



Procedimiento Para El Seguimiento Y Control De Calidad En La Gestión De Proyectos De Edificaciones, Fase De Ejecución. Caso Gobiernos Autónomos Municipales De Cochabamba-Bolivia

Juan Carlos Guzmán Sánchez¹

menierecbba@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-9278-8918>

Universidad privada del Valle

Cochabamba-Bolivia

RESUMEN

El presente artículo tuvo como objetivo proponer un procedimiento para el monitoreo y control de la calidad en la gestión de proyectos, fase de ejecución, para los gobiernos autónomos municipales de Cochabamba-Bolivia. Este procedimiento se sustentó en el PMBOK 6ta edición. La metodología tuvo un enfoque cualitativo y aplicada por el tipo de investigación. La técnica de recolección de datos utilizada fue la revisión documental de 120 proyectos ejecutados por los 47 gobiernos autónomos municipales de Cochabamba. La fuente de información fue la web oficial del Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES) del gobierno plurinacional de Bolivia. El resultado del análisis de los datos fue que el 52.5% de los proyectos generaron Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) entre la recepción provisional y definitiva y ningún proyecto cuenta con documentación sobre: registro de incidentes, informe final de calidad, puntuación de satisfacción del beneficiario, informe sobre el porcentaje de desechos, verificación de la envolvente térmica, acústica y eficiencia energética. En base a estos resultados se propuso un procedimiento para el monitoreo y control de la calidad de la obra con una perspectiva de sostenibilidad, confort y eficiencia energética de la edificación de acuerdo a Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Palabras clave: *Gestión de proyectos, gestión de la calidad, monitoreo y control de la calidad.*

¹ Autor Principal

Procedure For Monitoring And Quality Control In The Management Of Building Projects, Execution Phase. Case Of Autonomous Municipal Governments Of Cochabamba-Bolivia

ABSTRACT

The objective of this article was to propose a procedure for monitoring and quality control in project management, execution phase, for the autonomous municipal governments of Cochabamba-Bolivia. This procedure was supported by the PMBOK 6th edition. The methodology had a qualitative approach and applied by the type of research. The data collection technique used was the documentary review of 120 projects executed by the 47 autonomous municipal governments of Cochabamba. The source of information was the official website of the State Procurement System (SICOES) of the plurinational government of Bolivia. The result of the data analysis was that 52.5% of the projects generated Construction and Demolition Waste (RCD) between the provisional and final reception and no project has documentation on: incident record, final quality report, score of beneficiary satisfaction, report on the percentage of waste, verification of the thermal envelope, acoustics and energy efficiency. Based on these results, a procedure was proposed for the monitoring and control of the quality of the work with a perspective of sustainability, comfort and energy efficiency of the building according to the Sustainable Development Goals (SDG) of the 2030 Agenda.

Keywords: *Project management, quality management, monitoring and quality control.*

Artículo recibido 05 mayo 2023

Aceptado para publicación: 20 mayo 2023

INTRODUCCIÓN

Para el éxito de un proyecto es importante la gestión de costos, plazos y calidad, que en conjunto forman la triada que controlan un proyecto (PMI, 2017), De Cos (1997), Rudeli (2019) y (Díaz, 2020); para que el mismo concluya, en lo posible, con en el costo y plazo programado y con la calidad especificada. La conclusión del proyecto con la calidad especificada significa que el proyecto no tenga observaciones al momento de la recepción provisional de la obra, de tal forma que el constructor no tenga que rehacer actividades observadas para la recepción definitiva de la misma.

Por otro lado, concluir la obra con la calidad especificada tiene relación directa con: aceptación de los beneficiarios directos, economía circular, envolvente térmica, acústica y eficiencia energética de la edificación. Las faltas de observancia a estas relaciones se traducen en problemas para los beneficiarios del proyecto y el correcto funcionamiento del mismo en el futuro. Sobre el incumplimiento de la calidad especificada, costos y plazos, Rudeli (2019) considera que son los principales factores de fracaso de los proyectos, coincidiendo con los estudios de Gallo (2007) y Diez et al. (2012).

A nivel local, el Informe de Auditoría INF.DAI No 03/13 del municipio de Cochabamba (Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba, 2013), describe los problemas de plazos, costos y calidad encontrados en los proyectos auditados. A nivel nacional el informe de la gestión 2020 del Contralor General del Estado detalla los problemas encontrados en los proyectos auditados de varios gobiernos autónomos municipales, entre estos problemas se encontraron la falta de cumplimiento de plazos, costos y calidad (Contraloría General del Estado, 2020), coincidiendo con el Informe de Auditoría INF.DAI No 03/13.

A nivel internacional, García (1983) estudió el origen de los fallos de servicio en edificios y encontró el problema de calidad de los materiales como uno de ellos, y que coinciden con los resultados de los estudios de Santelices et al. (2019); evidenciando que el tema de calidad sigue siendo un tema de estudio en el contexto del conocimiento científico de gestión de proyectos, como se muestra en los estándares PMBOK 6ta edición (PMI, 2017) y PRINCE2 (AXELOS, 2017), considerados como las metodologías de gestión de proyectos más utilizados para una gestión eficaz (Vélez et al., 2018) y (Albornoz, 2020). El PMBOK del

PMI (Project Management Institute) tiene presencia en Bolivia desde el 2009 y legalmente desde el 2018². La vigencia de estos estándares tiene larga data desde los estudios de Montes et al. (2013) y Skogmar (2015).

Por lo tanto, el estudio de la gestión de la calidad del proyecto es un tema actual de importancia en el contexto del conocimiento científico de la gestión de proyectos y es un fenómeno de indudable actualidad a nivel local, nacional e internacional.

En este trabajo se realiza la investigación sobre la gestión de la calidad del proyecto, fase de ejecución, en los 47 gobiernos autónomos municipales del departamento de Cochabamba-Bolivia. El objetivo es abordar los problemas de calidad en las obras construidas para luego plantear un procedimiento para el monitoreo y control de la calidad basados en el estándar PMBOK 6ta edición (PMI, 2017), a ser aplicados en los proyectos de los gobiernos autónomos municipales del departamento de Cochabamba-Bolivia. Este procedimiento tiene un enfoque innovador en el marco de la economía circular, la envolvente térmica, acústica y eficiencia energética conforme a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2022).

Así pues, esta investigación aporta al campo de conocimiento de la gestión de la calidad del proyecto con la propuesta de un procedimiento para el monitoreo y control de la calidad en la gestión de proyectos, fase de ejecución, de los gobiernos autónomos municipales de Cochabamba-Bolivia.

Fundamentación teórica

La fundamentación se realiza desde una visión internacional, nacional y local; analizando los grupos de procesos de monitoreo y control en la gestión de la calidad del proyecto en la fase de ejecución.

A nivel internacional, se hace referencia a los estándares más utilizados como son el PMBOK y el PRINCE2. El PMBOK6 plantea la gestión de la calidad, en el grupo de procesos de monitoreo y control, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Grupo de procesos de gestión de la calidad

² www.pmiBolivia.org. Estatutos, Notaría de Gobierno. Gobierno Autónomo Departamental, Santa Cruz-Bolivia, 2018. Recuperado el 20 de febrero de 2023

GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO					
Grupo de procesos	Nombre del proceso	Resumen del proceso	Entradas	Herramientas	Salidas
Monitoreo y control	Controlar la calidad	Monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad	1. Plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de la calidad 2. Documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Registro de lecciones aprendidas • Métricas de calidad • Documentos de prueba y evaluación 3. Solicitudes de cambio aprobadas 4. Entregables de 5. Datos de desempeño del trabajo 6. Factores ambientales de la empresa 7. Activos de los procesos de la organización	1. Recopilación de datos <ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación • Hojas de verificación • Muestreo estadístico • Cuestionarios y encuestas 2. Análisis de datos <ul style="list-style-type: none"> • Revisiones del desempeño • Análisis de causa raíz 3. Inspección 4. Pruebas/evaluaciones de productos 5. Representación de datos <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de causa y efecto • Diagramas de control • Histograma • Diagramas de dispersión 6. Reuniones	1. Mediciones de control de calidad 2. Entregables verificados 3. Información de desempeño del trabajo 4. Solicitudes de cambio 5. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de la calidad 6. Actualizaciones a los documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Registro de incidentes • Registro de lecciones aprendidas • Registro de riesgos • Documentos de prueba y evaluación

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía del PMBOK (PMI, 2017)

La versión del PMBOK6 cambia el aseguramiento de la calidad por gestionar la calidad, que en esencia muestra la forma de asegurar la calidad.

Las métricas importantes referidas por el PMBOK6 son: especificaciones técnicas, informe final de calidad y registro de incidentes.

A su vez, el PRINCE2 propone que la idea inicial se desarrolla de tal forma que los participantes del proyecto comprendan los atributos de calidad de los productos a entregar, así como el aseguramiento en la gestión del proyecto; es decir que las exigencias de calidad se cumplan en la entrega posterior del producto (PRINCE2, 2017).

El PMBOK6 y el PRINCE2 presentan la planificación de la calidad, el aseguramiento y el control.

Así mismo, según Serrano et al., (2016), para conseguir la calidad del producto deseado se debe observar:

- Calidad programada: nivel de calidad necesario que se debe obtener.
- Calidad realizada: calidad obtenida
- Calidad deseada: calidad exigida

Coincidiendo con Serrano, Fernández (2013) planteó con anterioridad que la gestión de la calidad en la ejecución de un proyecto se basa en los pilares: control de recepción de materiales, control de ejecución y control de obra terminada. Para conseguir resultados positivos es necesario llevar un control y aseguramiento de los mismos.

Por lo visto en el PMBOK6, PRINCE2, Serrano y Fernández, se puede inferir que la calidad no es independiente a la producción en los proyectos, sino que debe estar presente en ella misma; por otro lado, el PMBOK y el PRINCE2 no abordan integralmente los temas de la economía circular, la envolvente térmica, confort acústico y la eficiencia energética en conformidad con los objetivos de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2022). El PRINCE2 analiza la parte térmica y acústica desde el punto de vista de confort y el PMBOK6 contempla la gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD), pero en la extensión de la guía (PMI, 2016).

La economía circular es el modelo económico que utiliza la mínima cantidad de recursos naturales necesarios, selecciona de forma inteligente los recursos, gestiona eficientemente los recursos utilizados y minimiza los impactos ambientales (CONAMA, 2018).

La envolvente térmica de un edificio se compone de los cerramientos siguientes: Aquellos que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables (Ruedas, 2013).

El confort acústico es “aquella situación en la que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para el descanso, la comunicación y la salud de las personas” (López, 2012 p.98)

La eficiencia energética (EE) es el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía usada para el proceso (Sánchez y Fuquen, 2014).

A nivel nacional, el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP, 2012) identifica las siguientes fases del ciclo de proyectos de inversión pública: Pre inversión, Ejecución y Operación. Para iniciar la fase de ejecución se debe contar con los diseños de ingeniería, costos, plazos y calidad detallada en las especificaciones técnicas. La recepción provisional y definitiva del proyecto se realiza cuando la obra construida cumple la calidad de contrato conforme a las especificaciones técnicas. Las directrices de la gestión se encuentran en los siguientes documentos: Sistema de Gestión de Proyectos (SGP) (VIPFE, 2019), Modelo de Documento Base de Contratación (DBC) para Contratación de Obras (SABS, 2020) y Guía de Supervisión de Obras (MOPSV, 2016).

De acuerdo al sistema de gestión de proyectos con inversión pública, los procesos de monitoreo y control de la calidad se describen en el DBC y se presentan en la tabla:

Tabla 2: Controlar la calidad. Entradas, herramientas y técnica, y salidas. DBC

Controlar lo Calidad		
Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
1. Plan para la dirección del proyecto	1. Recopilación de datos para el inicio	1. Entregables verificados, según mediciones de control de calidad
<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de verificación 	2. Solicitudes de cambio
2. Documentos del proyecto	2. Inspección durante la ejecución	3. Documentos de prueba y evaluación
<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas y evaluaciones del material 	
3. Entregables	3. Inspección final a observaciones	

Fuente: Elaboración propia a partir del Documento Base de Contratación (DBC), (SABS, 2020)

Así mismo, se observa en el DBC que la gestión de la calidad, en el monitoreo y control, se reduce al cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Más aún, el DBC no contempla el registro de incidencias, informe final de calidad, puntuación de satisfacción del beneficiario, informe sobre el porcentaje de desechos, verificación de la envolvente térmica, acústica y la eficiencia energética. El pliego de especificaciones técnicas contempla normas que enmarcan las acciones de control de calidad, las métricas de calidad y los criterios de aceptación y no presenta un sistema de control de calidad enmarcado a un estándar o método.

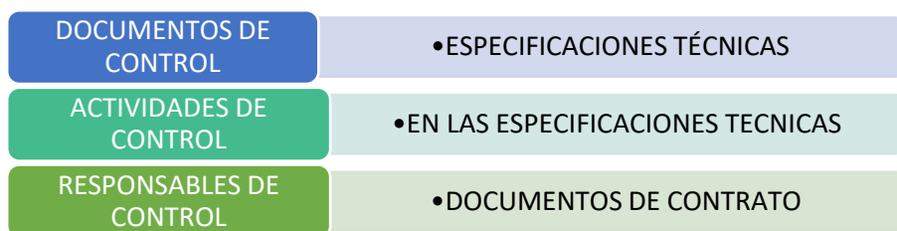
En la matriz de herramientas y técnicas del DBC se describe los procesos del control de la calidad que son coincidentes parcialmente con los procesos del PMBOK6

Así mismo, el DBC y la Guía de Supervisión de Obras son documentos oficiales de aplicación obligatoria, por los gobiernos autónomos municipales, en la gestión de proyectos con inversión pública, y también

deben aplicar obligatoriamente el SGP para informar el estado del proyecto al Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE, 2019).

Según el DBC la calidad en la ejecución debe entenderse como una serie de actividades que acompañan el proceso y poseen regulación propia de acuerdo a: documentos de control, actividades de control y responsables de control, como se muestra en la figura:

Figura 1: Acciones para el control de calidad de obra



Fuente: Elaboración propia a partir del SABS (2020)

A nivel local, los municipios del departamento de Cochabamba siguen lo establecido en el pliego de especificaciones técnicas del DBC (SABS, 2017) para el monitoreo y control de la calidad de los proyectos en ejecución.

A continuación, se analizan las variables importantes que deben estar en la recepción definitiva.

Especificaciones técnicas: Para la recepción definitiva de los proyectos (SABS, 2017) el prerrequisito es el cumplimiento de las cláusulas del contrato; y entre estos requisitos está el cumplimiento de calidad especificado (especificaciones técnicas) para los entregables del proyecto.

Registro de incidentes: El registro de incidentes es un documento histórico de la obra sobre los incidentes de calidad y se debe asentar en las hojas de verificación. Se utilizan para organizar los hechos de manera que se facilite la recolección eficiente de datos útiles sobre un posible problema de calidad, como se muestra a continuación (PMI, 2017):

Tabla 3: Hojas de verificación

Defectos/Fecha	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4	Total
Pequeño arañazo	1	2	2	2	7
Gran arañazo	0	1	0	0	1
Doblado	3	3	1	2	9
Falta componente	5	0	2	1	8
Color equivocado	2	0	1	3	6
Error de rotulación	1	2	1	2	6

Fuente: Ejemplo de hojas de verificación. Guía del PMBOK (PMI, 2017)

Informe final de calidad: El informe final de calidad está referido al cumplimiento de calidad de los entregables en conformidad con el pliego de especificaciones técnicas, y se elabora en base al registro de incidencias.

Puntuación de satisfacción del beneficiario: La puntuación de satisfacción del beneficiario debe realizarse en el periodo entre la recepción provisional y la recepción definitiva. Esta puntuación debe guardar relación con los objetivos planteados en el proyecto aprobado para su ejecución.

La puntuación de satisfacción del beneficiario está referido a los indicadores para el índice de desempeño de la calidad (IDC) que se elaboran en base a (PMI, 2017):

- Índice de fallos a partir del registro de incidentes
- Grado de satisfacción del beneficiario (cliente): % de beneficiarios satisfechos y no satisfechos.

Para el caso de construcción de un proyecto municipal será la satisfacción del beneficiario o usuario final (Orihuela y Orihuela, 2014) y (Montero, 2016).

Informe sobre el porcentaje de desechos: El manejo de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) es un factor importante en la economía circular. La generación de RCD representan un 35 %, aproximadamente, de los residuos sólidos a nivel mundial (Ramos et al., 2022). De acuerdo con Fernández (2022) la determinación de este porcentaje es importante por la significancia en producción de CO₂ de los

desechos, y más aún si entre la recepción provisional y la definitiva se tienen que realizar demoliciones para la corrección de los defectos constructivos lo cual genera más gasto, más CO₂ y más consumo de agua (CONAMA, 2018).

Verificación de la envolvente térmica y el aislamiento acústico: La envolvente térmica de un edificio es “el conjunto de cerramientos (suelos, cubiertas, fachadas, etc.) que separan los espacios habitables con el exterior (terreno, aire y otros edificios) y las particiones interiores que separan los espacios habitables de los no habitables que a su vez están en contacto con el exterior. Su finalidad es proteger a los habitantes del clima exterior, logrando el bienestar interior, soportando distintas condiciones ambientales.” (Flores, Gonzales y Castillo, p. 4). Ante la posibilidad de las ordenes de cambio de materiales de los cerramientos exteriores de la edificación se debe verificar la envolvente térmica, los saltos térmicos y verificar la habitabilidad de confort según normas.

Así mismo, el conjunto de los cerramientos exteriores debe verificarse que acústicamente se encuentre en el rango de confort según normas.

Eficiencia energética (EE): Se define como “el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso” (Sánchez y Fuquen, 2014, p. 1). Luego de la recepción definitiva y antes del uso de la edificación se debe verificar la eficiencia energética, que es un índice de la circularidad, de acuerdo a (Fernández, 2022):

- Consumo total de energía: energía de procesos de fabricación de materiales+procesos de construcción+funcionamiento+uso de la edificación.

La clasificación de la edificación se realiza de acuerdo al confort (Montserrat, 2012):

- Demanda de calefacción (kWh/año)
- Demanda refrigeración (kWh/año)
- Emisiones CO₂ calefacción (kgCO₂/año)
- Emisiones CO₂ refrigeración (kgCO₂/año)
- Emisiones CO₂ agua caliente sanitaria (ACS) (kgCO₂/año)

Finalmente, y en conformidad a lo descrito anteriormente se plantean las siguientes preguntas referentes a los proyectos ejecutados y con recepción definitiva en los 47 municipios del departamento de Cochabamba-Bolivia:

- ¿Se generaron RCD entre la recepción provisional y definitiva?
- ¿La recepción definitiva presenta un registro de incidencias en el periodo de ejecución?
- ¿La recepción definitiva presenta un informe final de calidad?
- ¿La recepción definitiva presenta una puntuación de satisfacción del beneficiario?
- ¿La recepción definitiva presenta el porcentaje de desechos generados durante la construcción?
- ¿La recepción definitiva presenta la verificación del balance térmico y confort acústico?
- ¿La recepción definitiva presenta la eficiencia energética y clasificación de la edificación?

METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque cuali-cuantitativo y es aplicada por el tipo de investigación al contrastar teorías con la realidad, con propuestas prácticas a problemas concretos que aseguren el progreso científico-técnico de las organizaciones o grupos sociales.

Es descriptiva por las características que presenta la investigación según la dimensión temporal y las preguntas planteadas.

Población objeto de estudio: proyectos de construcción en los 47 gobiernos autónomos municipales de Cochabamba, tipos A, B, C, y D (AMDECO, 2015), que se clasifican por categoría poblacional como A (hasta 5000 habitantes), B (hasta 15000 habitantes), C (hasta 50000 habitantes) y D (mayor a 50000 habitantes).

Muestra: 120 proyectos de infraestructura con recepción definitiva, correspondiendo a 30 proyectos por categoría municipal para posibles análisis paramétricos y no paramétricos según Gómez et al. (2003) y Manual CTO (2003).

Muestreo: aleatorio simple y la técnica fue la revisión documental de los proyectos en la página web SICOES³ (120 proyectos) para obtener los siguientes datos para el análisis:

- A: Generación de RCD entre la recepción provisional y definitiva
- B: Registro de incidencias
- C: Informe final de calidad
- D: Puntuación de satisfacción del beneficiario (PMI, 2017)
- E: Informe sobre el porcentaje de desechos (economía circular)
- F: Verificación de la envolvente térmica y aislamiento acústico (confort)
- G: Eficiencia energética (clasificación de la edificación)

El criterio de inclusión fue: proyectos concluidos con recepción definitiva.

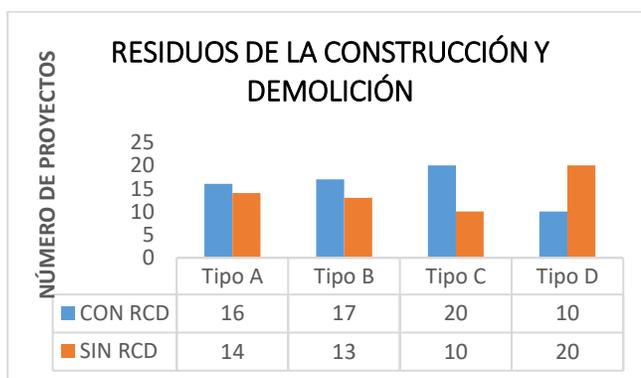
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la recolección de datos

Revisadas las recepciones definitivas de los 120 proyectos de los municipios tipos A, B, C y D del departamento de Cochabamba-Bolivia, se encontraron los siguientes resultados:

1. Generación de RCD entre la recepción provisional y definitiva:

Figura 2: RCD en los municipios



Fuente: Elaboración propia

³ Sistema de Contrataciones Estatales. <https://www.sicoes.gob.bo/portal/normativa/decretos.php>

De los 120 proyectos analizados, 63 (52.5%) generaron RCD, lo que indica que uno o más de los entregables(actividades) no cumplieron las especificaciones de la calidad y se pagaron sin el cumplimiento de la especificación técnica al momento de la elaboración de la planilla de pago del periodo de avance.

2. La recepción definitiva de los proyectos no contempla el registro de incidencias, informe final de calidad, puntuación de satisfacción del beneficiario, informe sobre el porcentaje de desechos, verificación de la envolvente térmica, verificación acústica y la eficiencia energética.

Propuesta: Procedimiento para el monitoreo y control de la calidad en la fase de ejecución de proyectos municipales.

De acuerdo a los resultados encontrados se propone el siguiente procedimiento para el monitoreo y control de la calidad en la fase de ejecución de proyectos municipales, tomando como referencia el estándar PMBOK6:

Tabla 4: Control de la calidad: Entradas, herramientas y técnicas, y salidas. Propuesta

Controlar la Calidad		
Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
1. Plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de la calidad 2. Documentos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas 3. Entregables	1. Recopilación de datos para el inicio <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control de calidad • Sistema de control de RCD 2. Durante la ejecución <ul style="list-style-type: none"> • Control de calidad de los entregables • Control de registro de incidentes • Control de RCD 3. Al finalizar <ul style="list-style-type: none"> • Informe final de calidad • Índice de medición • Puntuación de satisfacción del beneficiario • Balance de RCD • Balance térmico y acústico • Medición de EE 	1. Entregables verificados para el inicio 2. Durante la ejecución <ul style="list-style-type: none"> • Solicitudes de cambio • Documentos de prueba y evaluación • Documento de control de RCD 3. Al finalizar <ul style="list-style-type: none"> • Informe final de calidad • Índice de fallos • Grado de satisfacción del beneficiario • Porcentaje de RCD de la obra construida • Envolvente térmica y confort acústico • Certificación de EE

Fuente: Elaboración propia

Recopilación de datos para el inicio:

Sistema de control de la calidad: El control de calidad es el conjunto de responsabilidades, procedimientos y recursos relacionados internamente, completamente definidos y desplegados en forma coherente para cumplir con las exigencias de calidad de la obra, especificadas en los términos contractuales del pliego de especificaciones.

En el sistema de control de calidad se identifican las siguientes fases o elementos básicos:

- Reunión de Inicio
- Elaboración del Plan de Control de Calidad de la obra
- Reunión de Coordinación
- Control de materiales
- Ensayos para el control de la ejecución
- Inspección de la finalización o control de obra terminada
- Notificación de No Conformidad
- Documentación del proceso

El elemento más importante es el Plan de Control de Calidad de la Obra que es la descripción detallada propuesta por el contratista, del tipo y frecuencia de la inspección, muestreos y ensayos, considerada como necesaria para medir y auto controlar las diferentes características establecidas en las especificaciones del contrato para cada ítem de trabajo.

Este documento técnico servirá como manual de ejecución para el contratista y como una evidencia de su logística y capacidad de ejecución ante la supervisión. Tendrá básicamente los siguientes elementos, que pueden variar de acuerdo al tipo de proyecto:

- Descripción de la organización del Control de Calidad
- Personal (Nombre, Calificación y cargo)
- Documentos de otorgación de autoridad

- Procedimientos de Planificación (programación, documentos de aprobación de requisitos contractuales, manual de funcionamiento de laboratorios, etc.) y de notificación de operaciones.
- Características del trabajo
- Frecuencia de ensayos
- Plan de inspección
- Diagramas de control
- Reportes de los resultados del control de calidad

Sistema de control de RCD: El manejo de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) es una variable importante en la economía circular y tendrá los siguientes elementos básicos:

- Rendimiento de materiales en los precios unitarios contratados por actividad
- Rendimientos de materiales de los precios unitarios de nuevas actividades, si lo hubieran.
- Con los rendimientos de materiales y cálculos de cada actividad se elaborará la matriz de materiales de los diferentes ítems a ser construidos. La matriz debe expresar la cantidad y peso por material a ser empleado en la ejecución.

Durante la ejecución:

Control de calidad de los entregables: Presentado el Plan de Control de Calidad se procede al:

- Control de calidad de la obra
- Control geométrico de la obra
- Control tecnológico de la obra

El control de calidad de la obra es la suma total de las actividades desarrolladas por el contratista para asegurarse que un producto cumple con los requerimientos de las especificaciones del contrato.

Se realizará antes, durante y después de cada actividad (ítem) de trabajo, y en las siguientes fases:

- Preparatoria
- Inicial
- De seguimiento: Comprobaciones diarias, registro diario de comprobaciones finales.

Incluirá básicamente a materiales, mano de obra, equipo-herramienta y sistema constructivo propuesto y aprobado.

El control geométrico de la obra es el elemento contemplado en el Plan de Control de Calidad de la Obra.

Se realizará antes, durante y después de cada ítem.

- Antes: verificación del Supervisor y Contratista de planos de contrato
- Durante: control geométrico del ítem en ejecución
- Después: Control geométrico del ítem ejecutado

El control tecnológico de la obra es el elemento contemplado en el Plan de Control de Calidad de la Obra.

Se realizará antes, durante y después de cada ítem.

- Antes: Verificación y aceptación del Supervisor del plan de ejecución, que comprende básicamente: sistema constructivo, materiales, mano de obra y equipo-herramienta.
- Durante: Control del plan de ejecución
- Después: Control tecnológico de lo ejecutado (ensayos, pruebas, otros).

Con el total de actividades desarrolladas por el supervisor, descritas anteriormente, se llegará al Aseguramiento de la Calidad que es asegurarse que un producto cumple con los requerimientos de las especificaciones del contrato.

Para el aseguramiento, en forma permanente se debe hacer una inspección a:

- Los procedimientos de muestreo
- El procedimiento de ensayo
- El procedimiento de construcción
- Los resultados del trabajo del día anterior

Al empezar y cada mes, en lo posible, se inspeccionarán:

- Los equipos de ensayo
- Los equipos de medición
- Al empezar y cada tres meses se verificará la Calibración del equipo (de acuerdo a especificaciones)

- Se generará un reporte de cada inspección. La inspección detectará desviaciones de la especificación con respecto a:
 - El equipo de medición y ensayo
 - El trabajo realizado
 - El procedimiento constructivo

Los actores en este proceso son el supervisor y el contratista.

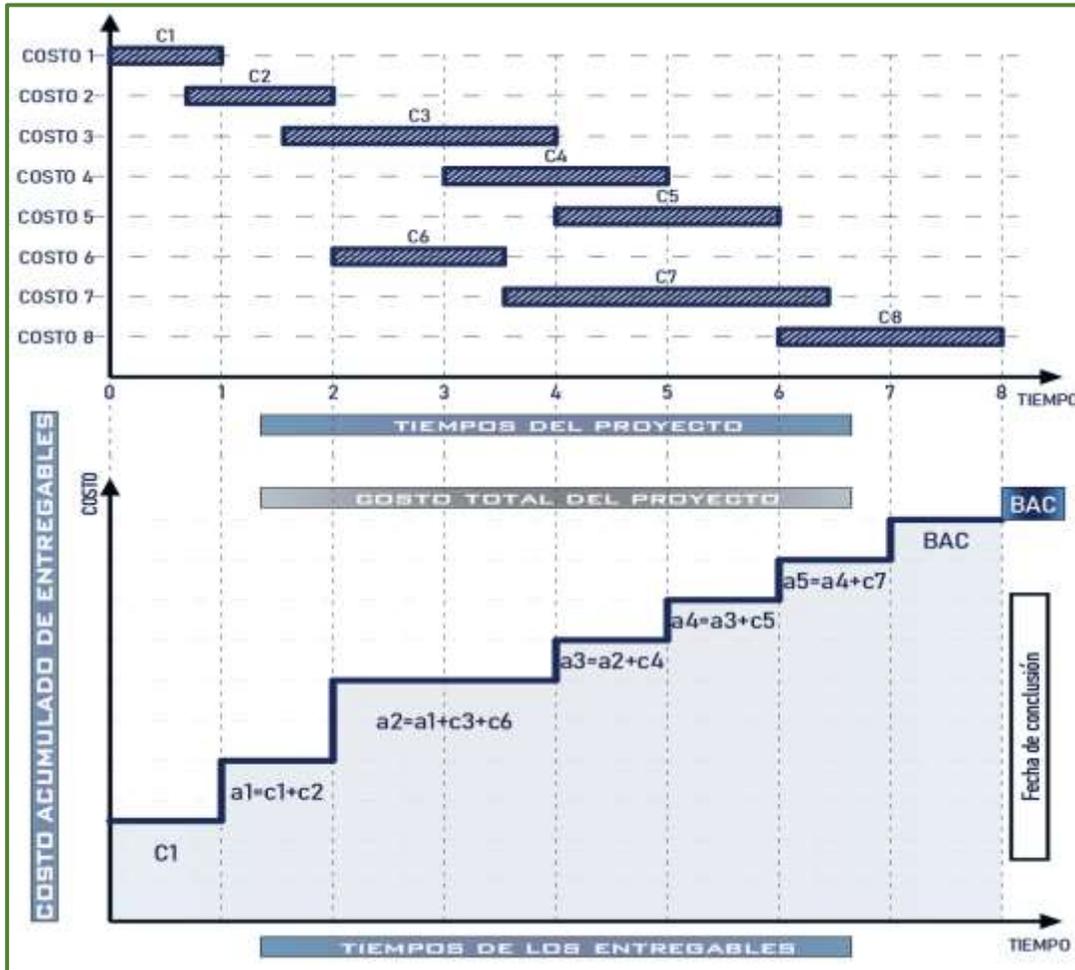
Para que se cumpla la calidad de los entregables se propone que estén vinculados al pago por cada entregable mediante un histograma de costos por calidad. Este histograma se construirá a partir de:

- Diagrama de GANTT planificado
- Desembolsos programados-planificados por actividad

Los criterios para la construcción del histograma de costos por calidad son:

1. Una actividad ejecutada se denomina entregable cuando cumple todas las normas de calidad. Si la actividad está ejecutada con observaciones no es un producto entregable; si la actividad no está concluida en el periodo de control no es un producto entregable.
2. Con los desembolsos programados y sobre el diagrama de GANTT se construye el histograma de costos por calidad planificado de entregables por mes, como se muestra en la figura:

Figura 3: Histograma de costos por calidad planificado



Fuente: Elaboración propia

Con el histograma de costos por calidad planificado se realiza el control mensual de los entregables. Este histograma permite que la recepción provisional se realice sin observación a los ítems ejecutados del proyecto y evita la generación de más residuos entre la recepción provisional y definitiva.

Control de registro de incidentes: De acuerdo a lo anterior, se generará un informe de No Conformidad. Esta notificación realizará el supervisor cuando un ítem no cumple con las especificaciones del proyecto y el contratista debe proceder a rectificar lo indicado por el supervisor. Las No Conformidades serán asentadas en un registro de incidentes como se muestra en la tabla 3.

El tratamiento de No Conformidades es:

- La porción de la obra cubierta por el informe de No Conformidad no se sujeta a pago

- La No Conformidad se elimina muestreando en conjunto y ensayando en un tercer laboratorio; el resultado debe estar dentro de la especificación técnica o acordando una acción correctiva y verificando su cumplimiento.

En la inspección de finalización se realizará: Inspección de lo no aceptado, inspección pre-final e inspección para la aceptación final.

Los incidentes se anotarán en la hoja de verificación (tabla 3)

Control de RCD: Se realizará el control con la matriz de materiales elaborada para el inicio. Los RCD generados para ser transportados al vertedero serán medido en peso para estimar el porcentaje.

Al finalizar:

Informe final de calidad: El informe final de calidad debe realizarse para la recepción definitiva del proyecto y debe indicar el grado de cumplimiento de la calidad de los ítems construidos del proyecto, conforme al pliego de especificaciones del contrato. Este informe debe realizar el supervisor.

Índice de medición: De acuerdo con el PMI (2017) y con Montero (2016) se plantean los índices de medición de la calidad:

- Grado de satisfacción del beneficiario: % de beneficiarios satisfechos y no satisfechos. Se realizará después de la recepción provisional.
- Índice de fallos (no conformidades): Número de no conformidades abiertas/Número de no conformidades. Se realizará en la recepción provisional, de acuerdo con los términos del DBC.

Puntuación de satisfacción del beneficiario: Se plantea hacer una sola pregunta a 30 beneficiarios del proyecto, para realizar un análisis estadístico descriptivo (Hernández R. y Mendoza C. 2018):

Tabla 5: Cuestionario de satisfacción

Pregunta	No cumple	Poco	A medias	Casi todo	Si cumple
	1	2	3	4	5
El proyecto cumple lo solicitado por ustedes					
Proyecto:					
Fecha:					

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la puntuación se elaborará la tabla de frecuencias de las respuestas, y la mayor frecuencia será la puntuación de satisfacción de los beneficiarios. Esta acción debe realizar el supervisor.

Balance de RCD: Se determina la cantidad total, en peso, de desechos de materiales generados en la ejecución para hallar el porcentaje generado en la obra. En el balance se debe separar las tierras de excavación de los residuos producidos en la ejecución. Las tierras de excavación se consideran reutilizables para rellenos u otras actividades. Los gobiernos autónomos municipales de Cochabamba no cuentan con una norma donde se indiquen indicadores de referencia. Sin embargo, tener un porcentaje final de residuos generados indica la significancia energética de la producción de estos residuos y el gasto de agua. En este balance se sugiere calcular el volumen de agua consumido en la ejecución para determinar los metros cúbicos de agua por metro cuadrado de construcción (m³de agua/m² de construcción).

Balance térmico y acústico: Luego de la conclusión de obras se determina el balance térmico que está referido al diferencial de temperatura entre el interior y exterior del ambiente y de la temperatura de confort según normas. Se determina la ganancia o pérdida de calor en los días más desfavorables de invierno y verano; para ello se sugiere aplicar la siguiente ecuación (Flores et al., 2018):

$$Q_{\text{total}} = Q_s +/ - Q_i +/ - Q_c +/ - Q_v$$

Donde:

Q_s: Balance térmico de cargas solares (KW)

Qi: Balance térmico de cargas internas (KW)

Qc: Balance térmico de los elementos de la envolvente (KW)

Qv: Balance térmico de cargas por ventilación

La envolvente térmica es un factor importante en el balance térmico, por lo que se debe tener cuidado en el análisis de los puentes térmicos.

En el balance acústico, luego de la conclusión de obras, se determina el nivel sonoro del interior del ambiente en función de las absorciones de materiales empleados en los cerramientos. Luego de esta acción se verifica in situ con un sonómetro el nivel de ruido interior para verificar si está en rango de acuerdo a normas.

Medición de EE: Con el balance térmico se determina la EE para un año para la certificación energética de la edificación en base a:

- Demanda global de calefacción (kWh/año)
- Demanda global de refrigeración (kWh/año)
- Emisiones globales (KgCO²/año). Es la sumatoria de emisiones por calefacción, refrigeración y ACS.

También se determina el consumo total de energía del proyecto:

- Consumo total de energía: energía de procesos de fabricación de materiales+procesos de construcción+funcionamiento+uso de la edificación.

CONCLUSIONES

El procedimiento para el monitoreo y control de la calidad es una herramienta que se propone para ser utilizado en la gestión del proyecto en su fase de ejecución por los gobiernos autónomos del departamento de Cochabamba. En este procedimiento se plantea acciones con una visión de desarrollo sostenible, conforme a la agenda 2030, y que están contempladas parcialmente en los estándares más usados como son el PMBOK y PRINCE2.

A nivel nacional y local, se evidencia que el DBC no cuenta con un estándar a seguir, como el PMBOK o PRINCE2, o metodología definida para la gestión del proyecto en la fase de ejecución. Los procesos para

un monitoreo y control de la calidad de obra se reduce al cumplimiento del pliego de especificaciones técnicas como requisito para la recepción definitiva.

A nivel internacional la tendencia de la gestión de calidad sigue a la economía circular para minimizar los impactos ambientales; y a la eficiencia energética en concordancia con los objetivos de desarrollo sostenible, como describe ampliamente Naciones Unidas.

Finalmente, se propone incorporar al DBC este procedimiento de monitoreo y control de la calidad por lo siguiente:

- Que la obra concluida llegue sin observaciones a la recepción provisional. Esto evita la generación de residuos entre la recepción provisional y definitiva, que significan mayor gasto económico y energético.
- Que se registre las incidencias, para la elaboración del informe final de calidad
- Verificar la satisfacción del beneficiario.
- Controlar la generación de residuos de la construcción (RCD)
- Verificar el confort mediante el balance térmico y acústico
- Clasificación de la eficiencia energética de la edificación

Queda investigar el ciclo completo del proyecto (desde la pre inversión, inversión, uso y abandono) desde una visión de economía circular y eficiencia energética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz, A. (2020). Descubre las metodologías de proyectos más utilizadas para una gestión eficaz.

Recuperado de www.appvizer.es.

AMDECO (2015). Municipios de Cochabamba por Categoría Poblacional. Cochabamba.

AXELOS (2017). Managing Successful Projects with PRINCE2. Sixth edition AXELOS. Printed in the United Kingdom for the Stationery Office.

Contraloría General del Estado (2020). Informe del Contralor General del Estado. Estado Plurinacional de Bolivia.

CONAMA, (2018). Economía circular en el sector de la construcción. RUMBO 20.30.

WWW.CONAMA2018.ORG

De Cos, M. (1997). Teoría general del proyecto Volumen I: Dirección de Proyectos/Project Management. Editorial Síntesis. Cap. 2, pp. 35; Cap. 3, pp. 39-48; Cap. 6, pp. 73-81.

Díaz, W. (2020). Metodología de inspección, mejora en procesos constructivos a través de la PMBOK. Tesis Doctoral. Fundación Universitaria de América. Bogotá DC.

Diez, S. H., Pérez, E. M., Gimena, R. F., y Montes, G. M. (2012). Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos. Perspectiva del Manager Público. Recuperado http://www.aeipro.com/files/congresos/2012valencia/CIIP12_0140_0152.3702.pdf.

Fernández, C. (2013). Gestión del Control de calidad en la promoción pública de obras de construcción y propuesta de un Índice de Calidad. Tesis Doctoral. Universidades da Coruña. España.

Fernández R. (2022). Economía circula y BIM. Optimización, sostenibilidad y construcción. Recuperado de <https://oa.upm.es>

Flores A., Gonzales F. y Ferraro F. (2018). Cálculo de la envolvente térmica “Edificio postgrado e investigación de la facultad de ciencias” y “Edificio ciencias básicas” de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Simposio de Habilitación Profesional, Departamento de Ingeniería Civil. UCSC. Chile.

Gallo, R. (2007). Modelos de Gestión en la Construcción: Estudio de los Modelos Argentino y Español. Cuadernos de la Facultad n.2, UCS. Publicaciones Académicas, Universidad Católica de Salta. Argentina. <http://revistas.ucasal.edu.ar/index.php/CI/issue/archive>

García Messeguer, Álvaro. (1983). Para una teoría de la calidad en construcción. *Informes De La Construcción*, 34(348), 5–22. <https://doi.org/10.3989/ic.1983.v34.i348.2042>

Gobierno autónomo Municipal de Cochabamba (2013). Informe de auditoría INF. DAI. No 03/13.

Gómez, M., Danglot, C. Y Vega, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuando usarlas. *Revista Mexicana de Pediatría*. México. 2003; 70 (2): 91-99.

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., Ciudad de México.

López, P. (2012). Comparación de los criterios de calidad acústica con los estándares de confort admitidos por las sociedades de clasificación en mediciones de ruidos a bordo de buques. Tesis doctoral. Universidades da Coruña. España.

Manual CTO (2003). Epidemiología y Estadística, 4ta edición. CTO MEDICINA. S.L.

Montes, M., Gimena, F. y Diez, M. (2013). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. Revista de Tecnología, Journal Technology, Volumen 12, Número 2, Págs. 11-23.

Montero, G. (2016). Diseño de indicadores para la gestión de proyectos. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. España.

Monserrat S. (2012). Eficiencia energética en edificios residenciales y metodología para su calificación energética. Tesis de maestría. Universitat Politècnica de Catalunya.

MOPSV (2016). Guía de Supervisión de Obras. Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, Estado Plurinacional de Bolivia.

Naciones Unidas, (2022). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado <https://unstats.un.org>

Orihuela, P. y Orihuela, J. (2014). Necesidades, valores y evaluación post-ocupación de los clientes del proyecto de vivienda: una visión pragmática. *Ingeniería de procedimientos*, 85, 412-419.

PMI (2016). CONSTRUCTION EXTENSIÓN TO THE PMBOK GUIDE. Project Management Institute, Inc. Recuperado www.PMI.org

PMI (2017). A guide to the Project Management Body of Knowledge. Sixth Edition. Project Management Institute, Inc. Pennsylvania. USA.

PMI (2021). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)-Sétima edición y El Estándar para la Dirección de Proyectos. Project Management Institute, Inc.

PMBOK 6ED. (2020). Gestión de proyectos aplicada al PMBOK 6ED. Colección Investigación UPTC No 155. Colombia.

PRINCE2 (2017). Metodología de Gestión de Proyectos. [PRINCE 2. Metodología de Gestión de Proyectos - PDF Descargar libre \(docplayer.es\)](#)

Ramos C., De León A., D'Alencon R., Saintard R., Ahumada M. y Ossio F. (2022). Economía circular en la construcción: estrategias de regulación y herramientas de diseño arquitectónico. <https://www.researchgate.net/publication/359061472>.

Rudeli, N. (2019). Proyectos de construcción: determinación de causas principales de retraso y desarrollo de modelos estadísticos para la mejora. Tesis doctoral, Universidad de Navarra, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, San Sebastián.

Ruedas L. (2013). Como mejorar los resultados de la Certificación Energética. Parte I: Envolverte Térmica. Instituto de la Construcción de Castilla León.

SABS (2017). Modelo de Documento Base de Contratación para Contratación de Obras (DBC). Licitación Pública. Sistema de Administración de Bienes y Servicios. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Estado Plurinacional de Bolivia

SABS (2020). Guía Referencial de Modificaciones al modelo de Documento Base de Contratación (DBC). Sistema de Administración de Bienes y Servicios. Dirección General de Normas de Gestión Pública. Estado Plurinacional de Bolivia.

Santelices C., Herrera R. y Muños F. (2019). Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno. Revista Ingeniería de Construcción RIC. Vol 34 No 3 2019.

Sánchez C. y Fuquen H. (2014). Eficiencia Energética. DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EMPRESARIAL, Edición 3, Volumen 1, junio -2014 ISSN 2322-8725

Serrano, A., García, G., García, A., Pérez, M. y Sánchez, L. (2016). Dirección de Operaciones. Tema 08. Gestión de la Calidad. Universidad de Cantabria. Recuperado https://ocw.unican.es/pluginfile.php/907/course/section/1011/tema_8.pdf.

SNIP (2012). Reglamento Específico del Sistema Nacional de Inversión Pública del Ministerio de Planificación del Desarrollo. Estado Plurinacional de Bolivia.

Skogmar, K. (2015). PRINCE2, the PMBOK guide and ISO 21500:2012. London: Axelos.

Vélez, S., Zapata, J. y Henao, A. (2018). Gestión de Proyectos: Origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones. Ingeniería vol. 12 No. 24 Pereira July/Dec. 2018. Scielo.org.co.

VIPFE (2019). Sistema de Gestión de Proyectos. Ministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo. Estado Plurinacional de Bolivia.