionalismo y paciencia nos apoyó en la elaboración del presente proyecto.

RESUMEN

Casi siempre al hablar de calidad, se relaciona a un producto con un costo por arriba del promedio, esto está en función al mercado en que se ofrezca el producto; para dar un breve alcance de calidad, se puede decir que es la medición de la satisfacción del cliente.

Para llegar el objetivo de la entrega del producto final en la construcción, se ejecutan distintas partidas, consideradas en el presupuesto, así como, en el cronograma de obra; estos están sujetos a ciertos controles, los cuales, al no lograr la aprobación, adquieren el nombre de No Conformidad, lo que quiere decir No Calidad.

En nuestro medio se han visto emerger grandes, pequeñas y medianas empresas dedicadas al rubro de la construcción de edificaciones comerciales y multifamiliares; muchas de las cuales no contemplan un adecuado sistema de gestión de la calidad; la presente investigación presenta algunos casos de pequeñas empresas que no le dan la importancia adecuada al control de calidad en las partidas de concreto armado; notándose el incremento de los costos propuestos en la etapa de planeamiento.

Se analizará cada proyecto, a fin de alcanzar una propuesta, utilizando las herramientas del PMBOK, las cuales permitirán establecer avances en el sistema de gestión de la calidad de cada empresa, logrando así, una mejora continua en sus procesos; los cuales serán elementos medibles a través de criterios básicos y en formatos fáciles de interpretar, logrando así, minimizar los costos de No Calidad y mejoras en los tiempos de ejecución del proyecto.

Palabras clave: Calidad; sistema de gestión; No Conformidad; No Calidad; mejora continua; Reprocesos.

ABSTRACT

Proposal to reduce the costs of non-quality in consignments of reinforced concrete using the pmbok guidelines in building projects in the city of lima

Almost always when speaking of quality, it is related to a product with an above-average cost, this depends on the market in which the product is offered; To give a brief scope of quality, it can be said that it is the measurement of customer satisfaction.

To reach the objective of delivering the final product in construction, different items are carried out, considered in the budget, as well as in the work schedule; These are subject to certain controls, which, by failing to obtain approval, acquire the name of Non-Conformity, which means No Quality.

In our environment, large, medium and small companies dedicated to the field of construction of commercial and multi-family buildings have emerged; many of which do not include an adequate quality management system; The present investigation presents some cases of small companies that do not give adequate importance to quality control in consignments of reinforced concrete; noting the increase in costs proposed in the planning stage.

Each project will be analyzed, in order to reach a proposal, using the PMBOK tools, which will make it possible to establish progress in the quality management system of each company, thus achieving continuous improvement in its processes; which will be measurable elements through basic criteria and in easy to interpret formats, thus minimizing Non-Quality costs and improvements in project execution times.

Key words: Quality Control; management system; Non-conformity; No Quality; continuous improvement; Reprocesses

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
TABLA DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
INTRODUCCIÓN	1
A. REALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA	1
B. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
C. ESTADO DEL ARTE.....	2
D. HIPÓTESIS.....	5
E. OBJETIVO GENERAL	6
F. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
G. LIMITACIONES	6
H. JUSTIFICACIÓN.....	6
I. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO.....	7
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	9
1.1. LA CALIDAD Y SU EVOLUCIÓN	9
1.1.1. Definición de calidad.....	11
1.1.2. Calidad en la construcción.....	13
1.1.3. Restricciones de la calidad	14
1.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	15
1.2.1. Plan de Calidad	16
1.2.2. Cero defectos	16
1.3. COSTOS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD Y SU CLASIFICACIÓN	18
1.3.1. Costos de calidad	18
1.3.2. Costos de no calidad	20
1.4. NO CONFORMIDADES Y OBSERVACIONES	22
1.5. EL CICLO P-H-V-A.....	24

1.6.	HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD	26
1.6.1.	Planilla de Verificación y/o Hoja de Registro	26
1.6.2.	Diagrama de causa – efecto (Ishikawa)	29
1.6.3.	Diagrama de Pareto	32
1.6.4.	Histogramas	36
1.6.5.	Juicio de expertos	38
1.7.	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS	42
1.7.1.	Encuestas	42
1.7.2.	Métodos de muestreo	43
1.8.	PMBOK: GESTIÓN DE LA CALIDAD	45
1.8.1.	Planificar la Gestión de la Calidad	46
1.8.2.	Gestionar la Calidad	47
1.8.3.	Controlar la Calidad	48
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA		50
2.1.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	50
2.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	51
2.3.	PROCEDIMIENTO	51
2.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS INVOLUCRADOS EN LA INVESTIGACIÓN ...	53
2.5.	HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN	57
CAPÍTULO 3: DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		59
3.1.	ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	59
3.1.1.	Las no conformidades como precedente a la no calidad	60
3.2.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL PROCESO ACTUAL	60
3.2.1.	Proceso del control de Calidad Proyecto “A”	60
3.2.2.	Proceso del control de Calidad Proyecto “B”	64
3.2.3.	Proceso del control de Calidad Proyecto “C”	68
3.2.4.	Proceso del control de Calidad Proyecto “D”	72
3.2.5.	Proceso del control de Calidad Proyecto “E”	76
3.3.	ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO ACTUAL DE LOS PROYECTOS	79
3.3.1.	Análisis e identificación de los problemas en el control de calidad actual .	79
3.3.2.	Conclusiones del análisis actual de los proyectos analizados	85
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA		88

4.1.	PROPUESTA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD	90
4.2.	EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	91
4.3.	PROCESO DE CONTROL DE LA CALIDAD.....	92
4.4.	PROPUESTA PARA EL PROCESO DE MEJORA CONTINUA	94
CAPITULO 5: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA		97
5.1.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EXPERTOS	97
5.2.	MÉTODO DE EVALUACIÓN	100
5.3.	ANÁLISIS DE JUICIO DE EXPERTOS	101
5.3.1.	Implementación de la Propuesta.....	101
5.3.2.	Flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad.....	104
5.3.3.	Conclusiones sobre la propuesta.....	107
5.4.	RETROALIMENTACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS	108
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES		112
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		113
ANEXOS		116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos de la no calidad por proyectos	1
Tabla 2. Definiciones de Calidad según los grandes expertos	12
Tabla 3. Costo de la Calidad. Adaptado de PMBOK	19
Tabla 4. Cuadro de datos para elaborar el diagrama de Pareto.	34
Tabla 5. Cuadro de porcentajes para el diagrama de Pareto.....	34
Tabla 6. Cuadro de datos para el Histograma.....	37
Tabla 7. Implementación de un plan de gestión de la calidad en proyectos analizados.....	80
Tabla 8. Registro de NO conformidades en la partida concreto armado en el Proyecto “A”	81
Tabla 9. Métrica de calidad utilizado en el proyecto “A”	82
Tabla 10. Hoja de verificación por defectos acumulados en la partica concreto armado de cada proyecto.....	84
Tabla 11. Costos de implementación de sistema de gestión de calidad.	95
Tabla 12. Descripción de expertos para validar la propuesta	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Asignación de costos de los responsables.....	4
Figura 2. Causas de retrabajo y sus contribuciones a los costos generales de retrabajo.	5
Figura 3. Evolución de la Calidad.	11
Figura 4. Triple restricción de la calidad.....	14
Figura 5. Diseño de un plan de calidad.	16
Figura 6. Catorce pasos del cero defectos de Crosby.....	17
Figura 7. El costo de la No Calidad.....	21
Figura 8. Costos de la no calidad. Adaptado por los autores, 2020.	22
Figura 9. Tipos de No Conformidades.	23
Figura 10. Seguimiento a las No conformidades.....	24
Figura 11. Círculo de Deming.	25
Figura 12. Planilla de verificación, categoría por ítems.	28
Figura 13. Planilla de verificación – Datos totalizados.	28
Figura 14. Paso 1 – Diagrama Causa – Efecto	30
Figura 15. Paso 2 – Diagrama Causa – Efecto	30
Figura 16. Paso 3 – Diagrama Causa – Efecto	31
Figura 17. Paso 4 – Diagrama Causa – Efecto	31
Figura 18. Principio de Pareto	33
Figura 19. Diagrama de Pareto.....	35
Figura 20. Gráfico del histograma y polígono. Adaptado por los autores,2020.....	38
Figura 21. Planificar la gestión de la Calidad.....	47
Figura 22. Gestionar la Calidad.....	48
Figura 23. Controlar la Calidad.	49
Figura 24. Procedimiento de la investigación	51
Figura 25. Vista del Proyecto “A”	53
Figura 26. Vista del proyecto “B”	54
Figura 27. Vista del Proyecto “C”	55
Figura 28. Vista del Proyecto “D”	56
Figura 29. Vista del Proyecto “E”	57
Figura 30. Identificación de Hallazgos que intervienen en la No Calidad.	60
Figura 31. Organigrama Proyecto “A”.	61

Figura 32. Flujo del control de calidad en el Proyecto A para las partidas de concreto armado.....	63
Figura 33. Organigrama Proyecto “B”	65
Figura 34. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto B.	67
Figura 35. Organigrama Proyecto “C”	68
Figura 36. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto C.	70
Figura 37. Organigrama Proyecto “D”	72
Figura 38. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto D.	75
Figura 39. Organigrama Proyecto “E”	76
Figura 40. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto E.	78
Figura 41. Porcentaje de implementación de plan de calidad en los proyectos analizados	80
Figura 42. Porcentaje de defectos en concreto por elementos.....	83
Figura 43. Porcentaje de defectos en concreto armado de los proyectos analizados	85
Figura 44. Diagrama Causa Efecto de las no conformidades de la partida concreto armado	87
Figura 45. Flujograma de propuesta para reducir costos de la no calidad.....	89
Figura 46. <i>Gráfica sobre el conocimiento del Sistema de gestión de la calidad</i>	102
Figura 47. Gráfica sobre el conocimiento del Sistema de gestión de la calidad	103
Figura 48. Gráfica sobre el conocimiento del Sistema de gestión de la calidad	103
Figura 49. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad.....	104
Figura 50. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad.....	105
Figura 51. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad.....	105
Figura 52. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad.....	106
Figura 53. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad.....	107
Figura 54. Gráfica sobre la conclusión de la propuesta.....	108

INTRODUCCIÓN

A. Realidad de la problemática

La gestión del aseguramiento de la calidad se ha convertido en una herramienta muy importante dentro del rubro de construcción; pero la no implementación o su deficiente implementación durante el proceso de ejecución viene generando una serie de dificultades debido a la cantidad y complejidad de los procesos típicos de un proyecto de edificación, donde se ve afectado en la mayoría de casos uno de sus factores más importantes como es el costo del proyecto.

La falta de un control en la calidad de las partidas de concreto armado, induce al incumplimiento de estándares que conllevan a realizar reprocesos, reparaciones y modificaciones, los cuales generan sobrecostos y/o costos adicionales no contemplados para el proyecto. Este impacto negativo ocasionado por la no calidad, principalmente se origina durante el proceso de ejecución y pueden cuantificarse en porcentajes muy importantes y representativos con relación al costo de la partida en general, la cual finalmente termina afectando al costo del proyecto, según se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Costos de la no calidad por proyectos

COSTOS DE LA NO CALIDAD POR PROYECTO

PROYECTO	Costo de la Partida Concreto Armado	Obs. Por Retrabajos	Costo de No Calidad	% del Costo No Calidad
CONCRETO ARMADO				
Proyecto A - Edificio 08 Pisos - Miraflores	S/ 1,727,781.62	34	S/ 47,450.31	2.7%
Proyecto B - Edificio 08 Pisos - Surquillo	S/ 1,140,185.34	31	S/ 43,263.52	3.8%
Proyecto C - Edificio 06 Pisos + Azotea - San Miguel	S/ 955,149.25	25	S/ 34,889.93	3.7%
Proyecto D - Edificio 07 Pisos + Azotea - San Miguel	S/ 1,016,923.82	37	S/ 51,637.10	5.1%
Proyecto E - Edificio 12 Pisos - Surco	S/ 2,823,637.86	63	S/ 87,922.63	3.1%
Proyecto F - Edificio 07 Pisos - Magdalena	S/ 1,006,283.31	32	S/ 44,659.11	4.4%

(Fuente: Elaboración propia)

Es el interés del presente trabajo de investigación, analizar las causas, efectos y posibles soluciones a este problema usando metodología del PMBOK; con la finalidad de proponer

un plan de prevención que permita minimizar los impactos negativos que se generan al no contar con el debido sistema de gestión, principalmente en lograr reducir los costos ocasionados por la no calidad en la ejecución de partidas de concreto armado.

B. Formulación del Problema

Tras la problemática presentada nos hacemos la siguiente interrogante:

¿Será posible que mediante una propuesta se reduzca los costos de la No Calidad en las partidas de concreto armado utilizando los lineamientos del PMBOK, para proyectos de edificación en pequeñas y medianas empresas en la ciudad de Lima?

C. Estado del Arte

El sistema de gestión de la calidad se ha convertido en una principal herramienta dentro del rubro de Construcción de edificaciones, ya que sus productos terminados están destinados a servir de espacio para el desarrollo de la actividad humana; por lo que se prioriza que, durante la ejecución de la estructura de una edificación, ésta cumpla con todos los estándares de calidad que corresponda. La no calidad o su deficiente implementación se ve reflejada en el costo de retrabajos que terminan afectando el presupuesto del proyecto.

Bajo la guía del PMBOK, la gestión de la calidad implementada en un proyecto debe de incluir los procesos y distintas actividades para quienes ejecuten el proyecto, con la finalidad de asumir y derivar responsabilidades, plantear objetivos y definir políticas de calidad para lograr el objetivo general y la completa satisfacción del usuario final. Esto se debe de ejecutar a fin de obtener en los resultados una mejora continua dentro de las actividades internas.

En el caso de un resultado insatisfactorio de los resultados de calidad del proyecto, podrían traer consecuencias graves para algunos interesados en el mismo, en lo que respecta a plazos de entrega y costo del proyecto.

En el año 2018 tras realizar una investigación sobre el impacto del costo de la no calidad, los investigadores argumentan que “muchos proyectos de construcción a gran escala sufren la emisión de retrabajo que finalmente conduce a sobre costos sustanciales y retrasos importantes en la programación. Los académicos y profesionales de todo el mundo han evaluado el impacto de estos cambios y las causas críticas detrás de ellos, encontrando difícil la mitigación después de que se haya realizado el reproceso. Por lo tanto, la identificación de los primeros indicadores de causas de retrabajo manejables y la implementación de estrategias de mitigación apropiadas antes de la necesidad de levantar dichas observaciones resultarían muy importantes.” (Safapur & Kermanshachi, 2018)

En ese mismo año, en China se realizaba otra investigación sobre la magnitud de sobre costos por retrabajos y el grado de responsabilidad asumida; donde mencionan que “la reelaboración se ha identificado como una de las principales causas de sobre costo de proyectos de construcción residencial. El estudio tuvo como objetivo investigar la magnitud de los costos de retrabajo generados por diferentes fuentes para proyectos de construcción residencial en China. Seis proyectos de edificios residenciales fueron seleccionados como casos de muestra; Se recopilaron y analizaron las actividades de retrabajo y su información detallada de costos. El resultado reveló que el costo promedio de retrabajo de los proyectos de construcción residencial fue del 4.95% del costo total del proyecto. La mayoría de los costos de retrabajo fueron generados por tres fuentes, incluida la administración de campo del contratista (20.10%), la administración del diseño (18.91%) y la administración del cliente (14.73%). También se descubrió que los principales responsables de los costos de retrabajo no asumieron las responsabilidades correspondientes. Por lo tanto, indicaron que se requiere el establecimiento de un mecanismo de asignación de costos de retrabajo para mejorar el sentido de responsabilidad entre las diferentes entidades.” (Liu, Ye, Feng, Wang, & Peng, 2018)

Figura 1. Asignación de costos de los responsables.

(Fuente: Liu, Ye, Feng, Wang, & Peng, 2018)

Actualmente en el año 2,020 ya se ha realizado varios estudios sobre los costos por retrabajos; donde los investigadores concluyeron en lo siguiente; “la reelaboración se ha convertido en una característica endémica del proceso de adquisición en la construcción que invariablemente conduce a excesos de tiempo y costos en los proyectos. Por lo tanto, para mejorar el desempeño de los proyectos, es necesario identificar las causas y los costos de la reelaboración de la construcción. La investigación presentada en este documento identifica, analiza y discute las causas, las magnitudes y los costos de la reelaboración experimentada en dos proyectos de construcción. Los resultados revelaron que los costos de retrabajo para los proyectos de estudio de caso fueron del 4,4% de los valores de construcción del período de observación, y el tiempo necesario para corregirlos fue del 7,1% del tiempo total de trabajo. Los errores de construcción que generaron retrabajo se analizaron más a fondo de acuerdo con sus orígenes, tipos y posiciones, se identificaron y discutieron las causas del retrabajo de construcción, y se sugirieron acciones preventivas.” (González Medina & Vargas Bellido, 2016)

Figura 2. Causas de retrabajo y sus contribuciones a los costos generales de retrabajo.

(Fuente: Josephson, Larsson, & Li, 2002)

D. Hipótesis

La situación actual en los proyectos de edificación, donde no se cuenta con un sistema de gestión para el manejo de la no calidad de las partidas de concreto armado durante su ejecución, presentan una serie de impactos negativos que podrían ser mitigados si se aplicaran un adecuado sistema de gestión.

La implementación de una propuesta para prevenir la no calidad en la ejecución de la partida de concreto armado en las pequeñas y medianas empresas, utilizando como herramienta principal, los lineamientos del PMBOK, ayudaría a tener un mejor seguimiento y control que evitaría incrementar los costos del proyecto.

E. Objetivo General

Reducir los costos de No Calidad en las partidas de concreto armado mediante una propuesta utilizando los lineamientos del PMBOK; para proyectos de edificación en pequeñas y medianas empresas en la ciudad de Lima.

F. Objetivos Específicos

- Identificar las principales causas de la no calidad, apoyados en las herramientas dadas por los lineamientos del PMBOK, aplicados a la partida de concreto armado para los proyectos de edificaciones en la ciudad de Lima.
- Determinar el proceso actual del control de la no calidad en la partida de concreto armado de cada proyecto y su impacto en el costo.
- Desarrollar la propuesta de mejora para la gestión de la no calidad en la partida de concreto armado.

G. Limitaciones

El siguiente trabajo de investigación solo se limita a proyectos de edificación ejecutadas por empresas pequeñas o medianas que no cuentan con la implementación de un sistema de gestión de calidad o para aquellas que sólo realizan control de calidad empleando criterios y conocimientos de calidad en base a la experiencia de sus supervisores a cargo.

H. Justificación

Para poder hacer frente a la problemática de No conformidades por la No Calidad en las partidas de Concreto Armado, se efectúa la presente investigación tomando una muestra de cinco obras de edificaciones multifamiliares, considerando los múltiples motivos que resultan en la no conformidad en los casos presentados. Debido a estas No conformidades, se busca plantear una propuesta para reducir los costos de la no calidad en las partidas

de concreto armado utilizando los lineamientos del PMBOK en proyectos de edificación en la ciudad de Lima.

I. Descripción del contenido

La presente Tesis consiste en la elaboración de una propuesta para reducir los costos de la no calidad en las partidas de concreto armado utilizando los lineamientos del PMBOK en proyectos de edificación en la ciudad de Lima. Este documento está dividido en 5 capítulos, el primero es el marco teórico, donde se detallan los conceptos empleados en el desarrollo de la investigación; se definirán los principales términos en relacionados al sistema de gestión de la calidad, como estas, han venido evolucionando al correr del tiempo y las herramientas básicas empleadas para la misma; así como, la implementación dentro del sector de la construcción.

En el segundo capítulo, se aborda el tema de la metodología de la investigación, donde se tomarán en consideración las definiciones de las variables del costo de la No Calidad en las partidas de concreto armado y la definición de la propuesta, la cual busca reducir los costos de la No calidad utilizando lineamiento de la guía del PMBOK; se conocerán el nivel, el diseño, Características de los proyectos involucrados y las herramientas que se utilizan en los distintos proyectos de la investigación.

En el tercer capítulo, conoceremos el diagnóstico de la situación actual de las partidas de concreto armado en los proyectos de la presente investigación; donde se contempla el análisis y estudio de la situación actual de las partidas de concreto armado en los proyectos de estudio; las No Conformidades como precedente a la No Calidad, el levantamiento de Información de los procesos empleados para el desarrollo de las partidas de concreto armado, el análisis del procedimiento actual de los proyectos y el análisis e identificación de los problemas en el control de calidad actual.

El capítulo cuarto contendrá la propuesta de prevención, introduciéndonos al propósito de la presente investigación; se darán a conocer las propuestas de mejora durante la planificación, gestión y control de la calidad, basados en los lineamientos de la guía del PMBOK que permitirán reducir los costos de la No Calidad en la partida de concreto armado. Asimismo, se planteará propuestas de mejora continua que permitirán mejorar el control de calidad en proyectos futuros ejecutados por pequeñas y medianas empresas.

En el capítulo quinto se darán a conocer la validación de la propuesta, donde se tomarán en consideración los criterios de selección de expertos, el método de evaluación para la selección de los expertos; el análisis de juicio de expertos y la retroalimentación de juicio de expertos.

Finalizando la presente investigación se presentarán los anexos que nos ayudaran a la descripción de los distintos capítulos de la tesis, material que servirá de apoyo para una mejor comprensión del mismo.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se explicará el marco teórico que sustenta el desarrollo de esta investigación; ello implica dar a conocer conceptos y definiciones relacionadas a la Calidad, su evolución a lo largo del tiempo y sus herramientas e implementación dentro del sector de la construcción.

1.1.La calidad y su evolución

A lo largo de la historia, el ser humano ha manifestado su amplia preocupación por mejorar la calidad de un producto, bien o servicio. Es así que, remontándonos a las primeras civilizaciones, podemos constatar que los Fenicios utilizaban la frase “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”, haciendo de ello un código o parámetro de calidad que castigaba con la habitual práctica de cortar la mano de toda aquella persona que reincidía en realizar productos defectuosos.

En la época medieval, el artesano realizaba la fabricación artesanal y venta de productos en sus pequeños talleres; donde además le permitía captar directamente las quejas de sus consumidores que le servirían de información para mejorar sus procesos y no cometer los mismos errores. La expansión del comercio en esta época dio un nuevo paso en la gestión de la calidad que permitió la aparición de garantías en los contratos de venta.

Durante los siglos XVII y XVIII surgen grandes gremios de artesanos que logran establecer algunas especificaciones para los materiales, para los procesos y para los productos finales; considerándose así el origen de las organizaciones de certificación que tenían como función principal la supervisión, admisión y autorización de socios que lograsen cumplir ciertos requisitos exigidos por los gremios.

En el año de 1875, se da el primer indicio de calidad a través de la gestión científica de Taylor cuyo interés se centraba en la productividad. Y en el año de 1900, Henry Ford mediante su principio Línea de Montaje introduce la producción en serie con la finalidad de mejorar la productividad y la calidad dando origen así al concepto de estandarización. Hasta el año de 1930, la inspección, detección y separación de productos defectuosos fueron características fundamentales de esta época.

Durante la II Guerra Mundial se logra establecer las bases de la industria moderna y con ello surge la necesidad de utilizar la estadística como técnica para el controlar y mejorar la calidad. La garantía, la disponibilidad, la cantidad, el plazo y la eficacia en la producción de armamento bélico fueron pilares importantes para la definición de calidad, cuyo enfoque pasaría de la inspección al control.

Entre los años de 1950 y 1979 se logra identificar que el problema de los productos defectuosos radica en cada una de las fases del proceso producción y que para poder eliminarlos no bastaría con realizar una estricta inspección, lo cual fortalecería el enfoque de la calidad en base al control. En esta época comenzarían a desarrollarse los sistemas de calidad para empresas que tenían como herramienta fundamental la medición y el planeamiento orientado al enfoque de la calidad que se construye desde adentro.

Los años 80's son remarcados por el gran auge de los productos japoneses debido a su producción en gran magnitud y su nivel de calidad; lo que ha conllevado al modelo oriental a convertirse en una base a seguir para la industria occidental; impulsando a los EEUU a renovar su sistema de calidad orientado con la filosofía japonesa.

Durante la presente década, tras la extensa proliferación de estudios, trabajos y experiencias sobre el óptimo modelo de la gestión de la calidad total (Total Quality Management) queda remarcada que la preocupación por la calidad se ha generalizado en muchos países que

intentan recopilar e implantar rápidamente en sus empresas todas las enseñanzas Europeas. Es en esta misma época en la que se da el inicio al surgimiento de diferentes asociaciones encargadas a fomentar la calidad. (Miranda Gonzales, Mera Chamorro, & Rubio Lacoba, Calidad y Excelencia, 2016)

En la actualidad, desde los primeros años del siglo XXI; la calidad se ha convertido en un requisito imprescindible para competir de los diferentes mercados donde el éxito no sólo es tener la calidad; sino depende de ciertas condiciones previas de competencia. En los últimos años se ha marcado a la tendencia de contar con los denominados sistemas integrados de gestión que integra relativamente a la calidad, medioambiente y prevención de riesgos laborales.

Figura 3. Evolución de la Calidad.

(Fuente: Elaboración propia)

1.1.1. Definición de calidad

El concepto de calidad en los últimos años ha logrado evolucionar a medida que las industrias y sus métodos de producción también evolucionaban; surgiendo con ello su modo de gestionarla para lograr la satisfacción de las expectativas del cliente.

Etimológicamente, el termino calidad procede del latín “qualitas-atis”, definido por el Diccionario de la Real Academia Española como “la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de

su especie”. Esta es la idea que la mayoría de los individuos tienen en la mente al utilizar la palabra calidad. Se trata de una noción estrechamente unida al producto, pero independiente de los procesos que se han llevado a cabo. De las múltiples definiciones del término ninguna puede considerarse como la mejor, sino que más bien cada definición se adapta mejor a diferentes objetivos estratégicos de la empresa. (Miranda Gonzales, Mera Chamorro, & Rubio Lacoba, Calidad y Excelencia, 2016)

Algunos de los grandes expertos en la materia tienen sus propios conceptos tal como se puede apreciar en la tabla N° 2.

Tabla 2. Definiciones de Calidad según los grandes expertos

J.M. Jurán (1974)	"La idoneidad para el uso"
B. Crosby (1979)	"Cumplimiento de unas especificaciones o la conformidad de unos requisitos"
A. Feigenbaum (1986)	"El conjunto de las características del producto (bien o servicio) de marketing, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través del cual el producto satisface las expectativas del cliente"
W.E. Deming (1989)	"Un grado predecible de uniformidad y habilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades del mercado"
Kirchner (2002)	"La calidad es la aptitud para el uso"

(Fuente: López, 2006)

De todas estas definiciones podemos definir que la calidad depende de las propiedades y características del producto o servicio, cumpliendo ciertos requisitos o especificaciones, debiendo satisfacer las necesidades del consumidor final y estando totalmente apto para su uso. (Galicia Alarcón & Balderrama Trápaga, 2017)

Asimismo, la Guía del PMBOK dentro de sus conceptos claves para la gestión de la calidad de proyectos define la calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes satisface los requisitos. (PMI, 2017)

1.1.2. Calidad en la construcción

La calidad en el sector construcción está enfocada a evitar la aparición de defectos, a través del cumplimiento de ciertos requisitos que logren satisfacer las necesidades del usuario. Debido al complejo proceso que representa la construcción; la intervención de múltiples agentes está centrado en conseguir la calidad final que satisfaga al usuario, y para lo cual se necesita que todo el proceso cuente con la adecuada planificación y ejecución en cada uno de sus eslabones.

Cada uno de los agentes que intervienen debe gestionar con calidad su parte en el proceso y esa gestión tienen que ser inducida y coordinada por el promotor, ya que a él le concierne el inicio y la dirección del proceso constructivo. (INFAIMON, 2018)

El concepto de calidad de la construcción identifica las características de diseño y de ejecución que son críticas para el cumplimiento del nivel requerido para cada una de las etapas del proyecto de construcción y para su vida útil, así como los puntos de control y los criterios de aceptación aplicables a la ejecución de las obras.

El proyecto debe indicar la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas para la construcción, así como las listas de verificación, controles, ensayos y pruebas, que deben realizarse de manera paralela y simultánea a los procesos constructivos. (RNE GE030, 2006)

Es por ello que el control de calidad en el sector construcción, tiene un impacto tan significativo cuando se ejecuta una obra de construcción de manera correcta (beneficios) o de manera incorrecta (pérdidas).

1.1.3. Restricciones de la calidad

La triple restricción o triple limitación está restringido a una acción o inacción aplicable a un proyecto. Existe tres elementos de gestión como son el tiempo, costo y alcance que son de vital importancia para que un proyecto resulte exitoso siendo la calidad el cuarto elemento que está estrechamente ligada a cada una de ellas; en el caso del alcance, ésta basa en los requerimientos del cliente y por lo tanto involucra la calidad del producto; en tanto el tiempo y costo que se ajustan a los procesos con calidad garantizarán productos con calidad.

En la literatura de sobre el tema de gerencia de proyectos algunos autores definen que el resultado final de un entregable está dado en base al alcance y que se puede medir en términos de costo, tiempo y calidad que son conocidos como la triple restricción. (Moreno Monsalve, Sanchez Ayala, & Velosa Garcia, 2018)

Figura 4. Triple restricción de la calidad

(Fuente: Elaboración propia)

Tomando en consideración el esquema de la triple restricción de la figura 4, podemos definir que al modificar o alterar cualquiera de sus elementos, las otras dos se verían afectadas directamente a tal punto de alterar los objetivos del proyecto.

1.2.Sistema de Gestión de la calidad

La gestión de la calidad está centrada en adquirir la calidad de un producto o servicio a través de la implementación de un sistema estructurado de actividades y procedimientos integrados, cuya finalidad sea satisfacer los requisitos de calidad establecidos. Para lograr comprender la definición de un sistema de gestión de la calidad mencionaremos algunos conceptos relacionados.

Un sistema de calidad es la estructura organizativa, las responsabilidades, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad. Se aplica en todas las actividades realizadas en una empresa y afecta a todas las fases, desde el estudio de las necesidades del consumidor hasta el servicio postventa. Los sistemas de calidad varían de una empresa a otras, pues están claramente influenciados por las prácticas específicas de cada organización. (Galicia Alarcón & Balderrama Trápaga, 2017)

Asimismo, podemos definir el modelo de gestión de la calidad como una filosofía de gestión cuyo objetivo último es suministrar productos con un nivel de calidad que satisfaga a los clientes y que simultáneamente consigan la motivación y satisfacción de los empleados, gracias a un proceso de mejora continua en los procesos de la organización y a la participación de todas las personas que forman parte de la organización o que se relacionan con la misma de forma directa. (Miranda Gonzales, Mera Chamorro, & Rubio Lacoba, Calidad y Excelencia, 2016)

En tanto, la Guía del PMBOK define que la Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados. La Gestión de la Calidad del Proyecto también es compatible con actividades de mejora de procesos continuos tal y como las lleva a cabo

la organización ejecutora. En tal sentido podemos definir que Gestionar la calidad es el proceso de convertir el plan de la calidad en actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto políticas de calidad de la organización (PMI, 2017)

1.2.1. Plan de Calidad

El plan de calidad de un proyecto es el documento básico donde queda establecido todas las prácticas específicas, secuencia de actividades y recursos que están relacionados con la calidad de un proyecto. Este documento establece las actividades debidamente jerarquizadas que involucra a todos los integrantes del proyecto en todas las fases del mismo, a fin de asegurar la calidad que satisfaga al cliente. El requisito del cliente es considerado el punto de partida para la elaboración de un plan de calidad, tal como se observa en la figura 5.

Figura 5. Diseño de un plan de calidad.

(Fuente: Elaboración propia)

El plan de calidad debe incluir estándares de calidad, objetivos de calidad del proyecto, roles y responsabilidades, entregables y procesos sujetos a revisión, actividades de control y de gestión de calidad, herramientas de calidad y procedimientos de acciones correctivas y mejora continua. (PMI, 2017)

1.2.2. Cero defectos

Hablar del término “Cero Defectos” se centra básicamente en realizar capacitaciones al personal de la organización y que estos tengan la capacidad de detectar los defectos antes de que se realice la producción en masa de un producto lo que tendría como efecto reducir los costos de elaboración sin afectar la calidad.

Según Philip B. Crosby, el cero defectos consiste en realizar lo acordado en el momento acordado, esto significa que se debe contar claramente con todos los requisitos, capacitación, actitud positiva y un plan. También menciona que para mejorar la calidad debe existir un director de calidad que no debería responsabilizarse de los problemas sobre calidad y que de estos deberían asumirla quienes lo produzcan o lo permitan.

Asimismo, asegura que el cero defectos se consigue estableciendo políticas de prevención que permitan trabajar sin cometer errores y que cuyo costo de prevención es justificable frente a los efectos negativos de la no calidad que para la organización serían mayores. (Miranda Gonzales, Mera Chamorro, & Rubio Lacoba, Calidad y Excelencia, 2016)

De acuerdo a esta teoría, Crosby estableció 14 pasos para la mejora de la calidad tal como se puede apreciar en la figura 6.

Figura 6. Catorce pasos del cero defectos de Crosby.

(Fuente: Miranda, Chamorro, & Rubio, 2007)

1.3. Costos de la gestión de la calidad y su clasificación

Cuando mencionamos el término de “costos” nos orientamos a mirarlo de manera negativa, sin embargo, los costos no sólo se analizan para intentar reducirlos, sino que nos sirven como herramienta de información estratégica que nos facilitarán la toma de medidas.

En algunos casos, las inversiones realizadas en la implementación de sistemas de calidad son vistas como una imposición de terceros que ocasionan elevados costos provocando la disminución de sus beneficios. Sin embargo, al contar con una mejor calidad conlleva a una mejor utilización de recursos y un mejor aprovechamiento del tiempo incrementando la productividad a un menor costo. (Galicía Alarcón & Balderrama Trápaga, 2017)

Los costos de la calidad sirven como herramienta de apoyo tanto para el análisis económico de la gestión de la calidad, como para el descubrimiento de procesos ineficaces que deben ser mejorados. Una de las principales dificultades del sistema reside en su medición, debido a que los sistemas de control de las empresas generalmente no son capaces de recoger toda la información referente a los costos de calidad. (Miranda Gonzales, Mera Chamorro, & Rubio Lacoba, Calidad y Excelencia, 2016)

Los costos de la gestión de la calidad, está dividido en dos partes: costos de calidad y costos de no calidad

1.3.1. Costos de calidad

El costo de calidad en un proyecto, generalmente no es asumida como tal, sino que, esta se encuentra dispersa en cada una de las diferentes partidas.

Según la Guía del PMBOK, el costo de la calidad óptima está asociado a un proyecto y es aquel que refleja el adecuado equilibrio para invertir en el costo de la prevención y evaluación con la finalidad de evitar los costos por falla. Los múltiples modelos muestran

que el costo de calidad es óptimo cuando los costos adicionales de prevención y evaluación no resulta ni beneficioso ni eficiente en materia de costos. (PMI, 2017)

Tabla 3. Costo de la Calidad. Adaptado de PMBOK

(Fuente: PMI, 2017)

Los costos de calidad, está dividida en dos grupos, tal como se observa en tabla 3. El primer grupo está enfocado al dinero que se gasta en la prevención y evaluación que corresponde a los costos de conformidad; mientras que el segundo grupo está relacionado con el dinero que se pierde por las fallas internas y externas que corresponden a los costos de no conformidad.

- **Costos de prevención**, son aquellos que están relacionados con la prevención al incumplimiento de los requerimientos de un producto, servicio, proceso o sistema de una empresa. Los costos de prevención, está enfocado a la inversión de dinero en un sistema estratégico cuyo uso adecuado nos permitirá disminuir otro tipo de costos que afecten a la organización.

Los costos de prevención desde el punto de vista financiero no son realmente un costo, sino una inversión; una inversión para evitar costos futuros (Fragas Domínguez, 2012).

- **Costos por evaluación**, son aquellas erogaciones generadas por la búsqueda y detección de errores dentro del proceso de inspección de productos, servicios, procesos o sistemas de una empresa que permitirán asegurar el cumplimiento de los requerimientos.

Estos costos de evaluación son implementados siempre que la alta dirección no está segura de que la inversión para la prevención es capaz de eliminar al 100% la posibilidad de error. La única razón por la que se evalúa es porque la prevención puede no ser eficaz al 100%. Esto indica que las inversiones para evaluar sólo serán redituables si al detectarse un problema, no sólo se corrige; sino que además se analiza lo que sucedió y sobre todo se actúa para modificar el proceso y garantizar que el problema no se vuelva a presentar. (Fragas Domínguez, 2012).

1.3.2. Costos de no calidad

Los costos de no calidad son aquellos que son ocasionados por el incumplimiento de los requerimientos, es decir; por la falta de calidad en el diseño, desarrollo y producción, cuyos efectos podrían trascender o no hasta el usuario final, afectando los servicios al cliente tales como postventa, garantía, reparaciones, etc.

Los costos de la no calidad presentan el inconveniente de ser difíciles de evaluar; por consiguiente, existe una serie de costos evidentes de no calidad que representa la punta de un iceberg de problemas que sobresalen por encima de la superficie, pero por debajo de ella surgen nuevos costos como consecuencia de los problemas de no calidad que son difíciles de controlar y reconocer, por lo tanto es necesario tenerlos en cuenta. (Galicía Alarcón & Balderrama Trápaga, 2017)

Figura 7. El costo de la No Calidad

En tal sentido podemos concluir que los costos de no calidad (o mala calidad); generan costos que finalmente es asumido por la empresa u organización, a partir de las fallas que podrían generar grandes pérdidas si no son controladas con la debida prevención y evaluación, tal como se aprecia en la figura 7.

Los costos de no calidad se subdividen en:

- **Costos por fallas internas**, son aquellos importes que se generan por el incumplimiento en los requerimientos de los productos, servicios y procesos en la cual la empresa u organización tiene el control directo. Dentro de este costo por fallas internas podemos incluir los costos por desperdicios, retrabajos, análisis de fallas entre otros.
- **Costos por fallas externas**, son aquellos costos erogados por el incumplimiento en los requerimientos de los productos, servicios y procesos en la cual la empresa u organización no tiene control alguno. Dentro de este costo por fallas externas podemos incluir los costos por reemplazo, reparaciones por garantía, quejas, etc.

Para poder entender ambos conceptos sobre los costos por fallas podemos observar lo señalado en figura 8.

Figura 8. Costos de la no calidad. Adaptado por los autores, 2020.

(Fuente: Elaboración propia)

1.4.No conformidades y Observaciones

Es importante destacar que en los proyectos de construcción se utiliza los términos de observaciones y no conformidades como título a los incumplimientos de los requerimientos establecidos. Aparentemente ambos términos podrían referirse a lo mismo; sin embargo, presentan una diferencia muy marcada entre ellos.

- **No conformidad**, es el incumplimiento de normas, requisitos o especificaciones de un proceso, producto o servicio establecido dentro del sistema de calidad de la empresa u organización. Las no conformidades son consideradas como actividades no contributorias ya que por su condición éstas generan reprocesos, desperdicios y hasta pérdidas en su totalidad de los recursos.

Las no conformidades son inherentes a toda actividad y a la variabilidad de cada proyecto, pero esto no significa que deban ser aceptadas como tal ya que el grado de ocurrencia e impacto de éstas puede llegarse a controlar a través de acciones y controles preventivos; los mismos que permitirán asegurar la calidad de un producto, servicio o proceso; y evitar su pérdida.

Las no conformidades se presentan bajo dos contextos; la No conformidad mayor, que es aquel incumplimiento que ya ocurrió (Real) y que afecta en su totalidad a una determinada área de la norma aplicable del sistema de calidad; y, la No conformidad

menor, que es aquel incumplimiento que pudo ya haber ocurrido (Real) o no haber ocurrido aún (Potencial), y que afecta de manera parcial a una determinada área de la norma aplicable del sistema de calidad. (Domínguez Granda, 2012)

*Figura 9.*Tipos de No Conformidades.

(Fuente: SINCAL, 2009)

Conforme a lo mostrado en la figura 10; las no conformidades deben ser intervenidas a través de un seguimiento donde se deben de buscar evidencias de: el análisis realizado para poder identificar las causas y efectos, la identificación de las causas y efectos, la aplicación oportuna de correcciones y acciones correctivas y/o preventivas, y de la eficacia de las acciones correctivas tomadas. (Domínguez Granda, 2012)

Figura 10. Seguimiento a las No conformidades.

(Fuente: Elaboración propia)

- **Observaciones**, son incumplimientos a las normas de calidad que son detectadas en el transcurso del tiempo durante un proceso en ejecución y que podrían corregirse sin afectar el avance de una actividad evitando así los sobretiempos y sobrecostos. Las observaciones no detectadas a tiempo podrían convertirse en no conformidades.

1.5.El ciclo P-H-V-A

El ciclo PHVA es conocido como el “Ciclo de Deming”, cuyo contexto basado en los lineamientos de un sistema de gestión de calidad, nos permite definir como un ciclo dinámico que se puede desarrollar como un todo dentro de cada uno de los procesos y en todos los procesos de una empresa u organización.

Este ciclo de procesos propuesto para mejorar la calidad está muy ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua de todos los procesos del sistema de gestión de calidad. (Saavedra García & Camarena Adame, Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas de la Ciudad de México, 2017)

Tal como se puede apreciar en la figura 11, este ciclo de calidad comprende de cuatro etapas:

Figura 11. Círculo de Deming.

(Fuente: Elaboración propia)

- **Planear**, es la etapa donde se definen los planes y visión de meta en la que quiere estar una empresa u organización en un determinado tiempo. Establecido el objetivo, se lleva a efecto un diagnóstico para tener conocimiento de la situación actual en que nos encontramos y de las áreas que requieren mejorar, determinando su problemática y el efecto que puedan tener en su ciclo de vida.

Tras esto, se plantea una teoría de posible solución y se implanta un plan de trabajo en donde se pondrá a prueba la teoría de solución.
- **Hacer**, es la etapa en donde se ejecuta el plan de trabajo anteriormente establecido, acompañado de un control para no perder de vista que el plan se esté llevando a cabo conforme a lo establecido. Existen diferentes métodos para realizar el control entre ellos la gráfica de GANTT, la que nos permitirá controlar los tiempos de ejecución de cada tarea.
- **Verificar**, es la etapa en la que realiza la comparación de los resultados planificados con los obtenidos realmente; previamente habiendo establecido indicadores de medición ya que tenemos por entendido que no se puede mejorar sistemáticamente lo que no se puede medir.

- **Actuar**, es la etapa que finaliza el ciclo de la calidad y en donde si al verificar se obtienen los resultados que se tenían planeado, se procede a sistematizar y documentar los cambios realizados; pero, si al verificar obtenemos como resultado que no se ha logrado lo deseado, entonces procedemos a actuar inmediatamente para corregir la teoría de solución y plantear una nueva alternativa en el plan de trabajo.

Este círculo de calidad se convierte en un proceso de mejora continua, ya que al lograr los objetivos en una primera intención se debe continuar estableciéndolo a través de sus fases planear, hacer, verificar y actuar; hasta lograr resolver la problemática.

1.6.Herramientas de la calidad

Con el fin de efectuar mediciones para el control de la calidad, es necesario la obtención de datos numéricos, y para ello se existen algunas características críticas para la obtención de la calidad en un producto o servicio; también se observarán las fluctuaciones o variabilidad en las diferentes unidades del producto.

Se consideran algunas herramientas básicas para el control de la calidad; qué a través de las características analizadas, se puede apoyar en los distintos gráficos y diagramas, que arrojan los resultados de los análisis.

1.6.1. Planilla de Verificación y/o Hoja de Registro

La planilla de verificación y/o hoja de registro es una herramienta utilizada para la recolección de datos, cuyo diseño presenta una amplia variedad de formatos ya que éstas se desarrollan de acuerdo al tipo de información que se requiere recabar. Cabe mencionar que el diseño de esta herramienta puede facilitar mucho el análisis posterior de los datos. (Saavedra García & Camarena Adame, Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas de la Ciudad de México, 2017)

De este modo, la planilla de verificación y/o hoja de registro servirá como soporte para distinguir entre opiniones y hechos, recopilar datos para verificar la reiteración de un problema o defecto, y para recopilar información acerca del tipo de problema o defecto que está ocurriendo. (López Lemos, 2016)

Para poder realizar una correcta recolección de datos en la planilla de verificación y/o hoja de registro se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

- Determinar con claridad los objetivos de la medición; es decir, debemos hacernos primero algunas interrogantes; entre muchas tenemos tales como: ¿Cuál es el problema?, ¿Por qué deberíamos disponer que se recolecte información?, ¿Quiénes usarán esta información que se recaba?, ¿Cuál es la información que realmente se necesita obtener? y ¿Quién recolectará la información?
- Identificación del problema o defecto que será sometido a medición; en este sentido, la planilla tendrá como título la referencia del problema a analizar. Como parte de la planilla, en el lado izquierdo se deberá anotar los ítems específicos que se requiere medir y estos podrían estar clasificados por una serie de patrones medibles de acuerdo al problema en estudio.
- Categorizar los ítems como posibles causas o grados de ocurrencia que dan lugar al problema; esto significa que deberá considerar claramente la información que se va a registrar, separando los datos cuyo origen no se conozcan con claridad ya que estos se convertirán en información innecesaria para el análisis.

Recepcionistas	Recuentos
A	//// //// //
B	//// //// //// /
C	//// //// //// //// //// //
D	//// //// ////
E	//// //

Hoja de verificación

Figura 12. Planilla de verificación, categoría por ítems.

(Fuente: Elaboración propia)

- Recopilación de datos; referido específicamente al registro directo en la planilla de verificación y/o hoja de registro, cada una de las incidencias teniendo en cuenta la precisión de los hallazgos.
- Totalizar los datos, es el paso final del proceso de recolección. Lo datos son totalizados de acuerdo al número de ocurrencias para cada categoría.

DEFECTO	DIA				TOTAL
	1	2	3	4	
Tamaño erróneo	I		III	II	26
Forma errónea	I				9
Depto. Equivocado		I	I	I	8
Peso erróneo	I	III	III		37
Mal Acabado			I	I	7
TOTAL	25	20	21	21	87

Figura 13. Planilla de verificación – Datos totalizados.

(Fuente: Elaboración propia)

Atendiendo a estas consideraciones, se deberá optar por el método más adecuado de interpretación para facilitar la toma de decisiones, sobre cómo empezar a realizar las mejoras que sean requeridas. La continua recopilación de datos para verificar los hallazgos iniciales, permitirán evaluar cualquier mejora que se realice.

1.6.2. Diagrama de causa – efecto (Ishikawa)

El diagrama de Causa-Efecto, también conocido como diagrama Ishikawa, en reconocimiento a su creador Kaoru Ishikawa; es una herramienta de la calidad que consiste en una representación gráfica que permite contemplar las causas de un determinado problema, analizando los diferentes factores que intervienen en la ejecución de los procesos de un proyecto; es decir, es una herramienta que nos permite expresar de manera sencilla y práctica las causas y/o factores de un problema a solucionar. (Rojas Solano, 2017)

Este diagrama es conocido como “Diagrama de Espina de Pescado” por su similitud con el espinazo de un pescado. Esta herramienta es muy eficiente para el análisis de los procesos y sus diferentes situaciones, además de hacer que el equipo desarrolle un esquema de recolección de data.

El diagrama Causa-Efecto es de naturaleza gráfica y permite a los integrantes del proyecto recolectar gran cantidad de información sobre la observación a analizar, para así, determinar las posibles causas del mismo. Con esto se consigue incrementar la probabilidad de encontrar las causas puntuales de la observación en análisis.

Para poder desarrollar de manera correcta el diagrama Causa -Efecto, es recomendable seguir los siguientes pasos:

- **Paso 1.** Identificar la observación, problema o falla, motivo del análisis. Para una de las posibles aplicaciones en el campo de la construcción, podríamos proponer las observaciones en los espesores de las placas estructurales; trazando una flecha horizontal, la cual representara los diferentes procesos dentro de la partida, dirigida de izquierda a derecha, y al final de la misma, colocamos los efectos del proceso observado

Figura 14. Paso 1 – Diagrama Causa – Efecto

(Fuente: Elaboración propia)

- **Paso 2.** Señalar los factores más relevantes que puedan producir la fluctuación de la observación. Para seguir con el diagrama, se deberá trazar flechas secundarias diagonales, dirigidas hacia la flecha principal; es muy usual que estos factores sean definidos por Materiales, Mano de obra, Maquinas, Métodos, etc.

Figura 15. Paso 2 – Diagrama Causa – Efecto

(Fuente: Elaboración propia).

- **Paso 3.** Como resultado de una lluvia de ideas, señalamos en cada rama, las causas identificadas con más detalle, las cuales provocan la observación analizada; se colocan escribiendo sobre líneas dirigidas a cada flecha secundaria, paralela a la flecha principal; Así, se amplía el diagrama hasta estar seguros que se hayan contemplado la mayoría o todas las causas posibles de la observación.

Figura 16. Paso 3 – Diagrama Causa – Efecto

(Fuente: Elaboración propia)

- **Paso 4.** Se verifica que todos los posibles factores causantes de la observación, hayan sido señaladas por el equipo, con datos veraces; los recolectores de las causas, deberán efectuar un análisis a fin de escoger las más incisivas; señalándolas con un asterisco o alguna otra denotación para su fácil identificación.

Figura 17. Paso 4 – Diagrama Causa – Efecto

(Fuente: Elaboración propia)

Para poder elegir la característica de calidad a analizar se puede hacer mediante el uso de un diagrama de Pareto, podría seleccionarse a uno de los defectos que se presenten con mayor frecuencia y buscar las causas que lo ocasionan. (Saavedra García & Camarena Adame, Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas de la Ciudad de México, 2017)

Cuando los integrantes del equipo ya no puedan identificar más posibles causas de la observación, se deberá contemplar un análisis más profundo del diagrama con la finalidad de proponer otros métodos para la recolección de datos.

Será importante la publicación del diagrama en un lugar visible, a fin de que los integrantes de los demás equipos y colaboradores en general, puedan dar algún alcance que permita identificar causas que no han sido contempladas por el equipo encargado del diagrama.

1.6.3. Diagrama de Pareto

Este diagrama es una de las herramientas más conocidas y utilizadas para el análisis cuantitativo de un determinado problema, ordenando los factores que intervienen en el mismo. Es también conocido como la “Ley 80-20”, planteada por Vilfredo Pareto; enunciando que el 20% de la población italiana, poseía el 80% de la riqueza del país.

Este principio, se utiliza en muchos campos, la toma de muestras, son arbitrarias y se permiten variaciones en su aplicación práctica. Para efectos del control de calidad, se estima que el 20% de los defectos suelen representar el 80% de las no conformidades. Todo esto para aplicar un análisis para la mejora del proyecto.

Algunos enunciados clásicos para esta ley, podrían ser:

- El 80% del éxito de un proyecto, depende del 20% del esfuerzo del equipo.
- El 80% de las ventas son generados por el 20% de los resultados óptimos.

- El 80% de la satisfacción del cliente proviene del 20% de la correcta entrega

Para una cuestión de análisis de la problemática, sería:

- El 80% de las “observaciones”, proviene del 20% de las “causas”.

Figura 18. Principio de Pareto

(Fuente: López P.,2016)

El diagrama de Pareto consiste en una representación gráfica de las posibles causas de un problema ordenadas según frecuencias (de mayor a menor), que permite identificar y priorizar las que tienen mayor probabilidad de haber ocurrido y descartar aquellas que tienen menos probabilidad de haber sido las causas reales. (López P. , 2016)

En tal sentido, la representación corresponde al trazo de un gráfico en el primer cuadrante cartesiano el cual se sirve de barras distribuidas de izquierda a derecha, similar al Histograma, en un orden descendente las causas detectadas con respecto a un problema. Todo esto con la finalidad de obtener un impacto visual con una gráfica que nos permita asignar cierto orden en nuestras prioridades de atención.

Se puede establecer como procedimiento para este tipo de análisis, el planteamiento del siguiente orden:

1. Identificarla existencia de la problemática a analizar

2. Identificar los problemas y los factores causantes del mismo, los cuales deban ser medibles.
3. Recolectar los datos, dependiendo de la naturaleza de cada problema, de forma objetiva y veraz.
4. Colocarlos dentro de un cuadro de manera descendente las causas y sus medidas, asignándoles un código para su fácil identificación.

Tabla 4. Cuadro de datos para elaborar el diagrama de Pareto.

CODIGO	DESCRIPCION	FRECUENCIA
P1	Personal inexperto en áreas	26
P2	Falta de EPPs	20
P3	Materiales en mal estado	16
P4	Equipos sin check list	9
P5	Sindicato exigente	4
P6	Logística retrasada	3
P7	Método inadecuado de trabajo	3
P8	Bajo rendimiento	2
P9	Supervisión no exigente	2
P10	Maquinaria con falta de mantenimiento	1

(Fuente: Elaboración propia)

5. Una vez obtenidos los datos ordenados en una columna, calculamos el porcentaje de cada causa y el acumulado de los mismos; cuyo sumatorio alcance el 100%.

Tabla 5. Cuadro de porcentajes para el diagrama de Pareto.

CODIGO	DESCRIPCION	FREC.	F. ACUM.	PORCENTAJE	P. ACUMUL
P1	Personal inexperto en áreas	26	26	30.23%	30.23%
P2	Falta de EPPs	20	46	23.26%	53.49%
P3	Materiales en mal estado	16	62	18.60%	72.09%
P4	Equipos sin check list	9	71	10.47%	82.56%
P5	Sindicato exigente	4	75	4.65%	87.21%
P6	Logística retrasada	3	78	3.49%	90.70%
P7	Método inadecuado de trabajo	3	81	3.49%	94.19%
P8	Bajo rendimiento	2	83	2.33%	96.51%
P9	Supervisión no exigente	2	85	2.33%	98.84%
P10	Maquinaria con falta de mantenimiento	1	86	1.16%	100.00%
	TOTAL	86		100.00%	

(Fuente: Elaboración propia)

6. Se traza los ejes de causa en la horizontal o eje X del cuadrante, mientras que en la vertical izquierdo la frecuencia de cada causa; y en el eje vertical derecho se colocará los porcentajes de incidencia.
7. Se dibujará un gráfico de barras con las cantidades de cada causa, tomando como referencia el eje vertical izquierdo.
8. Se realiza un gráfico lineal con los porcentajes acumulados considerando las cantidades referenciados al eje vertical derecho, variando desde 0 hasta 100%.

Figura 19. Diagrama de Pareto.

(Fuente: Elaboración propia)

9. Finalmente, se analizan los resultados del diagrama.

Entre las principales fortalezas del diagrama de Pareto, se puede encontrar que es una herramienta potente para ordenar e identificar las causas principales para un problema específico. Es decir, permite identificar puntualmente la causa raíz; pero no es una herramienta para buscar causas, por esto se requiere un buen análisis previo de causas y

posterior recogida de datos. Incluso, puede ser malinterpretado si es que los factores no son identificados correctamente,

1.6.4. Histogramas

Es una herramienta gráfica, construido sobre el primer cuadrante de un diagrama cartesiano, en base a pares ordenados, los cuales dan como resultado una gráfica de barras; donde la altura de la barra cuantifica la frecuencia de un problema y el eje X(Horizontal), las posibles causas(variables), cuando se efectúan mediciones sucesivas.

Este grafico permite visualizar como se presentan las mediciones y cuál sería su dispersión en base a sus valores propios. Para fines de control de calidad, esta representación gráfica nos facilita la posibilidad de observar de manera sencilla, el comportamiento de las variables, con la finalidad de analizar la dispersión, aleatoriedad y la tendencia.

Los histogramas son una de las herramientas gráficas más utilizadas en el mundo, ya que su aplicación se proyecta en los diferentes sectores y tipos de actividades, permitiéndolos mostrar la distribución de un conjunto de datos concretos. Esta herramienta conjuntamente con los gráficos de control nos permite realizar un primer análisis sobre el comportamiento del proceso a través de los datos obtenidos mediante las hojas de control. (López P. , 2016)

Dentro de los múltiples usos, a los que este método grafico beneficia, se encuentran:

- La toma de decisiones en base a la ayuda grafica de este método.
- Identificar variables no tan notorias, para la difusión por parte del departamento de control de calidad.
- Analizar los diferentes rendimientos en los procesos de los proyectos.
- Mostrar las diferencias en el antes y después de las intervenciones.

- Se le pueden asignar mayor número de interpretaciones a cada histograma, según sea la propuesta de la toma de muestras.

Para la construcción del histograma se pueden seguir los siguientes pasos:

- Se tiene que tener en claro el objetivo que se van a analizar, para proceder a la toma de datos.
- Al referirnos a los intervalos o variables en los histogramas, nos referimos a las barras verticales; se determina el rango como la diferencia entre el mayor y menor dato numérico obtenido.
- Se determina la amplitud o ancho de intervalo.
- Se determina las clases, teniéndose ya el número de intervalos de cada clase a interpretar y sus intervalos.

Tabla 6. Cuadro de datos para el Histograma

INTERVALO	Cantidad FRECUENCIA	Marca de Clase
18-23	8	20
24-29	15	26
30-35	24	33
36-40	32	38
41-45	38	43
46-50	30	48
51-55	23	53
56-60	14	58
61-65	9	53

(Fuente: Elaboración propia)

- Se construye la gráfica del histograma.

Figura 20. Gráfico del histograma y polígono. Adaptado por los autores,2020.

(Fuente: Elaboración propia)

- La representación gráfica, puede ofrecer múltiples clases de histogramas: cuando se tiene una distribución simétrica, forma de campana, se concluye en que la distribución de los datos es normal, por lo tanto, el proceso está correcto; cuando la tendencia de la línea resultante de la gráfica es hacia la izquierda o a la derecha, indica un proceso irregular.

En tal sentido, podemos definir que los histogramas representan gráficamente el resumen de la frecuencia, distribución y el patrón de variabilidad de los datos sometidos a evaluación.

1.6.5. Juicio de expertos

El juicio de expertos podría definirse como la opinión informada de personal de un proyecto con relativa experiencia en un tema en particular; quienes son reconocidos por el resto del personal como expertos calificados en el medio y con la capacidad necesaria de poder emitir opinión, experiencia, juicios y valoraciones. Según los autores (Bernal-García, 2018), proponen ciertos criterios para la selección de personal que formaran parte del juicio de expertos, buscando una crítica para un definido proceso:

- Tener relativa experiencia en la toma de decisiones y juicios, haber emitido, previas investigaciones, experiencias laborales, publicaciones, premios, entre otros.
- Ser renombrados dentro del rubro del proceso.
- Prestancia y motivación para ejercer participación en la crítica del proyecto.
- Imparcialidad y ciertas condiciones de personalidad tales como confianza en sí mismo y adaptarse al proceso.

El juicio de expertos se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones. La identificación de las personas que formarán parte del juicio de expertos es una parte crítica en este proceso, (Galicía Alarcón & Balderrama Trápaga, 2017) frente a lo cual se proponen los siguientes criterios de selección:

- Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones basada en evidencia o experticia (grados, investigaciones, publicaciones, posición, experiencia y premios entre otras)
- Reputación en la comunidad.
- Disponibilidad y motivación para participar.
- Imparcialidad y cualidades inherentes como confianza en sí mismo y adaptabilidad.

También plantean que los expertos pueden estar relacionados por educación similar, entrenamiento, experiencia, entre otros; y en este caso la ganancia de tener muchos expertos disminuye.

Otros autores como (Bernal-García, 2018), proponen como criterio básico de selección únicamente el número de publicaciones o la experiencia. Para una discusión sobre educación

vs. experiencia en los jueces, según (Bernal-García, 2018) De otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento; sin embargo, la decisión sobre qué cantidad de expertos es la adecuada varía entre autores. Así, mientras (Galicia Alarcón & Balderrama Trápaga, 2017) sugiere un rango de dos hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que diez brindarían una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento. Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Bernal-García, 2018). El juicio de expertos se usa en múltiples ámbitos de la evaluación psicológica, desde la medición de la confiabilidad de los profesionales en salud mental para evaluar la competencia de pacientes psiquiátricos respecto al consentimiento informado (Bernal-García, 2018), hasta la validación de contenido de pruebas estandarizadas de altas especificaciones. Existen muchos ejemplos de la utilización específica del juicio de expertos, entre ellos se encuentran Olea, Abad y Ponsoda (2002), quienes diseñaron y calibraron un banco de ítems (635) de conocimiento en gramática inglesa; y Lobo et al. (2003), quienes realizaron la primera validación en español del método INTERMED (sistema de detección temprana de problemas biopsicosociales) y del uso de servicios en pacientes médico-quirúrgicos, asimismo se encuentran aplicaciones del juicio de expertos en el área de detección de riesgos y fiabilidad de procesos.

Guía para realizar un juicio de expertos

Podríamos conceptualizar el juicio de expertos como una herramienta, la cual se inicia en la necesidad de la aprobación de una prueba. Para poder desarrollarlo, se debe acopiar información de manera sistemática. Con la finalidad de organizar la data, se proponen los siguientes pasos, para efectivizar el proceso de juicio de expertos:

- Definir los objetivos del juicio de expertos, teniendo el claro la finalidad del juicio.

- Se debe de tomar los criterios adecuados para la selección de los jueces; poniendo en consideración la formación académica de los expertos, experiencia y reputación en el medio.
- Interpretar las dimensiones y plantear la métrica con las que se está efectuando el estudio sobre cada punto de la prueba. Lo cual permitirá al juez tener los criterios de relevancia, la suficiencia y la pertinencia de cada punto
- Se debe tener claro el objetivo de la prueba, debiéndose alcanzar a los jueces la data en relación al uso de la prueba.
- Indicar los pesos de cada ítem según sus dimensiones.
- Plantear el diseño de las planillas de control, diseñadas acorde con los objetivos de la evaluación.
- Indicar la concordancia entre jueces.
- Elaborar las conclusiones de del juicio.

Dentro de algunos puntos del juicio de expertos, los cuales no se pueden controlar por el investigador; podemos poner como ejemplo el nivel de dificultad de la tarea; en tanto, los factores de discrepancia de la data de las tareas y su forma que se presenta, se deben contemplar en el proceso de juicio de expertos, de tal manera, que no se incremente el error, ni disminuyan el nivel de confianza de los resultados. Otro punto a considerar el investigador es que debe promover un ambiente laboral adecuado para recabar la mayor data posible de los expertos; se debe considerar también, aspectos que no son alcances de elemento de juicio. En conclusión, se puede considerar que, aunque los resultados de la prueba alcancen una muy buena evaluación de los jueces y un alto índice de confianza, siempre se debe revisar los procedimientos a fin de encontrar una mejora continua.

1.7.Herramientas estadísticas

1.7.1. Encuestas

La encuesta es un instrumento que se utiliza para reunir datos o información específica a través de entrevistas donde se utiliza cuestionarios diseñados previamente. Asimismo, la encuesta es definida como una técnica de investigación que se realiza a las personas mediante la interrogación verbal o escrito para obtener información específica y necesaria para una investigación determinada.

Las encuestas verbales se realizan a través del método de la entrevista, mientras que las encuestas escritas se desarrollan haciendo el uso del instrumento llamado cuestionario, que no es más que un documento que contiene una lista de preguntas que se hace al grupo de personas a encuestar.

Generalmente, las encuestas se realizan a grupo de personas quienes deben tener características similares de las cuales se requiere obtener información; por ejemplo, grupo de personas que laboran en una empresa, clientes de una determinada tienda, etc.

En relación a lo descrito líneas arriba, podemos mencionar que las encuestas se desarrollan en función a su forma y finalidad.

Las **encuestas en función a su forma** se clasifican en los cuatro grupos:

- **Encuestas personales**, son aquellas que se realizan mediante el encuentro directo entre el encuestador y el encuestado. Este tipo de encuestas se caracterizan por el lugar en donde se realiza la encuesta y se subdividen en encuestas a domicilio, encuestas en el centro de trabajo, encuesta en establecimientos, encuesta en el exterior y encuesta personal asistido por un ordenador.

- **Encuesta postal**, es que aquella donde se emplea el servicio postal como el medio de envío y recepción de la información a través de los cuestionarios. Podemos distinguirlos como encuesta postal tradicional, encuesta por fax y encuesta por correo electrónico.
- **Encuesta por internet**, que consiste en colocar una lista de preguntas o cuestionario en una determinada página web a través de determinadas plataformas diseñadas para realizar encuestas.

Las **encuestas según su finalidad** se dividen en tres grupos:

- **Según el objetivo**, estas podrían ser descriptivas o explicativas, ya que su objetivo es determinar situación de variables involucradas en la investigación.
- **Según la dimensión temporal**, estas podrían ser transversales por que la obtención de datos se realiza a través de una medición; o longitudinales, porque se realizan de la misma manera que una transversal, pero con intervalos de tiempo.
- **Según el sentido temporal**, podrían ser retrospectivas por que la recolección de datos se realiza a medida que los hechos van sucediendo; o prospectivas, por que inician después de una retrospectiva.

En términos generales, podemos definir que las encuestas son instrumentos indispensables de la recolección de datos para cualquier tipo de investigación sin limitar su aplicación en ningún ámbito.

1.7.2. Métodos de muestreo

Los muestreos son técnicas de selección de datos de un determinado grupo de información obtenido de las encuestas, es decir, no recopila información de todas las personas o elementos que integran la población que se desea estudiar.

El objetivo de la encuesta por muestreo es poder realizar afirmaciones o generalizar resultados sobre una población a partir de una la información proporcionada por la muestra. Para que el estudio sea correcto es necesario que la muestra refleje una buena representación de la población; en caso de no cumplir con este principio la información obtenida de la muestra no permitirá generalizar a la población. (Bernal-García, 2018).

Los métodos de muestreo se clasifican en dos grupos: muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico.

Los métodos de muestreo probabilístico se caracterizan por desarrollar un proceso al azar y cuyas unidades de muestreo se seleccionan de manera aleatoria. Su procedimiento es calificado como único y científico ya que permite medir el error de las muestras. Estos métodos de muestreo se dividen en:

- **Muestreo aleatorio simple**, cuyo procedimiento es el más simple y consiste en extraer de manera aleatoria una muestra de tamaño “x”, de una población de tamaño “X”. Para poder elegir la muestra es indispensable contar con un listado de componentes de esa población, de manera que la muestra se pueda elegir al azar.
- **Muestreo estratificado**, es el proceso cuyo diseño está enfocado a reducir los errores muestrales. Para el procedimiento de este tipo es necesario que la población a estudiar sea definida en varios grupos o estratos sin solapamiento, de tal manera que el comportamiento respecto a la variable objeto del estudio sea semejante en los componentes de un estrato y muy diferente entre los componentes de diferentes estratos.
- **Muestreo por conglomerados**, es aquel procedimiento que realiza la elección de la muestra a través de grupos de personas y no se utilizan individuos.

Los métodos de muestreo no probabilístico son aquellos donde la muestra es elegida por el investigador y no por el proceso de azar. En este proceso, donde el control del error del muestreo no es posible, se recomienda que el investigador tenga conocimiento suficiente de su población para poder realizar la selección de la información a utilizar. Estos métodos de muestreo se dividen en:

- **Muestreo de conveniencia**, que consiste en obtener una muestra según la conveniencia del investigador, ya que este procedimiento le permitirá obtener información rápida y económica.
- **Muestreo según el criterio**, es aquel procedimiento donde la muestra es elegida con criterio por un experto, quien buscará las unidades más representativas de su población. Como en todo muestreo no probabilístico, el grado de error en la muestra se desconoce y sus conclusiones no son definitivas.
- **Muestreo por cuotas**, es el procedimiento aquel, donde el investigador elige libremente las unidades según su clasificación y cantidades, de tal manera que exista un número fijo de unidades.

En consecuencia, el método por muestro nos permite determinar modos de selección de unidades, recolección de información de unidades y tamaño de las muestras.

1.8.PMBOK: Gestión de la Calidad

La guía del Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es un estándar muy reconocido en el campo de la gestión de proyectos, es por ello que fue adoptada en muchos países debido a que sus conocimientos y practicas descritas en ella, se pueden aplicar mayoritariamente en muchos proyectos.

La Guía del PMBOK no debe interpretarse como una metodología por sí mismo, sino como una guía cuyo contenido está formado por estándares internacionales que se pueden adaptar a cada caso y contexto particular. Esta guía está constituida por métodos, herramientas y técnicas que se encuentran agrupadas en áreas de conocimiento que tienen por finalidad en todo su conjunto minimizar el riesgo de que un proyecto no alcance sus objetivos.

La guía y orientación del PMBOK es muy importante para el desarrollo de proyectos, donde sus gerentes pueden alcanzar sus objetivos a través de la forma de avanzar en los procesos y en dar los pasos necesarios para la construcción de resultados.

Es así como la Gestión de la Calidad, a través de la Guía del PMBOK, incluye procesos que permiten incorporar políticas de calidad relacionadas a planificación, gestión y control de los requisitos de la calidad del proyecto y el producto, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los interesados. (PMI, 2017)

La gestión de la calidad de un proyecto bajo los lineamientos de la Guía del PMBOK tiene los siguientes procesos:

1.8.1. Planificar la Gestión de la Calidad

Planificar la Gestión de la Calidad es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de los mismos. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará y verificará la calidad a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto. (PMI, 2017)

Las entradas y salidas de este proceso se presentan en la figura 21.

Figura 21. Planificar la gestión de la Calidad.

(Fuente: PMI, 2017)

1.8.2. Gestionar la Calidad

Gestionar la Calidad es el proceso de convertir el plan de gestión de la calidad en actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto las políticas de calidad de la organización. Los beneficios clave de este proceso son el incremento de la probabilidad de cumplir con los objetivos de calidad, así como la identificación de los procesos ineficaces y las causas de la calidad deficiente. Gestionar la Calidad utiliza los datos y resultados del proceso de control de calidad para reflejar el estado global de la calidad del proyecto a los interesados. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. (PMI, 2017)

Figura 22. Gestionar la Calidad.

(Fuente: PMI, 2017)

1.8.3. Controlar la Calidad

Controlar la Calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente. El beneficio clave de este proceso es verificar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados por los interesados clave para la aceptación final. El proceso Controlar la calidad determina si las salidas del proyecto hacen lo que estaban destinadas a hacer. Esas salidas deben cumplir con todas los estándares, requisitos, regulaciones y especificaciones aplicables. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. (PMI, 2017)

Figura 23. Controlar la Calidad.

(Fuente: PMI, 2017)

El proceso Controlar la Calidad se realiza para medir la integridad, el cumplimiento y la adecuación para el uso de un producto o servicio antes de la aceptación de los usuarios y la entrega final. Esto se realiza mediante la medición de todos los pasos, atributos y variables que se utilizan para verificar la conformidad o el cumplimiento de las especificaciones establecidas durante la etapa de planificación. (PMI, 2017)

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

Para poder determinar la metodología de la presente investigación se ha tomado en consideración la definición de las siguientes variables:

- Se define como variable dependiente **el costo de la no calidad** en las partidas de concreto armado; ya que esta variable al ser del tipo cuantitativo, se podrá medir los resultados o efectos producido por la acción de la variable independiente.
- Como variable independiente se define **a la propuesta** que permitirá reducir los costos de la no calidad utilizando los lineamientos de la guía del PMBOK.

En tal sentido, podemos determinar que el tipo de investigación a realizar es:

- **Aplicada**, porque a través de la propuesta se busca mejorar y/o reducir la problemática actual en los presupuestos de los proyectos que son afectados por el costo de la no calidad.
- **No experimental - Descriptiva**, porque se realizará la investigación sólo con la validación de la propuesta que se será desarrollada, analizada y presentada en función a la descripción detallada de las características de la no calidad y su efecto en el costo de un proyecto.

2.1. Nivel de investigación

- **Descriptivo**, porque consiste en describir los fenómenos de ocurrencia circunstancial y temporal de un proyecto, los mismos que son representados estadísticamente (tablas, diagramas, etc.) con datos relacionados a la calidad, obtenidos de encuestas y registros de supervisión de actividades de diferentes proyectos de edificación.

2.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación se clasifica como una **investigación de campo**, porque se utilizará como estrategia la recolección de datos que se obtienen a través de entrevistas, encuestas, cuestionarios y observaciones que se realizan durante la supervisión de la ejecución de las actividades en los proyectos de edificación. Este diseño de investigación nos permitirá realizar una evaluación objetiva que nos permitirá localizar la causas y fuentes de la problemática relacionada al costo de la no calidad.

2.3. Procedimiento

Para el desarrollo de la investigación se seguirá los siguientes pasos indicados en la figura:

Figura 24. Procedimiento de la investigación

(Fuente: Elaboración propia)

- Se realizará un análisis de la situación actual del costo de no calidad y su impacto en el presupuesto de los proyectos de edificación.

- Se identificará los proyectos a analizar y se cuantificará el costo de la no calidad en las partidas de concreto armado.
- Se analizarán los procesos y/o procedimientos que se relacionan con el costo de la no calidad en las partidas de concreto armado.
- Se identificarán mediante diagramas de Ishikawa las causas asociadas al costo de la no calidad de los procesos y/o procedimientos que se mencionaron en el punto anterior y se analizarán a través de métodos y herramientas de control estadístico utilizados en la gestión de la calidad.
- Se recopilará información complementaria y aportes del personal habitual de obra que permita determinar y clasificar las causas del costo de la no calidad en las partidas de concreto armado.
- Se establecerá un plan de trabajo siguiendo los lineamientos de la guía del PMBOK, a fin de prevenir el costo de la no calidad a través de propuestas de acciones correctivas y preventivas, con el objetivo de mejorar las deficiencias en el control de la calidad.

Se validará las propuestas planteadas que siguen los lineamientos de la guía del PMBOK a fin de estandarizar el mejoramiento continuo de los procesos y/o procedimientos relacionados al costo de la no calidad en las partidas de concreto armado.

Con esta investigación se pretende identificar las principales causas de origen de la no calidad utilizando criterios económicos y de frecuencia de ocurrencia los que nos permitirán evaluar, definir e implementar planes de acción que mejoren la gestión de la calidad existente en cada proyecto.

2.4. Características de los proyectos involucrados en la investigación

Para la investigación se incluye cinco proyectos de edificación que fueron ejecutados por pequeñas y medianas empresas que a continuación se describe cada uno de ellos:

- **Proyecto “A”**, es un edificio multifamiliar que se desarrollará sobre un terreno de 1,000 m² que se encuentra ubicado en esquina entre las calles Elías Aguirre y la Calle Enrique Palacios. Se trata de un edificio multifamiliar de 46 departamentos y cuenta con 7 pisos de altura más azotea, semisótano y un sótano de estacionamiento

De acuerdo a dicha norma el proyecto cuenta con el 34.65% del área del terreno como área libre al contar con 2 frentes.

El costo directo del proyecto asciende a la suma de S/. 5,875,725.34 soles, con un plazo de ejecución de 11 meses. El costo directo de la partida de concreto armado es de S/. 1,727,781.62 soles.

Para las partidas de concreto armado se utilizó concreto premezclado, encofrado de madera y acero predimensionado.

Figura 25. Vista del Proyecto “A”

(Fuente: Proyecto “A”)

- **Proyecto “B”**, es un Edificio Multifamiliar que está ubicado en la calle Las Torcazas, en el distrito de Surquillo. El proyecto que se describe a continuación es una edificación que cuenta con siete pisos sobre el terreno, semisótano y dos sótanos destinados a estacionamientos. La organización del edificio es de tres departamentos por planta, resultando un total de 21 departamentos. El terreno tiene forma rectangular y regular y cuenta con un área de 360.00 m². De esta superficie el área libre proyectada es de 126,00 m² que representa el 35% del área del terreno. El proyecto cuenta con estos 16 estacionamientos, ubicados cuatro de ellos en el semisótano, ocho en el primer sótano y los otros cuatro en el nivel de segundo sótano.

El costo directo del proyecto es de S/. 3,750,156.71 con un plazo de ejecución de 12 meses. El costo directo de la partida de concreto armado es de S/. 1,140,185.34.

Para las partidas de concreto armado se utilizó concreto premezclado, encofrado de madera y acero predimensionado.

Figura 26. Vista del proyecto “B”

(Fuente: Proyecto “B”)

- **Proyecto “C”**, es un edificio multifamiliar que se ubica en el distrito de San Miguel, en un área de tratamiento normativo II con una zonificación RDM (Residencial de Densidad Media), el terreno cuenta con un frente de 13.5 metros y un largo de 32,00 metros. El proyecto comprende la construcción de un edificio multifamiliar de 6 pisos con azotea en un área de 432 m²; cuya organización del edificio es de tres departamentos por planta, resultando un total de 18 departamentos y en el nivel sótano se ubica 17 estacionamientos. El área construida del proyecto es de 2389.04 m² con un área libre de 144.72 m² equivaliendo a un 34% de área del terreno.

El costo directo del proyecto asciende a la suma de S/. 3,026,899.08 soles, con un plazo de ejecución de 11 meses. El costo directo de la partida de concreto armado es de S/. 955,149.25 soles.

Para las partidas de concreto armado se utilizó concreto premezclado, encofrado de madera y acero predimensionado.

Figura 27. Vista del Proyecto “C”

(Fuente: Proyecto “C”)

- **Proyecto “D”**, es un Edificio Multifamiliar que está ubicado en la calle Calderón de la Barca, en el distrito de San Miguel. El proyecto que se describe a continuación es una edificación que cuenta con siete pisos sobre el terreno, azotea, semisótano y un sótano destinado a estacionamiento. La organización del edificio es de tres departamentos por planta, resultando un total de 21 departamentos. El terreno tiene forma rectangular y regular y cuenta con un área de 365.60 m². De esta superficie el área libre proyectada es de 126,87 m² que representa el 35% del área del terreno. El proyecto cuenta con estos 14 estacionamientos, ubicados cinco de ellos en el retiro y a nivel de la calle y los otros nueve en el nivel de sótano.

El costo directo del proyecto es de S/. 3,535,945.21 con un plazo de ejecución de 12 meses. El costo directo de la partida de concreto armado es de S/. 1,016,923.82.

Para las partidas de concreto armado se utilizó concreto premezclado, encofrado de madera y acero en barras habilitado en obra.

Figura 28. Vista del Proyecto “D”

(Fuente: Proyecto “D”)

- **Proyecto “E”**, es un edificio multifamiliar que se ubica en la Avenida Morro Solar en el distrito de Surco. El proyecto en mención está constituido por 48 departamentos distribuidos en 12 pisos, es decir en cada piso se distribuye 04 departamentos. Además de contar con un semisótano y dos sótanos que están destinados al uso de estacionamientos y depósitos. El terreno tiene forma rectangular cuyas dimensiones ocupan un área de 690 m² y la superficie de área libre proyectada corresponde al 35% del área total del terreno haciendo 241.50 m².

El costo directo del proyecto es de S/. 8,208,365.17 con un plazo de ejecución de 14 meses. El costo directo de la partida de concreto armado es de S/. 2,823,637.86.

Figura 29. Vista del Proyecto “E”

(Fuente: Proyecto “E”)

2.5.Herramientas utilizadas en la investigación

Para el desarrollo de la propuesta en la presente investigación se utilizarán las siguientes herramientas de gestión:

- Se realizará encuestas a diferentes profesionales con experiencia y trayectoria en proyectos de edificación, para obtener una primera data de posibles causas de la no calidad en las partidas de concreto armado
- Se utilizará métodos de muestreo a la recolección de datos obtenido de las encuestas por observaciones y no conformidades que se presentan en las partidas de concreto armado.
- Para incrementar la probabilidad de encontrar las causas puntuales de la no calidad en los diferentes procesos de ejecución en las partidas de concreto armado se utilizará el diagrama de causa-efecto (Ishikawa), lo cual nos permitirá desarrollar un esquema de recolección de data final.
- De la recolección de data final obtenida, se determinará la probabilidad de mayor y menor ocurrencia de las causas de la no calidad en los diferentes procesos de ejecución de las partidas de concreto armado utilizando el diagrama de Pareto.
- Y finalmente, se propondrá acciones de solución basados en los lineamientos de la guía del PMBOK para evitar la no calidad en los diferentes procesos de ejecución de las partidas de concreto armado.

CAPÍTULO 3: DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Análisis y estudio de la situación actual

Tras muchos años de estudios e investigaciones realizadas sobre la gran importancia de contar con un sistema de gestión de calidad; aún podemos observar a pequeñas y medianas empresas dedicadas al rubro de construcción que no cuentan con tal implementación o su implementación es muy deficiente; por lo tanto, el impacto se ve reflejado en los costos de no calidad que se generan en sus diferentes etapas de un proyecto. Esta situación actual, aún nos permite percibir que la calidad en el sector de la construcción es hoy en día un elemento necesario, tanto para la satisfacción de los usuarios como para la competitividad de la empresa. La falta de interés y de coordinación entre los agentes que intervienen en el proceso constructivo y otros problemas propios del sector de la construcción provocan elevados costos de no calidad. (Doménech, 2004)

En tal sentido, podemos reafirmar que el riesgo y los problemas de calidad son muy cotidianos en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción; sin embargo, el tenerlos presentes y controlados desde etapas tempranas, puede ayudar bastante a tomar mejores decisiones sobre la dirección del proyecto y así, aumentar las probabilidades de lograr los índices de calidad, productividad, cronograma y costos. Es relevante considerar que se estima que, los costos por fallas de calidad varían entre 5 y 25% del costo total del proyecto, según casos de estudios en Estados Unidos de América, el Reino Unido, y en América Latina. (Santelices, Herrera, & Muños, 2019)

Son muchos los factores que generan costos en la no calidad; será del interés de esta investigación los que se producen en la etapa de ejecución de las partidas de concreto armado donde se producen una serie de no conformidades que en su mayoría generan reprocesos.

3.1.1. Las no conformidades como precedente a la no calidad

Las no conformidades son consideradas dentro del proceso constructivo como actividades no productivas o no contributorias por que generan reprocesos que en la mayoría de casos producen desperdicios y hasta la pérdida de materiales, incrementando de esa manera los costos de la no calidad.

Es importante considerar que la identificación de hallazgos nos permitirá proponer el adecuado tratamiento de no conformidades y observaciones; las mismas que deberán ser aplicadas de manera eficiente dentro de los sistemas de gestión de la calidad.

Figura 30. Identificación de Hallazgos que intervienen en la No Calidad.

(Fuente: Elaboración propia)

3.2. Levantamiento de Información del proceso actual

Para poder comprender el impacto de la no calidad, se realizará el análisis y evaluación de los procedimientos de cada proceso constructivo que involucra a las partidas de concreto armado de diferentes proyectos.

A continuación, se realiza la descripción del proceso en el control de calidad de las cinco empresas con la finalidad de mostrar, analizar y determinar los puntos que deberán ser sometidos a propuestas de mejora.

3.2.1. Proceso del control de Calidad Proyecto “A”

El proyecto “A” cuenta con la implementación de un sistema de gestión de calidad y los controles de calidad se realizan de la siguiente manera:

Residente de Obra

- Coordina la ejecución de acciones de seguimiento y control para la calidad en las partidas de concreto armado

Supervisor de Calidad

- Elabora informes de observaciones y no conformidades
- Maneja base de datos que le permite realizar el análisis estadístico útil para el desarrollo del proyecto
- Registra resultados de la supervisión que realiza durante la ejecución de las partidas de concreto

Figura 31. Organigrama Proyecto "A".

(Fuente: Proyecto "A")

El proceso del control de calidad para las partidas de concreto armado que se realiza en el proyecto “A”, no es muy eficiente a pesar de tener implementado un sistema de gestión de calidad, lo que generaría altos costos de no calidad a través de los retrabajos que se realizan.

A continuación, se detalla el proceso actual.

- **Paso 1.** El ingeniero residente identifica los elementos estructurales a ejecutar del proyecto según la programación de obra y envía la autorización al jefe y supervisor de producción.
- **Paso 2.** El jefe de producción realiza las coordinaciones con el personal encargado de topografía para realizar los trazos de los elementos a ejecutar de acuerdo a la programación de obra, para dar pase posteriormente a la subcontrata que ejecuta la partida de colocación de acero.
- **Paso 3.** Terminada la colocación de acero, el supervisor de calidad realiza la verificación, según protocolo interno de obra de la armadura; en caso de ser aprobado deja por liberado la partida con la debida documentación de conformidad y en caso de no ser aprobado, observa la colocación del acero para poder ser corregido al menor tiempo posible.
- **Paso 4.** Tras la liberación de la partida de acero, el jefe de producción realiza las coordinaciones correspondientes con el maestro de obra según la programación de obra para dar pase a la subcontrata que ejecuta la partida de encofrados.
- **Paso 5.** Terminada el encofrado de todos elementos a ejecutar, el supervisor de calidad realiza la verificación de aplome y alineamiento de los encofrados; en caso de ser aprobado deja por liberado la partida con la debida documentación de conformidad y en caso de no ser aprobado, observa el encofrado de los elementos para que pueda ser corregido al instante.

Figura 32. Flujo del control de calidad en el Proyecto A para las partidas de concreto armado.

(Fuente: Proyecto "A")

- **Paso 6.** Tras la liberación de la partida de encofrados; el jefe de producción realiza las coordinaciones correspondientes con el maestro de obra según la programación de obra para dar pase a la subcontrata que ejecutará la partida de colocación de concreto.
- **Paso 7.** Terminada la colocación de concreto de todos elementos a ejecutar, se deja registrada los volúmenes de concreto en la Guías de vaciado tal como se aprecia en el Anexo N° 1. Seguidamente, el supervisor de calidad realiza dos etapas de verificación con protocolo: la primera es de nivelación y vibrado del concreto en cada elemento tras la colocación; y la segunda es de geometría y forma que el en caso de ser aprobado deja por liberado la partida con la debida documentación de conformidad indicado en el paso 10; y en caso de no ser aprobado la partida es considerada como No conforme y pasa a la etapa de reparación y retrabajos.
- **Paso 8.** Tras la no conformidad el jefe de producción realiza los trabajos de reparación siguiendo procedimientos técnicos según la falla que corresponda (cangrejeras, segregaciones, etc).
- **Paso 9.** Tras la reparación, el supervisor de calidad realiza nuevamente la verificación mediante protocolo de liberación.
- **Paso 10.** Tras la liberación de la partida de concreto armada, el supervisor de calidad emite los documentos de calidad y conformidad para ser entregados al ingeniero residente quien dejará como conformidad final.

3.2.2. Proceso del control de Calidad Proyecto “B”

El proceso del control de calidad para las partidas de concreto armado que se realiza en el proyecto “B”, se realiza de manera improvisada ya que no cuenta con un sistema de gestión

de calidad; por lo tanto, los costos de no calidad reflejados a través de los retrabajos tal como se aprecia en el Anexo N° 2, afectan el presupuesto del proyecto.

Los controles de calidad se realizan de la siguiente manera:

Residente de Obra

- Coordina la ejecución de acciones de seguimiento y control para la calidad en las partidas de concreto armado
- Apoya en la detección y control de observaciones y no conformidades

Asistente Residente / Control de Calidad

- Elabora informes de observaciones y no conformidades; y registra los resultados de la supervisión que realiza

Figura 33. Organigrama Proyecto “B”

(Fuente: Proyecto “B”)

A continuación, se detalla el proceso actual.

- **Paso 1.** El ingeniero residente identifica los elementos estructurales a ejecutar del proyecto según la programación de obra y autoriza al área de producción.
- **Paso 2.** Tras recibir la autorización el jefe de producción en coordinación con el maestro de obra y subcontratas ejecutan las partidas de acero.
- **Paso 3.** El Asistente de residente / QC verifica la partida de acero asegurándose que se cumpla las especificaciones. En caso de incumplimiento, solicita retrabajos.
- **Paso 4.** Seguidamente tras la aprobación del acero, el jefe de producción continúa con la ejecución de la partida de encofrado.
- **Paso 5.** El Asistente de residente / QC realiza la verificación visual de la partida de encofrado asegurándose que se cumpla la verticalidad y horizontalidad de los elementos de encofrado. En caso de incumplimiento, solicita retrabajos.
- **Paso 6.** Seguidamente tras la aprobación del encofrado, el jefe de producción continúa con la ejecución de la partida de colocación de concreto.
- **Paso 7.** El Asistente de residente / QC verifica que la partida de concreto cumpla el slump, altura de vaciado y tiempo de colocación. Para la verificación post vaciado, realiza la verificación de cangrejas, segregaciones, dimensiones del elemento, etc; que en el caso de incumplimiento se realizaría reparaciones estructurales. En el caso de cumplimiento se daría por terminada la partida de concreto armado.
- **Paso 8.** Tras la observación de no calidad, el jefe de producción realiza los trabajos de reparación de cangrejas, segregaciones, etc.
- **Paso 9.** El Asistente de residente / QC realiza la verificación visual de las reparaciones. En caso de incumplimiento, solicita retrabajos de reparación, caso contrario se da la conformidad respectiva.

- **Paso 10.** Las conformidades y no conformidades son recepcionadas y validadas finalmente por el ingeniero residente.

Figura 34. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto B.

(Fuente: Proyecto “B”)

3.2.3. Proceso del control de Calidad Proyecto “C”

En el proyecto “C”, el control de calidad de la obra no está estructurado y por lo tanto todos los controles que se puedan realizar están cargo de una sola persona quien ejerce la función de asistente del residente y a la vez hacía la función de jefe de calidad, tal como se puede apreciar en el organigrama del proyecto.

Figura 35. Organigrama Proyecto “C”

(Fuente: Proyecto “C”)

Las funciones para el control de calidad en este proyecto es el siguiente:

Residente de Obra

- Coordina la ejecución de acciones de seguimiento y control para la calidad en las partidas de concreto armado
- Apoya en la detección y control de observaciones y no conformidades

Asistente Residente – Jefe de Calidad

- Elabora informes de observaciones y no conformidades; y registra los resultados de la supervisión que realiza.

El proceso del control de calidad para las partidas de concreto armado que se realiza en el proyecto “C”, se realiza de manera inapropiada, por no contar responsable con dedicación exclusiva al sistema de gestión de calidad; esto se refleja en los retrabajos sobre las no conformidades presentadas en esta partida, los cuales afectan directamente al presupuesto del proyecto al no haber sido contemplado en el inicio de la obra.

A continuación, se detalla el proceso actual.

- **Paso 1.** El residente de obra identifica los elementos estructurales a ejecutar dentro del proyecto, según lo programado en obra y autoriza al jefe de producción, quien a su vez coordina con el maestro de obra para que se proceda a ejecutar las subpartidas de acero de refuerzo, encofrados y vaceado de concreto.
- **Paso 2.** Luego de recibida la orden por parte del maestro de obra, este procede a efectuar las coordinaciones con las cuadrillas de fierros para el dimensionamiento y colocación del armado de acero, según se señala en los planos estructurales.
- **Paso 3.** Se da la validación por parte del asistente de obra, quien es el encargado del control de calidad. En caso de encontrarse observaciones queda observada para corregir la partida.

Figura 36. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto C.

(Fuente: Proyecto "C")

- **Paso 4.** Con la cuadrilla de carpinteros se procede a la colocación de los elementos de encofrado, respetando los protocolos de nivel y dimensión.
- **Paso 5.** Se da la validación del encofrado por parte del asistente de obra, quien es el encargado del control de calidad. En caso de encontrarse observaciones queda observada para corregir la partida.
- **Paso 6.** Con la cuadrilla que realiza la colocación de concreto se procede a iniciar la partida.
- **Paso 7.** Se da la validación del concreto por parte del asistente de obra, quien es el encargado del control de calidad. En caso de encontrarse observaciones queda observada para realizar reparaciones (cangrejeras, segregaciones, etc.).
- **Paso 8.** El jefe de producción realiza los trabajos de reparación siguiendo un estricto protocolo para asegurar que la estructura cumpla con todas las especificaciones.
- **Paso 9.** Se da la validación de las reparaciones por parte del asistente de obra, quien es el encargado del control de calidad. En caso de encontrarse observaciones queda observada para corregir las reparaciones, caso contrario se procede a dar la conformidad para finalizar con la partida de concreto armado.
- **Paso 10.** Las revisiones de las observaciones, así como las de su levantamiento, deberán contar con la aprobación final del ingeniero residente, quien firma el cuaderno de obra señalando la conformidad de dicha partida.

3.2.4. Proceso del control de Calidad Proyecto “D”

El proceso del control de calidad para las partidas de concreto armado que se realiza en el proyecto “D”, no cuenta con la implementación de un debido sistema de gestión, todos los procesos están a cargo del ingeniero residente de la obra, con la colaboración en el control de calidad de una jefatura exclusiva para esta área

Figura 37. Organigrama Proyecto “D”

(Fuente: Proyecto “D”)

Las funciones para el control de calidad en este proyecto es el siguiente:

Residente de Obra

- Coordina la ejecución de acciones de seguimiento y control para la calidad en las partidas de concreto armado
- Apoya en la detección y control de observaciones y no conformidades

Asistente Residente /Control de calidad

- Elabora informes de observaciones y no conformidades

- Registra resultados de la supervisión que realiza durante la ejecución de las partidas de concreto

Para el levantamiento de las observaciones en la partida de Concreto Armado, se detalla el proceso para el seguimiento del control de calidad del proyecto

- **Paso 1.** El residente de obra identifica los elementos estructurales a ejecutar dentro del proyecto, según lo programado en obra y autoriza al jefe de producción, quien a su vez coordina con el maestro de obra para que se proceda a ejecutar las subpartidas de acero de refuerzo, encofrados y vaciado de concreto.
- **Paso 2.** Luego de recibida la orden por parte del maestro de obra, este procede a efectuar las coordinaciones con las cuadrillas de fierros para el dimensionamiento y colocación del armado de acero, según se señala en los planos estructurales.
- **Paso 3.** El asistente de residente realiza la verificación con protocolo de la subpartida de acero de refuerzo. En caso de encontrarse observaciones deriva al jefe de producción para el respectivo levantamiento de observaciones.
- **Paso 4.** Antes de la ejecución del encofrado se realiza el levantamiento de observaciones para posteriormente coordinar con la cuadrilla de carpinteros, para la colocación de los elementos de encofrado, respetando los protocolos de nivel y dimensión.
- **Paso 5.** El asistente de residente realiza la verificación con protocolo de la subpartida de encofrado. En caso de encontrarse observaciones deriva al jefe de producción para el respectivo levantamiento de observaciones.
- **Paso 6.** Antes de colocar el concreto se realiza el levantamiento de observaciones de encofrado para posteriormente coordinar con la cuadrilla de albañiles, para la colocación de concreto. Para proceder al vaciado del concreto; en caso de existir

observaciones sobre cualquiera de las subpartidas iniciales, se procederá a levantarlas en un plazo tal, que no afecte el cronograma de obra. Al no contar con una debida gestión para el control de calidad, esta revisión cuenta con algunas faltas técnicas, debido a que el protocolo empleado para la validación de cada subpartida no cuenta con un debido proceso de control.

- **Paso 7.** El asistente de residente realiza la verificación con protocolo de la subpartida de concreto durante su colocación y post vaciado. En caso de encontrarse observaciones deriva al jefe de producción para el respectivo levantamiento de observaciones.
- **Paso 8.** El jefe de producción realiza las reparaciones (cangrejeras, segregaciones, etc.) según el defecto encontrado en la estructura. Tras la verificación el procedimiento seguiría según lo señalado en el paso.
- **Paso 9.** Las revisiones de las observaciones, así como las de su levantamiento, deberán contar con la aprobación final del ingeniero residente, quien firma el cuaderno de obra señalando la conformidad de dicha partida.

Figura 38. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto D.

(Fuente: Proyecto “D”)

3.2.5. Proceso del control de Calidad Proyecto “E”

El proyecto no cuenta con la implementación de un sistema de gestión de calidad y todos los controles de calidad son realizados de manera improvisada por el supervisor de calidad con el apoyo del asistente del residente tal como se aprecia en el organigrama del proyecto. Las funciones para el control de calidad en este proyecto es el siguiente:

Asistente de Residente

- Coordina la ejecución de acciones de seguimiento y control para la calidad en las partidas de concreto armado
- Apoya en la detección y control de observaciones y no conformidades

Asistente Residente / Control Calidad

- Elabora informes de observaciones y no conformidades
- Registra resultados de la supervisión que realiza durante la ejecución de las partidas de concreto.

Figura 39. Organigrama Proyecto “E”

(Fuente: Proyecto “E”)

Para el proyecto “E”, el proceso del control de calidad para las partidas de concreto armado que se realiza de igual manera improvisando reglas y normas de calidad ya que no cuenta con un sistema de gestión de calidad; por lo tanto, los costos de no calidad igualmente son reflejados a través de los retrabajos que afectan el presupuesto general del proyecto.

A continuación, se detalla el proceso actual del control de calidad:

- **Paso 1.** El jefe de producción identifica los elementos estructurales a ejecutar del proyecto según la programación de obra y envía la autorización al maestro de obra, quien a través de las subcontratas procede a ejecutar las partidas.
- **Paso 2.** El jefe de producción en coordinación con el maestro de obra ejecuta la partida de colocación acero en todos los elementos según planos.
- **Paso 3.** Terminada las partidas de todos elementos a ejecutar, asistente de calidad verifica y libera de la siguiente manera: para la colocación de acero verifica y da por liberado la partida, siempre que se cumplan los cantidades, diámetros, distribución y longitud del acero según lo especificado en los planos.
- **Paso 4.** En el caso de no cumplir los requerimientos, el jefe de producción levanta las observaciones para inmediatamente ejecutar los trabajos de encofrado.
- **Paso 5.** Para los encofrados, el asistente de calidad verifica y da por liberado la partida siempre se cumplan el aplome y alineamiento de los encofrados.
- **Paso 6.** En caso de no cumplir con las especificaciones, el jefe de producción procede al levantamiento de observaciones, para inmediatamente proceder a ejecutar la partida de colocación de concreto.
- **Paso 7.** Para la colocación de concreto la revisión y liberación se realiza en dos etapas, la primera tras culminar la colocación del concreto y la segunda tras cumplir el periodo de fraguado.

Figura 40. Flujo del control de calidad de la partida de concreto armado en el Proyecto E.

(Fuente: Proyecto “E”)

- **Paso 8.** Tras realizada las observaciones, el jefe de producción procede con el levantamiento de observaciones que este caso son las reparaciones por cangrejas, segregaciones, etc.
- **Paso 9.** Tras la culminación, solicita nuevamente la verificación y liberación de la partida para finalizar con el proceso de ejecución de concreto armado y siendo el residente de obra quien da la conformidad final.

3.3.Análisis del procedimiento actual de los proyectos

Para poder determinar el grado de deficiencia e incumplimiento de la calidad y el costo que éste podría generar en la no calidad de la partida de concreto armado de los proyectos analizados, será necesario verificar los procesos del control de la calidad con las que cuenta cada uno de estos proyectos.

3.3.1. Análisis e identificación de los problemas en el control de calidad actual

A continuación, se describe el estado actual de los procesos que se realizan en el control de calidad de cada uno de los cinco proyectos que son materia de la presente investigación

- **Plan de gestión de la calidad**

De los cinco proyectos analizados, se evidencia que sólo una de ellas cuenta con un plan de gestión de calidad implementada de manera deficiente cuyos componentes no son aplicados en su totalidad; mientras que los cuatro proyectos restantes no cuentan con ningún plan de gestión de la calidad, por lo que todos sus procesos son ejecutados de manera improvisada bajo la supervisión de un personal capacitado en temas de calidad.

Tabla 7. Implementación de un plan de gestión de la calidad en proyectos analizados

CONTROL DE CALIDAD	Plan de Calidad	
	SI	NO
Proyecto "A"	X	
Proyecto "B"		X
Proyecto "C"		X
Proyecto "D"		X
Proyecto "E"		X

Fuente: Elaboración propia

Según la Guía del PMBOK, el plan de calidad, describe las actividades y los recursos necesarios para la dirección de un proyecto, y que este puede ser formal o informal cuya revisión debería darse en una etapa temprana del proyecto a fin de asegurar los beneficios a obtener con su implementación. De los proyectos analizados según la tabla 7, podemos observar que sólo el 20% del total de los proyectos analizados cuenta con un plan de calidad que le permite seguir algunos estándares establecidos, mientras que el 80% de los proyectos analizados no cuenta con un plan de calidad, lo que significa que el control de calidad que se realiza en los mismos, está basado sólo en criterios y/o conocimientos relacionados a la calidad de quienes lo dirigen.

Figura 41. Porcentaje de implementación de plan de calidad en los proyectos analizados

(Fuente: Elaboración propia)

- **Registro de No conformidades y Observaciones**

De acuerdo a los reportes obtenidos de los proyectos en estudio, se pudo corroborar sólo en el proyecto “A” existe registros de no conformidades y observaciones donde se menciona claramente la descripción de la no conformidad u observación, su ubicación de acuerdo al nivel y sector que corresponde, el nombre del responsable quien ejecuta la actividad, el área correspondiente al cual pertenece la no conformidad u observación, las fechas de emisión y cierre, el nombre de los responsables que realizaran el levantamiento de la observación y finalmente se menciona el estado de la no conformidad u observación.

En el caso de los cuatro proyectos restantes, los registros se llevan de manera muy simple, en documentos que no tienen formato alguno, pero si se puede apreciar la descripción completa de las observaciones o no conformidades que recibirán el respectivo trámite para su liberación y conformidad.

Tabla 8. Registro de NO conformidades en la partida concreto armado en el Proyecto “A”

REGISTRO					RNC
LISTADO DE REPORTES DE NO CONFORMIDADES					Rev.:01
NOMBRE DEL PROYECTO					Página:
ITEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	DEFECTO	COSTO	PLAZO DE EJECUCIÓN
1	Se observan elementos con secciones distintas al proyectado en planos	Columna C-1	Mala Medida	4,785.30	5d
2	Se observan cangrejeras, segregaciones	verticales	Cangrejeras	8,277.00	7d
3	Se observan quiñes, abolladuras y despostillamiento	placas	Despostillamiento	2,733.50	4d
4	Se observan fisuras, grietas de gran tamaño	losas macizas	Fisuras	1,301.40	2d
5	Se produce una junta fria no planificada	Placas	Junta Fria	256.20	1d
6	Se observa un acabado de concreto distinto al especificado	Vigas	Mal acabado	223.20	1d
7	Niveles de vaciados superiores a los especificados	Placas y columnas	Desnivel	14,150.40	9d

(Fuente: Datos de obra)

- **Métricas de calidad**

En todos los proyectos analizados se han podido observar que no se emplean las métricas de calidad para ningún tipo de control. En el caso del proyecto “A”, la métrica más utilizada para el control de calidad está basado en el porcentaje que representa cada defecto identificado en las diferentes subpartidas de concreto armado; es decir, se cuantifica los defectos encontrados y se indican el porcentaje que representan según la cantidad de veces que se repiten en un elemento estructural. Según se indica en la tabla 9, se puede observar que los porcentajes de defectos más representativos se manifiestan en la subpartida que corresponde a la colocación de concreto, cuyas observaciones terminan mayormente en reparaciones afectando al costo del proyecto.

Tabla 9. Métrica de calidad utilizado en el proyecto “A”

IT	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Cantidad de defectos	% de defectos por Elemento
CB-C	Columnas		
CB-CAC	Colocación de acero	8	25.81%
CB-CEN	Encofrado	6	19.35%
CB-CCN	Colocación de concreto	17	54.84%
CB-P	Placas		
CB-PAC	Colocación de acero	15	30.61%
CB-PEN	Encofrado	11	22.45%
CB-PCN	Colocación de concreto	23	46.94%
CB-V	Vigas		
CB-VAC	Colocación de acero	13	30.95%
CB-VEN	Encofrado	7	16.67%
CB-VCN	Colocación de concreto	22	52.38%
CB-L	Losas		
CB-LAC	Colocación de acero	12	30.77%
CB-LEN	Encofrado	8	20.51%
CB-LCN	Colocación de concreto	19	48.72%
CB-E	Escaleras		
CB-EAC	Colocación de acero	5	27.78%
CB-EEN	Encofrado	5	27.78%
CB-ECN	Colocación de concreto	8	44.44%

(Fuente: Proyecto “A”)

En tal sentido, se puede afirmar que la mala implementación de la calidad en el proyecto “A” da como resultado que un 49.5% aproximado en defectos, corresponde a la subpartida de colocación de concreto de la partida de concreto armado; cuantificando la cantidad de defectos según la tabla 10, según las hojas de verificación.

Figura 42. Porcentaje de defectos en concreto por elementos

(Fuente: Proyecto “A”)

- **Hojas de Verificación**

En todos los proyectos analizados, se pudo verificar que se utilizan los registros de datos en hojas de verificación, donde cada proyecto establece sus propios criterios de identificación de defectos en la partida de concreto armado.

En tanto para el proyecto “A”, el cual, si cuenta con un plan de calidad, así como para los otros cuatro proyectos que no lo tienen, desarrollan criterios muy similares de identificación; por lo que es posible mostrar la hoja de verificación de toda la partida de concreto armado que muestra el total acumulado por criterios de evaluación de acuerdo a cada subpartida.

Por la similitud de criterios, se puede comprobar que la mayor cantidad de defectos se presentan en la subpartida de concreto que son detectadas en la etapa de post

vaciado, en tanto sobre las subpartidas de acero y encofrado, se cuantifican tal como se observa en la tabla 10.

Tabla 10. Hoja de verificación por defectos acumulados en la partida concreto armado de cada proyecto

ITEM	OBSERVACIONES y/o NO CONFORMIDADES	DEFECTOS EN CONCRETO ARMADO POR PROYECTO				
		A	B	C	D	E
1.0	ACERO					
1.1	Estribaje Incorrecto (Espaciamiento, diametro, longitud de ganchos)	12	11	15	13	14
1.2	Se observa un recubrimiento distinto al especificado	11	8	10	7	9
1.3	Se observan barras en mal estado (con mezcla, sucios)	10	13	11	8	12
1.4	Se observan barras con oxido y corrosion	13	12	14	10	15
1.5	Se observa mala habilitacion de acero en longitudes y doblado	12	9	6	10	11
2.0	ENCOFRADO					
2.1	Encofrado con desniveles, mal alineados, desplome	13	11	15	6	10
2.2	Descuadre en encuentros	8	12	6	5	8
2.3	Encofrado mal asegurado que genera aberturas durante vaciado	9	13	11	9	12
2.4	El encofrado se retira antes de tiempo, concreto fresco	2	-	1	-	-
2.5	Se observan restos de encofrado pegado al concreto, post desencofrado	6	5	4	5	3
3.0	CONCRETO					
3.1	Se observan elementos con secciones distintas al proyectado en planos	12	6	9	7	5
3.2	Se observan cangrejas, segregaciones	39	28	26	30	32
3.3	Se observan quínes, abolladuras y despostillamiento	18	14	17	13	15
3.4	Se observan fisuras, grietas de gran tamaño	2	3	4	4	5
3.5	Se produce una junta fria no planificada	1	1	-	1	-
3.6	Se observa un acabado de concreto distinto al especificado	-	1	1	-	-
3.7	Niveles de vaciados superiores a los especificados	17	10	15	12	13

(Fuente: Elaboración propia)

Según el registro de datos acumulados de la tabla anterior, se puede apreciar que la subpartida de concreto concentra un 45% de defectos del total de la partida de concreto armado siendo la más representativa, tal como se observa en la figura 36.

Figura 43. Porcentaje de defectos en concreto armado de los proyectos analizados

(Fuente: Elaboración propia)

- **Tratamiento de No conformidades**

Para este proceso, en todos los proyectos analizados se pudo verificar que el tratamiento de las no conformidades se realiza sin ningún registro ni procedimientos establecidos a seguir.

- Algunas de las consideraciones que son tomadas en cuenta durante este proceso son: la elección de alternativas sobre el elemento no conforme que pueden ser aceptadas sin reparar, rechazadas o reparadas y reclasificadas.
- La identificación de la causa raíz de las no conformidades.
- Finalmente, una breve evaluación de las acciones implementadas.

3.3.2. Conclusiones del análisis actual de los proyectos analizados

Tras el análisis de los proyectos materia de estudio podemos identificar que los defectos más comunes que se presentan están divididos en las tres subpartidas.

Para la subpartida de colocación de acero se presentan los siguientes:

- Estribaje Incorrecto (Espaciamiento, diámetro, longitud de ganchos)

- Se observa un recubrimiento distinto al especificado
- Se observan barras en mal estado (con mezcla, sucios)
- Se observan barras con oxido y corrosión
- Se observa mala habilitación de acero en longitudes y doblado

Para la subpartida de encofrado se presentan los siguientes:

- Encofrado con desniveles, mal alineados, desplome
- Descuadre en encuentros
- Encofrado mal asegurado que genera aberturas durante vaciado
- El encofrado se retira antes de tiempo, concreto fresco
- Se observan restos de encofrado pegado al concreto, post desencofrado

Para la subpartida de colocación de concreto se presentan los siguientes:

- Se observan cangrejeras, segregaciones
- Se observan quiñes, abolladuras y despostillamiento
- Se observan fisuras, grietas de gran tamaño
- Se produce una junta fría no planificada
- Se observa un acabado de concreto distinto al especificado
- Niveles de vaciados superiores a los especificados

Esta identificación de defectos en el control de calidad, referidos a la mala o nula implementación de un correcto control, que se realizan en los proyectos analizados, podemos determinar que las empresa medianas o pequeñas optan por una revisión somera de las subpartidas correspondientes al concreto armado; tal es el caso, en el primero de ellos, el cual no presenta una correcta implementación del sistema de gestión de calidad y en el caso de las otras, no permitiría poder cuantificar adecuadamente los reproceso por calidad al no

presentar procedimiento alguno para el control de calidad; es decir, los procedimientos realizados para mitigar los impactos que generan las no conformidades y observaciones son muy deficientes, puesto que no se cuenta con ningún patrón de seguimiento, ni estándares establecidos a cumplir; por lo que queda demostrado que el control de calidad que se realiza en estos proyectos es un proceso improvisado.

DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Figura 44. Diagrama Causa Efecto de las no conformidades de la partida concreto armado

(Fuente: Elaboración propia)

En el siguiente capítulo se presentará una propuesta de implementación de sistema de gestión de la calidad, para las empresas pequeñas y medianas que les permitirá reducir y controlar los costos de la no calidad.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA

En este capítulo se presentará las propuestas de mejora durante la planificación, gestión y control de la calidad, que permitirán reducir los costos de la No Calidad en la partida de concreto armado. Asimismo, se planteará propuestas de mejora continua que permitirán mejorar el control de calidad en proyectos futuros ejecutados por pequeñas y medianas empresas.

Para plantear la propuesta que permitirá controlar la calidad de las diferentes partidas que comprenden el acero, encofrado y concreto; y prevenir los costos de la no calidad en los mismos, es importante conocer que existe interrelaciones entre los procesos de la gestión de la calidad; tal es así que en el proceso de planificar la calidad se identificaran los requisitos, normas y procedimientos para el proyecto y la documentación producto de la demostración del cumplimiento de los mismos; la etapa de gestión de la calidad, es el proceso consistente en auditar los requisitos para el cumplimiento de la calidad y los resultados obtenidos, partiendo de las medidas de control con la finalidad de garantizar que las definiciones operacionales y normas adecuadas de calidad, sean utilizadas; finalmente durante el proceso de control de la calidad se monitorean y registran los resultados de las distintas actividades de calidad, con la finalidad de efectuar una evaluación del desempeño y recomendar los cambios necesarios, registrados dentro de los formatos propuestos al final del presente trabajo.

En consecuencia, para esta propuesta se partirá desde la verificación de procesos registro en los documentos de verificación de acuerdo a cada proceso de cada una de las partidas que corresponde a concreto armado. Asimismo, se considerará la gestión de estos documentos y sus procedimientos durante toda la etapa de estructura correspondiente a concreto armado.

A continuación, proponemos el flujograma y su descripción de la propuesta, que permitirá reducir los costos de no calidad para pequeñas y medianas empresas.

Figura 45. Flujograma de propuesta para reducir costos de la no calidad

4.1.Propuesta etapa de Planificación de la Calidad

Para el proceso de Planificar la calidad, las mejoras que se proponen serán planteadas considerando que todos los proyectos no cuentan con un plan de calidad y que, en los mismos, no se hace el uso de las herramientas de calidad; para analizar este tipo de problemas y se propone lo siguiente:

- Realizar verificaciones de los trabajos preliminares a la partida de concreto armado mediante documentos basados en las hojas de control, según indica el anexo 1, los cuales permitan haber registrado las condiciones o especificaciones que se debe cumplir al ejecutar estos trabajos.
- Implementar una primera base de datos de no conformidades y observaciones detectadas en proyectos anteriores a partir del historial de hojas de control, anexo N° 1, de anteriores proyectos.
- Implementar el uso de las plantillas de calidad tales como hojas de verificación, similar al formato del Anexo N° 3; el cual nos permitirá realizar una correcta revisión de los trabajos preliminares en la partida de concreto armado, la verificación del acero estructural, verificación del encofrado, verificación de los elementos embebidos y la verificación final de las características del concreto y su verificación post vaciado.
- Plantear reuniones periódicas de control, entre los supervisores, jefes o responsables de área, involucrados en la ejecución del proyecto; que permitirán definir un debido manejo de la gestión de la calidad del proyecto.
- Implementar métricas de calidad, las cuales puedan mitigar directamente las causas de las no conformidades, tales como:
 1. Plazos de entrega de cada subpartida observada.

2. Costo de ejecución de cada subpartida observada.
3. Cantidad de No conformidades de acero.
4. Cantidad de No conformidades de encofrado.
5. Cantidad de No conformidades de concreto.
6. Total de defectos por cada subpartida.

Todas estas métricas, alimentadas de los datos obtenidos a través de las revisiones de cada elemento interviniente en la partida de concreto armado: Acero, Encofrado y Vaceado de Concreto.

4.2. Ejecución de la Gestión de la Calidad

Para ejecutar la mejora en el sistema de Gestión de la Calidad, se propone actividades de medición, que permitan analizar dichas fallas; propuesto de la siguiente manera:

- Ejecutar y verificar los procedimientos constructivos contando con el uso de herramientas adecuadas para las mediciones de control de calidad, tales como: los protocolos (anexo N° 3) para la evaluación del acero de refuerzo, de la instalación del encofrado y de los procedimientos adecuados de vaceado de concreto, sumados a las hojas de informe de reparaciones de las observaciones (anexo 5); los cuales permitan analizar y evaluar la calidad de los procesos, la comparación de los mismos y validación de las medidas reales.
- Registrar los datos obtenidos de los procesos constructivos con la finalidad de medirlas usando métricas de calidad correspondientes a cada elemento interviniente en esta partida, tales como: Alcance, tiempo y costo, parámetros de calidad alta, aceptable o inaceptable; para desarrollar las diferentes pruebas de la partida en cuestión, tanto en campo como en laboratorio, a fin de obtener la data necesaria para su correcta evaluación.

- Registrar los datos obtenidos de los procesos constructivos en las plantillas de calidad tales como las hojas de registro de reparaciones o similar formato, según se alcanza en el Anexo N°3 y N°4.
- Celebrar reuniones con frecuencias de una semana o quince días entre los involucrados del proyecto (Ingeniero residente, jefe de producción, asistente de residente, jefe de calidad, etc.), con el objetivo de discutir revisiones de cambios, mejoras y futuras implementaciones para el control de calidad.
- Asegurar el análisis de datos resultantes de los formatos propuestos en los anexos N°3, N°4 y N°5; procesos y causa raíz de las fallas o defectos que se presentan en cada proyecto para su respectiva identificación y categorización.
- Asegurar la elaboración de informes de calidad, apoyados en el formato del anexo N°5 del presente estudio; en las cuales queden plasmados las incidencias de falla o defecto en cada proceso.

4.3. Proceso de control de la calidad

Para el proceso de Control de la calidad, las mejoras que se propondrán serán planteadas de la siguiente manera:

- Establecer que los entregables de estructura de concreto armado cumpla con los criterios de aceptación propuestos en el formato del anexo N°3, los cuales son:
 - En el Acero:
 - Verificar el correcto Estribaje (Espaciamiento, diámetro, ganchos)
 - Verificar la medida de los recubrimientos.
 - Verificar el buen estado de las barras (libres de mezcla u oxido).
 - Verificar las adecuadas medidas y dobleces de las barras.
 - En el Encofrado:

- Verificar la colocación de encofrados limpios y sin elementos adheridos a los mismos.
 - Verificar los niveles, alineamientos y aplomos.
 - Verificar en encuadre de los encuentros.
 - Asegurar el encofrado, de manera que no genere aberturas durante el vaceado.
 - Considerar los tiempos adecuados para el retiro de los encofrados.
- En el Concreto:
 - Verificar las secciones y medidas según el proyecto.
 - Asegurar el correcto vibrado a fin de evitar cangrejeras.
 - Evitar los quíñes y abolladuras durante la etapa de desencofrado.
 - Verificar las fisuras y grietas, su origen y su manejo en la corrección.
 - Evitar las juntas frías no planificadas.
 - Verificar el acabado con el concreto especificado.
 - Verificar los niveles de los vaceados, según lo especificado.
- Registro de datos mediante el uso de hojas de verificación y métodos de muestreo por atributos; de los defectos y observaciones encontradas en las revisiones que se realizan a cada elemento intervenido en la partida de concreto armado. Con el uso de sus respectivos indicadores:
 1. Cumplimiento de plazos de entrega de cada subpartida observada.
 2. Optimo Costo de ejecución de cada subpartida observada.
 3. Porcentaje de no conformidades de acero levantadas.
 4. Porcentaje de no conformidades de encofrado levantadas.
 5. Porcentaje de no conformidades de concreto levantadas.
 6. Porcentaje de defectos subsanados por cada subpartida.

- Analizar datos sobre los defectos que suceden con mayor frecuencia y el origen causante de estos en cada partida; mediante un cuestionario utilizado en encuestas realizadas entre los responsables de cada área involucrada en la ejecución de partidas de concreto armado
- Documentar mediante el registro de datos en los formatos de los anexos N°3 y N°4, los cuales concluyen en el informe de reparaciones tal como se aprecia en el Anexo N°5.
- Documentar los entregables a través de los reportes concluidos de los anexos N°3 y N°4, los cuales deberán tener la validación del residente, control de calidad y supervisor de calidad para dar paso a la documentación final (informes anexo N°5), mismo que formara parte de los documentos entregables.

4.4. Propuesta para el proceso de mejora continua

- Designar al ingeniero residente, quien se apoya exclusivamente del encargado del área de calidad; la responsabilizada de elaborar el plan de calidad, para posteriormente a fin de minimizar o anular las no conformidades y superar las deficiencias en la obra.
- De las evaluaciones efectuadas en los distintos elementos de cada partida, se aceptarán propuestas de cada jefatura involucrada, para llevar el correcto control de la calidad en la partida de concreto, posterior a la recepción de cada especialidad observada (acero, encofrado y concreto). Debiéndose colocar en el registro de no conformidades según el anexo N°6.
- Se implementará la representación de datos a través de diagramas de flujo que permitirá mostrar la secuencia de pasos que existe en los procesos constructivos de

colocación de acero, encofrados y colocación de concreto; e identificar el punto o puntos de ocurrencia de defectos o de verificaciones de calidad de cada partida.

- Se plantea la implementación del área del control de calidad según la tabla 11 y se deberá considerar que los costos de control correspondientes deberán ser programados desde la etapa de planeamiento. Según se aprecia en Tabla 1 de Costos de la no calidad por proyectos, el promedio de costos de la no calidad es S/ 54,986.53; mientras que los costos por la implementación del nuevo sistema de gestión de calidad serían según se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Costos de implementación de sistema de gestión de calidad.

DESCRIPCION DE COSTOS POR IMPLEMENTACION DE CALIDAD	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	PARTICIPACION (Tiempo meses)	COSTO (S/ UNIDAD)	COSTO TOTAL S/
INGENIERO DE CALIDAD - SUELDO	Mes	1.00	5.00	7,500.00	37,500.00
EQUIPAMIENTO DE AREA DE CALIDAD					13,100.00
Plan de Calidad	Glb	1.00	3,500.00	3,500.00	
Oficina de Calidad	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00	
Software de control	Glb	1.00	1,200.00	1,200.00	
Inspeccion de campo	Glb	1.00	3,200.00	3,200.00	
Pruebas de campo	Glb	1.00	2,700.00	2,700.00	
TOTAL IMPLEMENTACION AREA DE CALIDAD					S/. 50,600.00

(Fuente: Elaboración propia)

- Una vez implementado el área de control de calidad establecer una comparación entre los gastos de implementación y manejo de control de calidad y los costos por no conformidades, proponiendo una factibilidad adecuada para la mejora continua. Para los casos presentados en el presente proyecto, las diferentes obras presentan una media de S/ 54,986.53 soles, mientras que los costos por implementación del sistema de gestión serían S/ 50,600.00 Soles; además, este costo incluiría el control de la calidad en las partidas paralelas a la partida de concreto armado, tales como: corte de terreno, movimiento de tierras, instalaciones eléctricas, sanitarias, concreto simple, pisos, acabados, etc. Por lo que se puede contemplar que el costo de implementación, del sistema de gestión de la calidad para estos proyectos quedarían justificados.

Finalmente, de acuerdo a los lineamientos del PMBOK que fueron tomados en cuenta para la implementación de la propuesta se determina el flujo que permitirá reducir los costos de no calidad y que podrá adaptarse a las necesidades y alcance de las pequeñas y medianas empresas.

Para el flujograma, se ha tomado en cuenta la participación de todos los involucrados en la etapa de ejecución de un proyecto, pudiendo ser: el ingeniero residente, ingeniero asistente de residente, jefe o supervisor de producción y el jefe o supervisor de calidad según corresponda la estructura y envergadura de cada proyecto ejecutado.

CAPITULO 5: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo se presentará la validación de la propuesta a través de la opinión de personas que cuentan con la experiencia y conocimientos del tema a evaluar. Este método de validación que consiste en verificar la fiabilidad de una investigación se denomina juicio de expertos.

5.1.Criterios de selección de expertos

Para la investigación se determina como experto a aquella persona cuya capacidad, experiencia y conocimiento en un determinado tema a evaluar, es considerado como fuente confiable.

Según la bibliografía revisada, las cuales resultan ser ciertamente teóricas y prácticas. La presente investigación se abocará a los métodos de criterio múltiple, principalmente; que demuestre el conocimiento de los conceptos y la aplicación según los parámetros establecidos en la etapa de planeamiento; con experiencia en el manejo de las herramientas básicas de calidad. Para el criterio de selección de expertos, se han dividido básicamente en cuatro criterios:

Experiencia:

- Desempeño en obras anteriores; tiempos de entrega, calidad de las partidas manejadas, etc.
- Que tenga cierta habilidad para el manejo de entregas de obra en los plazos establecidos.
- La cantidad de proyectos similares que ha realizado como responsable de calidad.

Técnicos:

- Conocimiento de los sistemas de gestión de calidad en obras de construcción.
- Base académica a partir de cursos, seminarios, talleres, para el manejo de obra de la calidad en la construcción.

Organizacionales:

- Que desempeñe una responsable capacidad administrativa.
- Reputación intachable, basado en comportamientos adecuados en anteriores trabajos.
- Conocimientos básicos de gestión de la salud y seguridad ocupacional.
- Exigencia para las aceptaciones de las partidas según los parámetros de la calidad en obra.
- Que sepa del manejo de personal en obra y tenga trato con los clientes.

Financieros:

- Capacidad de manejo de presupuesto para su área.
- Manejo de flujo de caja en el levantamiento de observaciones.
- Manejo de costos y presupuestos, además de cronogramas de obra.

Para la investigación se ha tomado en consideración la evaluación a 10 expertos con un expertiz en los cuatro criterios de investigación mencionados líneas arriba. Entre los expertos que mencionaremos a continuación, se encuentran jefes, coordinadores, supervisores e ingenieros del área de calidad.

Tal como se describe en la tabla 12; todos los expertos mencionados cuentan con la experiencia, capacidad y el suficiente nivel para validar la propuesta de reducir los costos de la no calidad planteada para las partidas de concreto armado durante su ejecución.

Tabla 12. Descripción de expertos para validar la propuesta

Item	Experto	CV	
1	César Quispe	Grado Academico	Ing Civil
		Años de Experiencia	10 años
		Area trabajada (m2)	15,245.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
2	Marcos Sánchez	Grado Academico	Ing. Civil
		Años de Experiencia	6 años
		Area trabajada (m2)	14,820.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
3	Gabriel Carbonel	Grado Academico	Mg. Ing. Civil
		Años de Experiencia	12 años
		Area trabajada (m2)	18,463.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
4	Ramón Rivera	Grado Academico	Ing. Civil
		Años de Experiencia	10 años
		Area trabajada (m2)	17,632.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
5	José Ríos	Grado Academico	Ing. Civil
		Años de Experiencia	11 años
		Area trabajada (m2)	18,852.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
6	Marisol Manzano	Grado Academico	Ing. Civil
		Años de Experiencia	10 años
		Area trabajada (m2)	17,632.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
7	Bruno Battifora	Grado Academico	Mg. Arquitectura
		Años de Experiencia	5 años
		Area trabajada (m2)	11,320.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
8	Juan Sono	Grado Academico	Ing. Civil
		Años de Experiencia	13 años
		Area trabajada (m2)	19,647.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
9	Eric Cabrera	Grado Academico	Arquitecto
		Años de Experiencia	5 años
		Area trabajada (m2)	9,547.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad
10	Luis Custodio	Ing. Civil	Ing. Civil
		Años de Experiencia	8 años
		Area trabajada (m2)	16,425.00 m2
		Conocimientos / Exp.	Gerencia de obras, Estructuras, Calidad, Seguridad

(Fuente: Elaboración propia)

5.2.Método de evaluación

Para poder validar la propuesta, se plantea el método de evaluación mediante la recolección de información y datos que será brindada por los expertos de manera individual a través de un cuestionario. Tras recepcionar las respuestas de los cuestionarios analizaremos cada una de ellas y en el caso de obtener propuestas de mejora serán analizadas a mayor detenimiento ya que nos permitirá complementar y obtener una propuesta definitiva.

En tal sentido, para que los expertos puedan realizar la evaluación se determinó un cuestionario de 20 preguntas en total, relacionadas a la no calidad y sobre la propuesta basadas en los lineamientos de la guía del PMBOK que permitan reducir los costos de la no calidad en obras de concreto armado que son ejecutadas por las pequeñas y medianas empresas.

Para el análisis de respuestas emitidas por los expertos, las preguntas del cuestionario fueron divididas en tres secciones de acuerdo a los conocimientos y capacidades sobre la calidad y no calidad en obras de concreto armado, y las opiniones y/o comentarios sobre la propuesta de mejora que se adapte a las pequeñas y medianas empresas.

A continuación, se describe las tres secciones del cuestionario de preguntas:

- Implementación de la propuesta; en esta primera sección de preguntas se trata de identificar el nivel de conocimiento de cada uno de los expertos sobre la calidad y la manera adecuada de implementar el sistema de gestión de calidad planificado cuando se está ejecutando una obra
- Flujo propuesto para reducir la no calidad en obras de concreto armado; en esta segunda sección de preguntas se abarcó la mayor cantidad, ya que se requería conocer las opiniones y/o comentarios sobre los efectos de la propuesta tras reducir los costos de la no calidad en las partidas de concreto armado. La serie de preguntas

fueron relacionadas entre sí de acuerdo al grado de deficiencia en el control de calidad y el nivel de implementación de los sistemas de gestión de la calidad en pequeñas y medianas empresas.

- Conclusiones sobre la propuesta; finalmente en esta última sección de preguntas realizada a los expertos se busca recepcionar las opiniones y/o comentarios sobre la propuesta, que permitan complementar, corregir y mejorar para obtener una propuesta definitiva.

5.3. Análisis de juicio de expertos

Tras obtener las respuestas de cada uno de los expertos a quienes se les hizo llegar la propuesta, se agrupó los resultados y se determinó los puntajes de evaluación.

En tal sentido, se concluye que de acuerdo a la opinión y/o comentarios de los expertos, la propuesta presentada en estudio ayudaría a mejorar el control de calidad y por ende la reducción de costos de la no calidad en las partidas de concreto armado de obras de edificación que son ejecutadas por pequeñas y medianas empresas.

5.3.1. Implementación de la Propuesta

En esta primera sección de preguntas se trata de identificar el nivel de conocimiento de cada uno de los expertos sobre la calidad. Además, conocer el nivel de implementación del sistema de gestión de calidad con el que ha laborado durante su trayectoria.

Para la primera pregunta que se realizó es para saber qué tan de acuerdo está sobre si se puede implementar la propuesta de gestión de calidad en pequeñas y medianas empresas que no cuentan con un plan de calidad, el 90% de encuestados afirmó que sí se puede implementar considerando que el plan de calidad debe implementarse conjuntamente con la propuesta, mientras que un 10% aseguró que la implementación es válida y que al estar dirigida a pequeños proyectos podría implementarse sin la necesidad de un plan de calidad.

Estos resultados nos indican que la implementación de un sistema de gestión de calidad como la propuesta si es posible.

Figura 46. Gráfica sobre el conocimiento del Sistema de gestión de la calidad

(Fuente: Elaboración propia)

Otra de las consultas que se les hizo a los expertos fue sobre a qué nivel se podría implementar un sistema de gestión de calidad como la propuesta en pequeñas y medianas empresas. Las respuestas obtenidas fueron muy variadas lo cual nos explica la realidad actual de las pequeñas y medianas empresas dentro del sector construcción. Cerca de un 60 % de los expertos indicó que las pequeñas empresas no tendrían inconvenientes en la implementación ya que si se compara los costos entre la implementación y los costos de la no calidad resultaría muy beneficioso. Otro 30% de expertos señaló que las pequeñas y medianas empresas sí podrían implementarla pero que tendría un periodo de transición. Finalmente, el 10% de expertos señaló que existe pequeñas empresas donde el nivel de implementación resultaría de manera regular ya que en la mayoría de casos no cuentan con los profesionales adecuados para ejecutar un proyecto.

Figura 47. Gráfica sobre el conocimiento del Sistema de gestión de la calidad

(Fuente: Elaboración propia)

La última pregunta que analizamos en esta primera sección es sobre los impactos que se presentarían al no contar con un sistema de gestión de la calidad. Un alto porcentaje del 70% de los expertos coincidió que el principal impacto de no contar con un sistema de gestión de calidad es aquel que afecta al presupuesto (costo) del proyecto generando sobrecostos. Mientras que un 25% de los encuestados coincidió que la falta de calidad afectaría principalmente al plazo de ejecución de un proyecto extendiendo los plazos. Por otro lado, un 5% de los expertos refirió que la falta de calidad durante la ejecución de un proyecto terminaría afectando y alterando no sólo al costo y plazo, sino también a el alcance del proyecto.

Figura 48. Gráfica sobre el conocimiento del Sistema de gestión de la calidad

(Fuente: Elaboración propia)

5.3.2. Flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad

Para esta segunda sección de preguntas se abarcó la mayor cantidad, ya que se requería conocer las opiniones y/o comentarios sobre la propuesta y sus efectos en la reducción del costo de no calidad en las partidas de concreto armado. La serie de preguntas fueron relacionadas entre sí de acuerdo al impacto en los costos según el grado de deficiencia en el control de calidad y el nivel de implementación de los sistemas de gestión de la calidad en pequeñas y medianas empresas.

La primera consulta está basada en que tanto están de acuerdo que las hojas de control sirvan de guía para la implementación de una primera base de datos. Un 65% de expertos coinciden en que la hoja de control si puede servir de guía para la implementación de una primera base de datos; mientras que un 35% refiere que además de las hojas de control se debería utilizar otros medios de recopilación de datos

Figura 49. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad

Otra de las consultas realizada a los expertos es saber que tanto está de acuerdo que a partir de reuniones periódicas se pueda concretar la validación de procesos. Ante esta consulta el 75% de los expertos coincidió que no basta las reuniones periódicas para la validación de

procesos, mientras que por otro lado un 20% coincide a partir de reuniones se puede consolidar ideas para validar un proceso, mientras que un 5% refiere que las reuniones servirían para definir y validar procesos.

Figura 50. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad

La siguiente consulta, está referida a que tan de acuerdo está que a partir de métricas y plantillas de calidad se pueda evaluar los procedimientos constructivos. Un 65% de los expertos refieren que para la propuesta son dos elementos muy importantes de la calidad que servirán para evaluar; mientras que un 35 % refiere que, además de las métricas y plantillas se debería implementar otras herramientas.

Figura 51. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad

En la siguiente consulta, se hizo la pregunta de qué tan de acuerdo está que tras la culminación de un procedimiento se realice la comparación y análisis de datos. Un 75% de los expertos refiere que la comparación y análisis de datos permitiría definir si los procesos son correctos y si cumplen con las exigencias; mientras que un 25 % de expertos señalaron que además de comparar y analizar se debería fijar rangos o ratios que permitan definir el cumplimiento de las exigencias de la calidad.

Figura 52. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad

Finalmente, la última pregunta que se hizo en esta sección es que tan de acuerdo está que los informes de calidad y de reparaciones son suficiente argumento para determinar si un entregables es válido. El 70 % de los expertos refiere lo descrito en los informes son suficiente argumento para validar un entregable; mientras que el 30% de expertos refiere que para validar un entregable no basta con los informes, sino que estos deben estar sujetos al cumplimiento de los requisitos exigidos por el cliente.

Figura 53. Gráfica sobre el flujo propuesto para reducir los costos de la no calidad

5.3.3. Conclusiones sobre la propuesta

Los expertos finalmente concluyeron que la propuesta tiene una estructura que se adapta a los recursos de una pequeña o mediana empresa y que cuya implementación formaría parte inicial de una futura implementación total del sistema de gestión de la calidad. Además, refieren que al tener pequeños proyectos no se requiere la intervención de más de una persona en el área de calidad ya que en conjunto con los demás profesionales involucrados en el proyecto se podría llegar a tener un control estricto de los procedimientos. La consulta que se hizo en esta última sección es que tan de acuerdo está con el flujograma de la propuesta bajo los lineamientos del PMBOK. El 85 % de los expertos aprobó lo propuesto lo que significa que este flujo si permitiría reducir los costos de la no calidad en pequeñas empresas.

Figura 54. Gráfica sobre la conclusión de la propuesta

5.4.Retroalimentación de juicio de expertos

Tras obtener las respuestas del cuestionario procedemos a mencionar algunos comentarios que nos ayudará a la retroalimentación y establecer un sistema de gestión que se adapte a pequeñas o medianas empresas que aún no logran implementar un sistema de gestión de calidad en sí.

En tal sentido presentaremos algunos comentarios de los expertos sobre el flujo propuesto:

- Para este tipo de propuesta es muy importante tener en cuenta la experiencia de cada profesional que vaya a intervenir en la recolección de datos ya que sus aportes servirán de cimiento a la propuesta.
- Es importante que el profesional o profesionales que intervienen tengan una amplia experiencia en campo ya que sus aportes estarán basados en conformidades y no conformidades de múltiples proyectos que en la mayoría de casos los procesos constructivos son los mismos.
- La hoja de verificación es una herramienta importante para la recopilación de datos, debiendo implementarse, además, el análisis y representación de los datos obtenidos de la misma.

- Para que resulte provechoso la recolección de datos, es importante el análisis de cada una de las hojas de verificación, ya que, a partir de estas, se definirán las métricas de calidad que se usarán en el proyecto.
- Los retrabajos son partidas adicionales que no se contemplan al inicio de una obra, por lo tanto, deberían realizar la verificación de datos como una partida independiente.
- Cuando no se cuenta con un plan de calidad que oriente los procesos, es importante establecer reuniones de planificación donde se plasmará los aportes, opiniones y conclusiones de cada participante y que con el tiempo darán pie a establecer un plan de calidad.
- Las reuniones de planificación deben llevarse a manera continua hasta el momento en que se pueda contar con un plan de calidad. Las reuniones servirían de base para alimentar en un futuro un plan de calidad.
- El uso de herramientas de calidad es indispensable para que la propuesta funcione. Las recolecciones de datos basada en métricas establecidas con anterioridad facilitarían controlar las fallas en los procesos.
- Además del uso de herramientas de calidad debe considerarse las capacitaciones como parte de la propuesta, esto ayudaría a mejorar los procedimientos y evitar los retrabajos.
- Es importante la emisión de informes que servirán como fuente de alimentación a la base de datos. En mi opinión se debe apuntar a establecer un plan de calidad ya que el sólo registro de documentos no determinará si un proceso es único para ciertas actividades.

- La no conformidad no puede ser la última verificación, de acuerdo al grado de complejidad de las reparaciones se debería implementar una nueva hoja de verificaciones y los análisis de los mismos tras recabar la información.
- El monitoreo y registro de resultados es la parte más importante de la propuesta, se debe enfocar con mayor énfasis este paso, ya que representa el punto de partida del control de calidad en los procesos.
- Es redundante, pero la recopilación de datos es el único medio de soporte para una propuesta que no considera contar un plan de calidad en su implementación.

CONCLUSIONES

1. En la presente investigación, se puede apreciar, los procesos de control de calidad en los diferentes casos mostrados, los cuales tienen un impacto directo sobre los costos planteados durante la etapa de planeamiento; obligando a efectuar una ampliación de presupuesto que en promedio alcanza los S/ 54,986.53 Soles, para la partida de concreto armado, debido a las No Conformidades por la No Calidad.
2. Si bien se analizan las partidas de concreto armado para cada caso independientemente, se puede desarrollar una propuesta conjunta de mejora para la gestión de la no calidad resumidas en los formatos anexos para la revisión minuciosa de los elementos intervinientes en esta partida.
3. Dentro de los puntos más sobresalientes de la presente investigación, se pueden mencionar que la búsqueda de la solución a los problemas de No Calidad en la partida de concreto armado, podrían beneficiar también a algunas otras partidas, tales como: Instalaciones eléctricas, Instalaciones sanitarias, concreto simple, acabados, etc; las cuales se ejecutan paralelas al orden de la primera, logrando así, llevar un control adecuado y optimizar los recursos relacionados al control de la calidad en obra.
4. Se puede concluir que los costos de retrabajos por el tema de No Calidad, pueden disminuir considerablemente, no solo para la partida de concreto armado, sino, también para algunas otras partidas como: Instalaciones eléctricas, Instalaciones sanitarias, concreto simple, acabados, etc.; a su vez, se aprovechan los recursos dispuestos para esta partida, y sostenidos por el juicio de expertos, los cuales concluyen en la elaboración de formatos de control planteados para esta partida, tales como se presentan en los anexos.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable evaluar los indicadores que impactan en los plazos de ejecución de la partida, una vez implementada la propuesta. Ya que la disminución de las observaciones por No Calidad, evitara las ampliaciones en los plazos de entrega de las partidas involucradas.
2. Es importante implementar esta propuesta, sobre las partidas de concreto armado en las pequeñas y medianas empresas; con el fin de prevenir las no conformidades en la ejecución de la partida de concreto armado y utilizando como herramienta principal los lineamientos del PMBOK indicados, la cual ayudara a un mejor planeamiento, seguimiento y control de los procesos de obra; los cuales evitara el incremento de los costos del proyecto; mitigando así, algunos impactos negativos, una vez aplicado un adecuado sistema de gestión de Calidad.
3. Se sugiere, la medición de los costos de las partidas que se ejecutan en forma paralela al concreto armado, a fin de llevar un control cuantitativo de la disminución de sobrecostos por No Calidad en las obras donde se aplicaran la propuesta de la presente investigación.
4. Si bien se ha efectuado la investigación para obras de edificaciones multifamiliares, no se descarta que la presente tesis pueda tener alcance para otras diferentes obras menores ejecutadas por pequeñas y medianas empresas.
5. Es recomendable proseguir con este estudio, por medio de la investigación de las demás partidas tales como: Instalaciones eléctricas, Instalaciones sanitarias, concreto simple, acabados, etc. en la construcción de las edificaciones en la ciudad de Lima; guiados de las herramientas del PMBOK.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abascal, E., & Grande, I. (2005). *Análisis de encuestas*. Madrid, España: Esic Editorial.
- Bernal-García, M. I. (Octubre de 2018). *Validez de contenido por juicio de expertos de un instrumento para medir percepciones físico-emocionales en la práctica de disección anatómica*. Tunja: Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802017000300042
- Castañeda, G. (1999). *Manual de calidad para la pequeña y mediana empresa* (1ra ed.). México D.F.: Universidad Iberoamericana.
- Chang, R., & Niedzwiecki, M. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad* (Vol. I). México D.F.: Ediciones Granica S.A.
- Colunga, C., & Saldierna, A. (1994). *Los costos de calidad*. San Luis Potosí, México: Editorial Universitaria Potosina.
- Doménech, A. (2004). Calidad y Construcción. *Directivos Construcción*, 169, 42-50.
- Domínguez Granda, J. (2012). *MANUAL PARA LA ACCIÓN CORRECTIVA Y LA MEJORA CONTINUA EN ASIGNATURA*. Chimbote: ULADECH. Recuperado el 02 de mayo de 2020, de <https://docplayer.es/6753390-Aplicacion-de-acciones-de-mejora-acciones-correctivas-y-acciones-preventivas.html>
- Fragas Domínguez, L. (2012). *PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE COSTOS DE LA CALIDAD EN AUDITA S.A SUCURSAL CIENFUEGOS*. Cienfuegos, México: Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Galicia Alarcón, L. A., & Balderrama Trápaga, J. A. (Octubre de 2017). *Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802017000300042
- Gonzáles Medina, S. B., & Vargas Bellido, A. (2016). *Cuantificación del costo de la no calidad en la construcción de dos proyectos de edificación: establecimiento del costo y propuesta de mejoras de gestión de calidad para reducirlo* (Vol. 18(2)). Lima: Repositorio Academico UPC. doi:10.1061/(ASCE)0742-597X(2002)18:2(76)

- INFAIMON. (10 de Enero de 2018). *INFAIMON*. Obtenido de Control y optimización de procesos: <https://blog.infaimon.com/control-de-calidad-en-obra/>
- Liu, Q., Ye, G., Feng, Y., Wang, C., & Peng, Y. (2018). *Case-based insights into rework costs of residential building projects in China*. China: International Journal of Construction Management. doi:10.1080/15623599.2018.1484856
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad* (Vol. I). Madrid: FC Editorial. Fundación Confemetal.
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: Métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Madrid, España: Fundación Cofemetal.
- López, S. (2006). *Implantación de un sistema de calidad: Los diferentes sistemas de calidad existentes en la organización*. Vigo: Ideaspropias.
- Miranda Gonzales, F., Mera Chamorro, A., & Rubio Lacoba, S. (2016). *Calidad y Excelencia*. Madrid: Delta Producciones.
- Miranda Gonzales, F., Mera Chamorro, A., & Rubio Lacoba, S. (2016). *Calidad y Excelencia*. Madrid: Delta Producciones.
- Moreno Monsalve, N. A., Sanchez Ayala, L. M., & Velosa Garcia, J. (2018). *Introducción a la Gerencia de Proyectos, Conceptos y Aplicació*. Bogotá: Ediciones EAN.
- PMI. (2017). *Guía del PMBOK (A guide to the Project Management body of knowledge)* (6ta ed.). Pensilvania, EEUU: PMI.
- RNE GE030. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El peruano.
- Rojas Solano, M. R. (2017). *Guía de gestión de la calidad para los proyectos constructivos de la Navarro y Aviles SA* (1ra ed.). San Jose: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA - ESCUELA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION.
- Saavedra García, M. L. (2017). *Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas* (1ra ed.). Zulia: Universidad del Zulia.
- Saavedra García, M., & Camarena Adame, M. (2017). *Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas de la Ciudad de México* (1ra ed.). Zulia: Universidad del Zulia.

- Saavedra García, M., & Camarena Adame, M. (2017). *Calidad para la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas de la Ciudad de México* (1ra ed.). Zulia: Universidad del Zulia.
- Safapur, E., & Kermanshachi, S. (2018). *Identifying Early Indicators of Manageable Rework Causes and Selecting Mitigating Best Practices for Construction*. Journal of Management in Engineering. doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000669
- Santelices, C., Herrera, R., & Muños, F. (2019). *Revista Ingeniería de Construcción*. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/1025/PDF%20SPANISH>

ANEXOS

ANEXO N° 1: GUÍAS DE VACEADO DE CONCRETO

CONSTRUCTORA INMOBILIARIA SAC		HOJA DE TRABAJOS DE CONCRETO PROYECTO: CALDERON DE LA BARCA REMAN CONSTRUCCIONES INMOBILIARIA SAC																					
REGISTRO N°	0291	FECHA:	13 - 08 - 18																				
CONTRATISTA	INCOPER EIRL	FECHA DE VACEADO:	14 - 08 - 18																				
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	Vista de cimentación	CUBICAJE:	19.20 m³																				
DOCUMENTACION VACEADO		PRUEBAS																					
Planos	PE - 03	Hora de Inicio:	9:25 am																				
Guías	032 E 101	Hora de Fin:	12:15 pm																				
Checklist Previo		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Check</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>✓</td><td>14 / 08</td></tr> <tr><td>X</td><td>NP</td></tr> </tbody> </table>		Check	Fecha	✓	14 / 08	✓	14 / 08	✓	14 / 08	✓	14 / 08	✓	14 / 08	✓	14 / 08	✓	14 / 08	✓	14 / 08	X	NP
Check	Fecha																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
✓	14 / 08																						
X	NP																						
Superficie base Topografía Encofrado Aceros de refuerzo Limpieza Elementos embebidos Horizontal, Vertical y Alineamiento Resistencia Juntas y anclajes																							
Observaciones:																							
RESPONSABLES:																							
Nombre	Paolo Luis Espinoza	Nombre	Richard Vera																				
Documento	DNI 47551793	Documento	45392194																				
Firma		Firma																					
INCOPER		REMAN																					

CONSTRUCTORA INMOBILIARIA SAC		HOJA DE TRABAJOS DE CONCRETO PROYECTO: CALDERON DE LA BARCA REMAN CONSTRUCCIONES INMOBILIARIA SAC																					
REGISTRO N°	0312	FECHA:	02 / 10 / 18																				
CONTRATISTA	INCOPER EIRL	FECHA DE VACEADO:	05 / 10 / 18																				
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	Columnas y placas 1° nivel	CUBICAJE:	60.55 m³																				
DOCUMENTACION VACEADO		PRUEBAS																					
Planos	PE - 11	Hora de Inicio:	10:20 am																				
Guías	032 E 314	Hora de Fin:	2:30 pm																				
Checklist Previo		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Check</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> <tr><td>✓</td><td>04 - 10</td></tr> </tbody> </table>		Check	Fecha	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10	✓	04 - 10
Check	Fecha																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
✓	04 - 10																						
Superficie base Topografía Encofrado Aceros de refuerzo Limpieza Elementos embebidos Horizontal, Vertical y Alineamiento Resistencia Juntas y anclajes																							
Observaciones:																							
RESPONSABLES:																							
Nombre	Paolo Luis Espinoza	Nombre	Richard Vera																				
Documento	DNI 47551793	Documento	45392194																				
Firma		Firma																					
INCOPER		REMAN																					

ANEXO N° 2: OBSERVACIONES EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETO

	PANEL FOTOGRAFICO
OBRA :	PROYECTO CALDERÓN DE LA BARCA
CLIENTE :	REMAN CONSTRUCCIONES E INMOBILIARIA SAC
INSPECCIÓN TÉCNICA OBRA :	SUPERVISOR DE OBRA
SUBCONTRATISTA :	INCOPER EIRL
<p>Observación: Se presenta las cangrejas y segregación en placas, columnas y vigas en cada nivel</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1.- Columna C-1, piso 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2. Columna C-2, piso 1</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>3.- Placa P-3, piso 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>4.- Placa P-2, Piso 3</p> </div> </div>	

	PANEL FOTOGRAFICO
OBRA :	PROYECTO CALDERON DE LA BARCA
CLIENTE :	REMAN CONSTRUCCIONES E INMOBILIARIA SAC
INSPECCIÓN TÉCNICA OBRA :	SUPERVISOR DE OBRA
SUBCONTRATISTA :	INCOPER EIRL
<p>Observación: Se presenta las cangrejeras y segregación en placas, columnas y vigas en cada nivel</p>	
1.- Placa P-2, piso 5	2. Viga 503, piso

3.- Escalera 2, Piso 6	4.- Viga 609, piso 6

PANEL FOTOGRAFICO	
OBRA :	PROYECTO CALDERON DE LA BARCA
CLIENTE :	REMAN CONSTRUCCIONES E INMOBILIARIA SAC
INSPECCIÓN TÉCNICA OBRA :	SUPERVISOR DE OBRA
SUBCONTRATISTA :	INCOPER EIRL
<p>Observación: Se presenta las cangrejeras y segregación en placas, columnas y vigas en cada nivel</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1.- Placa P-1, piso 4</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2. Placa P-3, piso 2</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>3.- Placa P-3, piso 3</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>4.- Placa P-3, piso 3</p> </div> </div>	

PANEL FOTOGRAFICO	
OBRA :	PROYECTO CALDERON DE LA BARCA
CLIENTE :	REMAN CONSTRUCCIONES E INMOBILIARIA SAC
INSPECCIÓN TÉCNICA OBRA :	SUPERVISOR DE OBRA
SUBCONTRATISTA :	INCOPER EIRL
<p>Observación: Se presenta las cangrejeras y segregación en placas, columnas y vigas en cada nivel</p> <div> <div> <p>1.- Viga 701A, azotea</p> </div> <div> <p>2. Viga 703A, azotea</p> </div> <div> <p>3.- Placa P-3, azotea</p> </div> </div>	

ANEXO N° 3: HOJAS DE VERIFICACIÓN DE TRABAJOS

LOGO DE LA EMPRESA	PROTOCOLO PARA VERIFICACION DE TRABAJOS ESTRUCTURALES										N°		Fecha:	
PROYECTO:														
SUPERVISOR:														
UBICACIÓN DE ESTRUCTURA:										PROTOCOLO:				
PLANO DE REFERENCIA:										FECHA:				
Verificación de elementos de concreto simple - armado														
		Cota Fondo		Cota Final		H Vaceado		Volumen		SI	NO	NA	Fecha de Verificación	
Elemento estructural														
Elemento estructural														
Verificación preliminar de estructura														
Verificación de Refine y Perfilados										SI	NO	NA	Fecha de Verificación	
Limpieza de zona de vaceado														
Niveles Topografía					Nivel de Solado									
Verificación Acero Estructural														
Verificado Estribaje Incorrecto (Espaciamiento, diametro, longitud de ganchos)										SI	NO	NA	Vº Produccion	Vº Supervision
Verificado habilitación de acero en longitudes y doblado														
Verificado recubrimiento según lo especificado														
Verificado separación de aceros														
Verificado Recubrimiento del Acero (Medida)													Fecha:	Fecha:
Verificación Encofrado														
Verificado niveles, alineados, aplome										SI	NO	NA	Vº Produccion	Vº Supervision
Verificado de escuadre en encuentros														
Verificado correcto tiempo de encofrado sobre el vaceado														
Verificado de estabilidad correcta resistencia al vaceado													Fecha:	Fecha:
Verificado de colocación de acuerdo a planos														
Elementos Embebidos														
Tuberías Eléctricas, Sanitarias, Data										SI	NO	NA	Vº Produccion	Vº Supervision
Líneas a tierra														
Otros.....													Fecha:	Fecha:
Verificación Características del concreto														
Tipo de concreto:		Hecho en Obra				Premezclado				SI	NO	NA		
Verificación de Resistencia, Indicar														
Verificación de Slump, Indicar													Vº Produccion	Vº Supervision
Verificaciones complementarias														
Probetas, indicar cantidad													Fecha:	Fecha:
Verificación Proceso de Vaceado														
Tipo de colocación		Directo				Bombeado				Fecha de Vaceado				
Tipo de Vaceado		Caravista				Otro								
Hora de Inicio de vaceado				Hora de Fin de vaceado										
Uso de Vibradores según procedimiento				Nº Vibradoras				Ø						
Se Verifico Horizontabilidad. Vericalidad y Alineamiento durante proceso de vaceado														
Verificación Proceso de Desencofrado														
Acabado de superficie según especificaciones										SI	NO	NA	Vº Produccion	Vº Supervision
Alineamiento de elementos embebidos														
Identificación de imperfecciones (fallas, cangrejas, etc)														
Imperfecciones Subsanadas														
Verificación de Horizontabilidad y Verticalidad de elementos post vaceado													Fecha:	Fecha:
Se verifico curado de elementos														
Observaciones:														
Cierre de Registro:														
Nombre				Nombre				Nombre						
Fecha				Fecha				Fecha						
Firma				Firma				Firma						
PRODUCCION				CONTROL DE CALIDAD				SUPERVISION						

ANEXO N° 4: HOJAS DE REGISTRO DE REPARACIONES

LOGO DE LA EMPRESA		PROTOCOLO DE CALIDAD			ID Doc:	QC -0041
		REPARACION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO			Rev:	0
					Fecha:	Jul-20

PROYECTO:		Registro N°:
CLIENTE:		
CONTRATISTA:		Fecha:
PLANOS:		

Ubicación:		Area:	
Estructura		Zona:	
Plano Referencial:			

MOTIVO DE REPARACION							
	Fisuración/Grietas				Junta fría no planeada		
	Variación Nivel				Sección no proyectada		
	Cangrejeras				Nivel no proyectado		

Detalle del motivo reparación:	

Grafico Proyectado de la Reparación:

VERIFICACION DE AREA A REPARAR	SI	NO	N/A	FECHA	OBSERVACION
Niveles					
Acero de Refuerzo					
Encofrado					
Adherente epoxi					
Limpieza superficial					

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE OPERACIONES	RESPONSABLE QC SUPERVISION	RESPONSABLE QC CONTRATISTA
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

ANEXO N° 5: INFORME DE REPARACIONES DE CONCRETO

LOGO DE LA EMPRESA	PROTOCOLO DE CALIDAD INFORME REPARACION DE CONCRETO	ID Doc:	QC -0042
		Rev:	0
		Fecha:	Jul-20

PROYECTO:		Registro N°:
CLIENTE:		
CONTRATISTA:		Fecha:
PLANOS:		

Ubicación:	Area:
Estructura	Zona:
Plano Referencial:	

MOTIVO DE REPARACION							
	Fisuración/Grietas			Junta fria no planeada			
	Variacion Nivel			Sección no proyectada			
	Cangrejeras			Nivel no proyectado			

	Detalle final de reparación:
--	------------------------------

Grafico Final de Reparación:

VERIFICACION DE REPARACION	Conforme	No Conforme	N/A	FECHA	Detalles
Niveles					
Acero de Refuerzo					
Encofrado					
Adherente epoxi					
Limpieza superficial					
Resistencia final					
OBSERVACIONES FINALES:					

RESPONSABLE OPERACIONES	RESPONSABLE QC SUPERVISION	RESPONSABLE QC CONTRATISTA
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

ANEXO N° 6: REGISTRO DE NO CONFORMIDAD

LOGO DE LA EMPRESA		PROTOCOLO DE CALIDAD REGISTRO DE NO CONFORMIDAD		ID Doc:	QC -0056
				Rev:	0
				Fecha:	Jul-20
PROYECTO:				Registro N°:	
CLIENTE:					
CONTRATISTA:				Fecha:	
PLANOS:					
Ubicación:		Area:			
Estructura		Zona:			
Plano Referencial:					
Origen		Verificacion	Auditoria		Inspeccion
DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD:					
PROCESO DE DETECCION					
MOVIMIENTO DE TIERRAS			ARQUITECTURA		
ENCOFRADO			ESTRUCTURAS		
ACERO DE REFUERZO			INST. ELECTRICAS		
CONCRETO			INST. SANITARIAS		
LEVANTAMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD					
CORREGIR OBSERVACION		OBSERVACION ACEPTABLE		USO IMPEDIDO	
DESCRIPCION DE ACCIONES A TOMAR:					
ANALISIS DE LA NO CONFORMIDAD					
PRINCIPAL CAUSA:					
ACCION CORRECTIVA:					
CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD					
VALIDADO		NO VALIDADO		REPROCESO	