



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
CAMPUS SAN JOAQUÍN**

**PROPUESTA DE MEJORA
EN EL PROCESO DE INSTALACIONES DE TUBERIAS DE
AGUA POTABLE PARA LA EMPRESA AQUA CORDILLERA SPA.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero de Ejecución en Gestión de la
Calidad

Alumno: Ronald Luciano Pardo Cerda

Profesor Guía: Cristian Carvallo González

2025

DEDICATORIA

Agradezco a mi familia en especial a mi señora Carolina por su paciencia intachable, comprensión y amor sin límites, a mis hijos Agustina, Ignacia, Luciano y Cristóbal, porque son mi inspiración en este camino sin límites, a mis queridos y especiales amigos, a mis compañeros de la universidad y a mi padre porque nunca es tarde para cumplir nuestras metas personales y porque simplemente los amo y los quiero.

RESUMEN

Para mejorar el proceso de instalación de tuberías sanitarias en Aqua Cordillera SPA, se presentó una propuesta de mejora continua basada en el ciclo PDCA, Esto incluyó identificar y analizar la situación actual, establecer objetivos, planificar e implementar mejoras en los procesos de mayor impacto. Se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Definición de la magnitud del problema: Se identificaron los problemas más significativos, resaltando que los costos de no calidad por reclamos de servicios postventa que alcanzan los \$80.000.000, con un aumento del 32,2 % respecto al 2023. Esta pérdida es equivalente a los costos anuales de mano de obra en el área de logística y operación.
2. Identificación de causas: Se realizó un levantamiento de información cualitativa y cuantitativa para identificar las causas principales de los problemas detectados. Los resultados destacaron, como las más significativas, roturas en cañerías de agua (80,29%), fugas de gas combustible (9,79%), obstrucciones en tuberías sanitarias (6,36%) y artefactos mal instalados (3,55%). El análisis se realizó utilizando herramientas de calidad como brainstorming, estadística descriptiva y los diagramas de Ishikawa y Pareto.
3. Se establecieron objetivos: La meta es reducir los costos de no calidad en un 20% (\$16.000.000), el proyecto cuenta con un presupuesto de 10 millones de pesos y se espera que la metodología sea implementada a partir del primer semestre del 2025 y pueda extenderse a otras áreas de la compañía.
4. Plan de acción: Se identificaron y priorizaron áreas clave del proceso, se hizo seguimiento a puntos críticos y se propusieron mejoras específicas como capacitación técnica al personal, uso de materiales certificados, utilización de normativa de instalaciones RIDDA (Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado). Se definieron responsables, tiempos, costos de la mejora y se presentó el plan de acción a la alta dirección, destacando el problema y los recursos necesarios. Se realizaron pruebas a menor escala para conocer el impacto. Se establecieron indicadores de rendimiento (KPIs) para monitorear el avance y se estandarizaron e implementaron procedimientos. Al analizar el proyecto, se obtuvieron resultados positivos, debido a la focalización en áreas claves como: capacitación técnica, estandarización de procesos, aplicación de procedimientos para instalaciones de tuberías de agua (RIDDA) y uso de materiales certificados, cumpliendo los objetivos propuestos.

Palabras Claves: Tuberías sanitarias, RIDDA, costos de no calidad, instalación de tuberías.

INDICE

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES 2

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... 2

1.2 OBJETIVOS.....4

1.2.1 OBJETIVO GENERAL..... 4

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4

1.3 ALCANCE DEL TRABAJO 4

1.4 METODOLOGÍA.....5

1.5 LIMITACIONES.....6

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE.....8

2.1 ANTECEDENTES 8

2.1.1 CONTEXTO GENERAL. 9

Desafíos relevantes de la industria próximos 4 años. 10

Análisis Pestel vinculado a la industria 11

Conclusión del Análisis PESTEL 12

2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA..... 12

2.1.3 PROCESOS PRINCIPALES..... 14

2.2 MARCO TEÓRICO 15

2.2.1 INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD 15

2.2.2 CALIDAD EN EL PROCESO DE INSTALACIONES DE TUBERÍAS 16

2.2.3 Aplicación del Ciclo PDCA en las Instalaciones Sanitarias 19

2.2.4 Herramientas de Calidad Aplicables al Proceso 19

Diagrama Ishikawa o Causa-Efecto 19

Diagrama de Pareto Aplicado a las Instalaciones Sanitarias 20

Relación con los objetivos del proyecto: 20

2.2.5 FODA 21

2.2.6 INDICADORES..... 22

Relación entre el marco teórico y los objetivos del proyecto 23

2.3 PROPUESTA METODOLÓGICA 23

Situación Actual de la Empresa. 23

Implementación PDCA de 8 Pasos 23

Etapas 1: Planificar..... 23

Etapas 2: Hacer 24

Etapas 3: Verificar..... 24

Etapas 4: Actuar 24

CAPÍTULO 3: DESARROLLO 25

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA 25

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PDCA	26
3.2.1 ETAPA PLANIFICACIÓN DEL PLAN PDCA	26
Paso N°1 Definir y analizar la magnitud del problema	26
Paso N°2 Buscar todas las posibles causas.	27
Paso N°3 Investigar la causa más importante.	29
Paso N°4 Considerar las medidas de mejora.....	33
Objetivo del plan de acción	34
PLAN DE ACCIÓN	35
1. Mano de Obra	35
2. Materiales	36
3. Métodos	37
4. Maquinaria y Herramientas	38
5. Medio Ambiente	38
6. Medición	39
3.2.2 ETAPA HACER DEL PLAN PDCA	40
Implementar el plan de acción.....	40
3.2.3 ETAPA VERIFICAR DEL PLAN PDCA.....	41
1. Propósito de la Etapa Verificar	41
2. Herramientas de Verificación	41
3. Indicadores de Verificación	42
4. Proceso de Verificación	42
5. Resultados Esperados de la Etapa Verificar.....	43
6. Ajustes y Lecciones Aprendidas.....	43
3.2.4 ETAPA ACTUAR DEL PLAN PDCA	44
1. Implementación de Acciones Correctivas	44
2. Presentación de Resultados a la Alta Dirección	45
3. Ajustes y Lecciones Aprendidas.....	45
4. Implementación Permanente y limitaciones en la Reducción de los Costos de No Calidad.	45
CONCLUSIÓN Y APRENDIZAJE	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	49
Anexo N° 1	49
Anexo N° 2	52
Anexo N° 3	54
CARTA GANTT DEL PROYECTO DE TÍTULO	56

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Costos de no calidad 2023/2024..... 2

Ilustración 1-2 Tasa de Reclamos por no conformidad post venta 2023/2024.
..... 2

Ilustración 1-3 Ciclo Deming o PDCA 6

Ilustración 2-1 Organigrama de la empresa Aqua Cordillera Spa 13

Ilustración 2-2 Diagrama de flujo proceso de instalaciones sanitarias
domiciliarias 14

Ilustración 2-3 Diagrama de Ishikawa o causa efecto 20

Ilustración 2-4 Diagrama de Pareto 20

Ilustración 3-1 Carta dirigida a la alta Dirección. 26

Ilustración 3-2 Diagrama de Ishikawa para identificar fallas 30

Ilustración 3-3 Diagrama de Pareto categorías más afectadas en relación a los
costos de no calidad. 32

Ilustración 3-4 Diagrama de Flujo Etapa Actuar 45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Criterios para la selección de la metodología a implementar.....5

Tabla 2-1 Flujograma de Procesos Instalaciones Tuberías Sanitarias.....18

Tabla 3-1 Tabla de Registro de reclamos y costos 2024 25

Tabla 3-2 Tabla estadística de costos y reclamos 26

Tabla 3-3 Clasificación de costos de de calidad 26

Tabla 3-4 Tabla de Clasificación "ABC" Sectores más afectados..... 27

Tabla 3-5 Tabla de costos o beneficios en la asinación de recursos..... 32

Tabla 3-6 Tabla de acciones de mejora, mano de obra..... 33

Tabla 3-7 Tabla de acciones de mejora, materiales 33

Tabla 3-8 Tabla de acciones de mejora, metodo 34

Tabla 3-9 Tabla de acciones de mejora, maquinas y herramientas 34

Tabla 3-10 Tabla de acciones de mejora, medio ambiente..... 34

Tabla 3-11 Tabla de acciones de mejora, medición..... 34

Tabla 3-12 Carta Gantt de Implementación de mejora..... 35

Tabla 3-13 Tabla de indicadores de verificación. 38

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en Chile es uno de los sectores más importantes de la economía del país, sin embargo, durante el año 2023 se registró una caída de la inversión de un 4% y para el año 2024 se estima una caída del 0,4% (CchC,2023).

En la construcción de edificaciones, el diseño de la red de instalaciones sanitarias es fundamental, ya que debe garantizar necesidades básicas como el suministro de agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza. Para la industria, es clave realizar la implementación de mejoras constantes en sus procesos dado que este tipo de iniciativas ayudan a cumplir con la excelencia de la operación y mantener una ventaja competitiva en el mercado. Actualmente, Aqua Cordillera Spa desarrolla el 75 % de sus actividades en la región Metropolitana y un 25 % en la región de Valparaíso. Durante el último año 2024 ha presentado un aumento en la tasa de reclamos postventa en 16,8 puntos porcentuales y un aumento de sus costos de no calidad en 13,8 puntos porcentuales, todos asociados a reprocesos en las instalaciones de artefactos sanitarios.

Es fundamental que al incorporar las mejoras de procesos se logren reducir los costos en reprocesos de no calidad, la tasa de reclamos postventa y aumentar la imagen corporativa de la compañía en el mercado. Por esto, es necesario realizar un trabajo de investigación que involucre un levantamiento de información, datos y tipo de investigación donde se lleve a cabo la revisión de los procesos dado el resultado de incremento de los costos de no calidad presentado durante el año 2024.

Considerando que la empresa enfrenta costos de no calidad del 25%, se estableció como meta reducirlos al 20%, un porcentaje razonable y alcanzable. Esta meta se fundamenta en estudios e investigaciones realizados por Gracia y Dzul (2007), los cuales indican que los costos de no calidad en empresas del sector de la construcción en América Latina y Chile fluctúan entre un 15% y un 25% del costo total de los proyectos, dependiendo del sector y la región. Para alcanzar este objetivo, se propone implementar la metodología PDCA, utilizando diversas herramientas de calidad para desarrollar y ejecutar mejoras específicas.

Al concluir este trabajo, se espera abordar distintas problemáticas de la compañía con la finalidad de mejorar la eficiencia de los procesos y estableciendo de manera permanente una metodología de operativa reproducible. Esto permitirá fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua, asegurando que el ciclo PDCA se aplique de manera permanente y adaptable a todas las áreas de la compañía.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Entre los años 2023 y 2024, Servicios Aqua Cordillera Spa, registró un incremento sus costos de no calidad y la tasa de reclamos postventa.

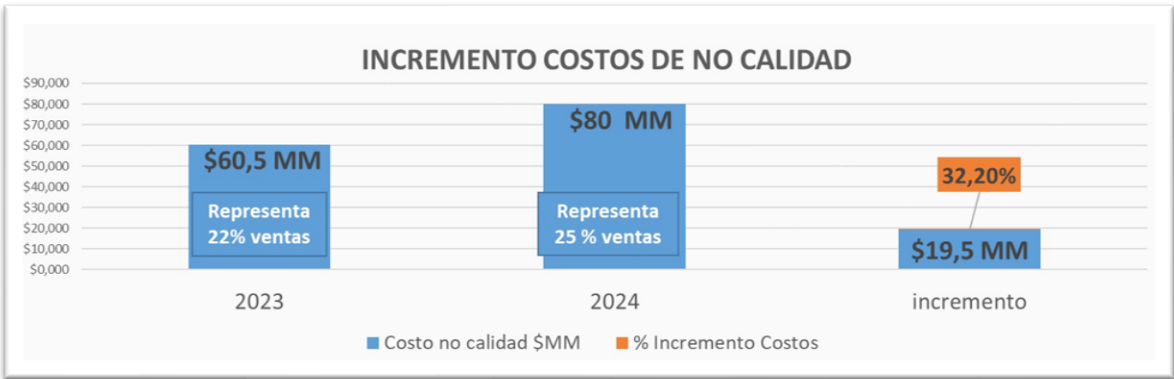


Ilustración 1-1 Costos de no calidad 2023/2024

Fuente: Elaboración propia investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA.

En la ilustración 1-1 se evidencia un incremento de 32,2 puntos porcentuales en los costos de no calidad asociados a reprocesos, alcanzando un total de \$19,5 millones. Además, se registra un aumento en la proporción de estos costos en relación con las ventas, pasando del 22% al 25%. Esta información proviene de los informes proporcionados por el departamento de servicios postventa (cualitativos) y contabilidad de costos (cuantitativos), correspondientes al periodo 2023-2024.

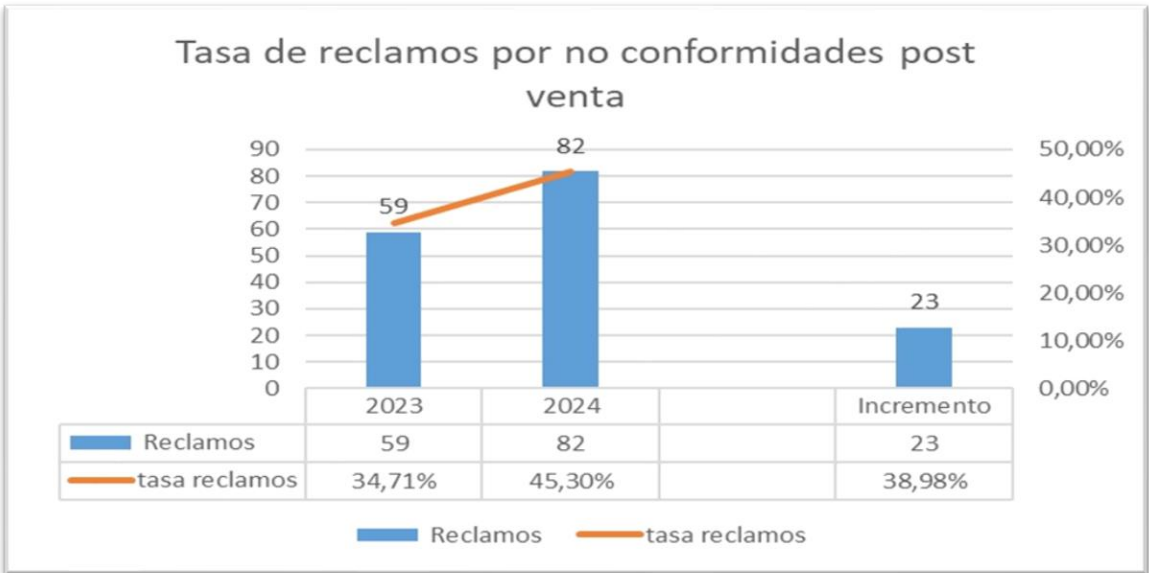


Ilustración 1- 2 Tasa de Reclamos por no conformidad post venta 2023/2024.

Fuente: Elaboración propia investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA.

En la ilustración 1-2 se observa un incremento de 38,9 puntos porcentuales en la tasa de reclamos por no conformidades post venta, esto está directamente

relacionado con el incremento de los costos de no calidad. Esta información se obtiene de los informes entregados por el departamento de servicios post venta (cualitativos) y contabilidad de costos (cuantitativos) estos reportes corresponden al periodo del año 2023 vs 2024.

En 2024, la compañía registra costos de no calidad que ascienden a 80 millones de pesos, atribuibles principalmente a cuatro tipos de defectos. El más relevante corresponde a roturas de tuberías de agua potable, representando el 80,29% del total. Los restantes tres tipos de defectos tienen un impacto menor, acumulando el 19,71%. La reparación de las tuberías implica costos elevados en reprocesos, principalmente asociados a mano de obra, materiales y otros recursos, lo que aumenta tanto los gastos como los tiempos de ejecución en comparación con otros defectos. Por esta razón, resulta fundamental implementar una propuesta de mejora continua que permita reducir los costos de no calidad, posicionándolo como un factor estratégico clave para el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Formular una propuesta de mejora enfocada en el proceso específico de instalación de tuberías de aguas sanitarias para la empresa Aqua Cordillera SPA, con el propósito de reducir los costos de no calidad y la tasa de reclamos postventa en un 20% durante los primeros seis meses del año 2025. Esta meta se considera razonable y alcanzable, ya que representa un punto intermedio dentro de los rangos de costos de no calidad observados en el sector de la construcción en América Latina y Chile. La reducción proyectada permitirá optimizar la eficiencia operativa, disminuir los reprocesos y mejorar la satisfacción del cliente.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar la metodología PDCA en sus 8 pasos para identificar los problemas y causas principales que generan los costos de no calidad en el proceso de instalación de tuberías de agua potable, formulando propuestas de mejora para optimizar dicho proceso.
- Reducir en un 25% los costos de no calidad asociados a fallas específicas derivadas de roturas en las instalaciones de tuberías de agua potable.
- Optimizar la asignación de recursos mediante una gestión eficiente de las seis categorías clave: mano de obra, materiales, métodos, máquinas y herramientas, medio ambiente, y medición, enfocándose en su impacto directo en los costos de no calidad.
- Analizar indicadores clave de desempeño y aplicar herramientas de calidad para medir, evaluar y controlar procesos críticos, como la reducción de errores humanos, la minimización de reprocesos, el uso de materiales certificados y el cumplimiento de la normativa aplicable.

1.3 ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance del proyecto para la empresa Aqua Cordillera Spa considera el sector de los servicios de la construcción con ubicación geográfica en la Región Metropolitana específicamente las comunas de La Florida y Puente Alto, las actividades de este trabajo están enfocadas en los procesos de instalaciones de tuberías de agua potable. El análisis de datos considera información recopilada entre septiembre de 2023 y septiembre de 2024, y la ejecución del proyecto está prevista para el primer semestre de 2025.

Este alcance se puede identificar como exploratorio en una fase inicial, se busca investigar, analizar y comprender en profundidad el contexto, las necesidades

y las oportunidades relacionadas con el proyecto, el enfoque está en descubrir información clave que ayudará a definir el proyecto en etapas posteriores.

Esta investigación no se ha realizado anteriormente en la compañía y se encuentra en la necesidad de realizar una propuesta de implementación con una metodología de mejora continua que permita disminuir la tasa de reclamos de clientes y los costos de no calidad asociados, también es necesario estudiar la problemática en diferentes puntos de vista como el trabajo en equipo, determinar sus características, definir responsables, recopilar datos y medir variables que permiten proponer una solución. Este proyecto tiene un enfoque metodológico de carácter cualitativo y cuantitativo.

1.4 METODOLOGÍA.

Para la selección de la metodología a utilizar se consideran las siguientes opciones: PHVA, KAIZEN, Six Sigma y Lean. La evaluación se realiza utilizando como criterios:

- a) Enfoque metodológico.
- b) Objetivo de la mejora.
- c) Metodología que aplica.
- d) Ámbito de aplicación.
- e) Resultado esperado.
- f) Participación.

Finalmente se selecciona el ciclo PDCA, obteniendo la mayor calificación, debido a su enfoque estructurado y repetitivo para mejorar procesos específicos.

Calificación 3= Recomendable 2= Media recomendable 1= No recomendable									
Criterio	PDCA	califica	Kalzen	califica	Six Sigma	califica	Lean	califica	
Enfoque Metodológico	Ciclo estructurado y sistemático	3	Mejora continua y pequeña	1	Reducción de defectos y variabilidad	2	Eliminación de desperdicios	2	
Objetivo de la Mejora	Mejorar procesos de manera frecuente	3	Mejora constante a través de pequeñas acciones	2	Mejorar calidad y reducir defectos	3	Mejorar eficiencia y reducir costos	3	
Metodología que aplica	Planificar, Hacer, Verificar, Actuar	3	Participación total y gradual	1	DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar)	3	Valor, Flujo, Reducción de Desperdicios	2	
Ámbito de Aplicación	Universal, cualquier proceso	3	Toda la organización	1	Procesos complejos y con variabilidad	2	Producción, logística, servicios	3	
Resultados Esperados	Mejoras graduales y controladas	3	Mejoras constantes y graduales	3	Resultados medibles en calidad	3	Reducción de desperdicios y tiempos de ciclo	2	
Participación	Equipos o grupos específicos	3	Todos los empleados	1	Equipos especializados (cinturones)	1	Equipos y empleados operativos	3	
		18			9			14	15

Tabla 1-1 Criterios para la selección de la metodología a implementar.
Fuente: Elaboración propia investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA.

La metodología seleccionada (PDCA) se compone de cuatro etapas que son:

1. Planificar: En esta etapa se define y analiza la magnitud del problema, en este caso, la rotura de tuberías de agua potable, asimismo, se identifican las posibles causas y se investiga la causa más importante, para luego considerar el plan de acción, tomando en cuenta la necesidad, los objetivos, el lugar, el tiempo y el costo.
2. Hacer: En esta etapa se sigue el plan elaborado, se construye la Carta Gantt y se indican los responsables involucrados y las áreas afectadas, en este caso, el área de operaciones y el equipo de instalaciones de tubería.
3. Verificar: En esta etapa, revisar los resultados obtenidos, donde se utiliza indicadores KPI, hojas de verificación, entre otros.
4. Actuar: En esta etapa se implementarán medidas para prevenir la recurrencia del problema, estandarizando procesos y metodologías para la mejora en la instalación de tuberías de agua potable, documentando los procedimientos y planeando el trabajo futuro, de esta manera se produce el ciclo de mejora continua.

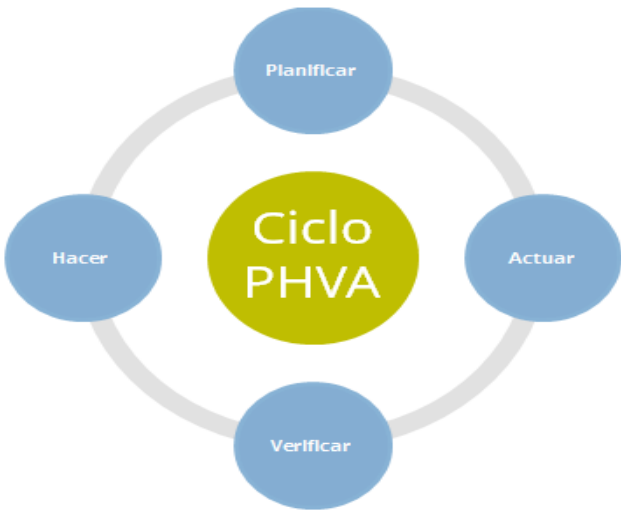


Ilustración 1-3 Ciclo Deming o PDCA

Fuente: ISOTools Excellence Perú (<https://pe.isotools.us>)

1.5 LIMITACIONES

Las limitaciones presentes, para la implementación de la propuesta de mejora para la empresa Aqua Cordillera Spa pueden ser las siguientes:

- **Recursos Humanos:**
 - Falta de operarios calificados y supervisores en instalación de tuberías de agua potable.
 - Resistencia al cambio para modificar la metodología de trabajo.

Impacto: La falta de personal capacitado podría generar retrasos en la ejecución del proyecto, afectar la calidad de la instalación y aumentar el riesgo de errores. Además, la resistencia al cambio podría dificultar la adopción de nuevas metodologías, impactando en la eficiencia y en el éxito del proyecto.

- **Recursos Materiales:**

- Falta de material certificado como Tuberías y accesorios adecuados para sistemas sanitarios, como PVC, PEX, PPR, cobre, según las especificaciones del proyecto.

Impacto: La escasez de materiales certificados podría generar demoras en la ejecución del proyecto, incumplir con los estándares de calidad exigidos y aumentar los costos operativos al tener que buscar alternativas o materiales no adecuados.

- **Recursos Financieros:**

- Presupuesto limitado, en el caso que el proyecto exceda el presupuesto planificado.

Impacto: El exceso de costos podría afectar la viabilidad financiera del proyecto, generando la necesidad de ajustar el alcance o realizar recortes que impacten en la implementación y en los resultados esperados.

- **Factores externos no controlables:**

- Cualquier situación medio ambiental, social o catástrofes naturales que no pueden son controlables.

Impacto: Estos factores pueden generar interrupciones en el cronograma del proyecto, demoras en la entrega de materiales o daños en las instalaciones, lo que afectaría tanto el tiempo de ejecución como los costos adicionales.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

2.1 ANTECEDENTES

En el rubro de la construcción una de las actividades más importantes son las instalaciones domiciliarias de agua potable, la principal característica de éstas debe ser su buen funcionamiento, esto es posible de alcanzar con un adecuado cálculo de dimensionamiento para las cañerías de agua potable y con un diseño apropiado en las tuberías, que se logran aplicando en forma criteriosa el reglamento vigente y que se explicará en este trabajo.

Para la implementación de mejoras en el proceso de instalación de tuberías sanitarias para Aqua Cordillera Spa. se deben tener conocimientos que permitan comprender la importancia que tienen cada una de las etapas de los distintos procesos y tener claramente la ejecución técnico-normativa que se debe aplicar.

El reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado (RIDAA), define instalación domiciliaria de agua potable como "las obras necesarias para dotar de este servicio a un inmueble desde la salida de la llave de paso colocada a continuación del medidor o de los sistemas propios de abastecimiento de agua potable, hasta los artefactos", estos son el conjunto de conducciones e instalaciones diseñadas y construidas para abastecer de agua potable una propiedad.

La instalación domiciliaria de agua potable se conforma de dos partes, el arranque domiciliario y la instalación interior de agua potable.

En este proyecto de mejora se dará énfasis a los procesos involucrados que tiene la instalación de tuberías de agua interior domiciliaria, se estudiará desde un punto de vista técnico-normativo junto con indicar de qué manera se podrá llevar a cabo una presentación de mejora, estandarizando y formulando indicadores de impacto que tendrá la implementación.

Con la claridad en el contexto de la compañía se puede identificar qué herramientas y metodologías son las más indicadas para implementar las mejoras esperadas. Es por esto por lo que en el marco teórico se entregará un detalle completo para luego seleccionar las mejoras más adecuadas y así definir la mejor propuesta metodológica.

2.1.1 CONTEXTO GENERAL.

La construcción en Chile ha evidenciado, en los últimos años, un bajo nivel de inversión, proyectándose una caída del 1,3 % para 2024 (CChC, 2024), en línea con el proceso de ajuste de la economía y las restrictivas condiciones de acceso al crédito.

- Factores externos: alza de costos de materiales, demanda debilitada, condiciones más restrictivas de acceso al crédito y mayor costo del dinero (alza de tasas de interés).

- Factores internos: baja productividad o poca eficiencia de las empresas, lo que ha acentuado el ciclo contractivo de la construcción. Adicionalmente, el elevado nivel de incertidumbre en torno al impacto de la crisis geopolítica sobre el crecimiento económico y la estabilidad de los mercados financieros establece un escenario de riesgo en el corto plazo (CChC, 2023).

Según el informe elaborado por ICONSTRUYE plataforma SaaS (Software as Service), durante el primer semestre de 2024, se iniciaron 136 nuevas obras, lo que representa una caída del 5.5% en comparación con el segundo semestre de 2023, y un 62% por debajo del ritmo prepandemia de 2019, cuando se promediaban 60 proyectos mensuales. Esto ha llevado a un promedio de 22.6 obras al mes, subrayando una desaceleración en el sector.

La cantidad de órdenes de compra generadas en este periodo, cita el informe, se mantiene un 4% bajo el promedio del 2023. Solo en el mes de junio de 2024 disminuyó un 10% respecto al mes anterior y un 12% en comparación con el promedio de 2023. Sin embargo, respecto de la media mensual de 2023, la baja en el valor promedio de una orden de compra solo se redujo en un 7%, lo que refleja el aumento de precios en materiales.

Por otro lado, la actividad económica en el sector refleja disparidades geográficas significativas. Mientras que el 50% de los proyectos activos se concentra en la Región Metropolitana, regiones como Copiapó, O'Higgins y Maule no han visto el inicio de nuevos proyectos en junio de 2024. Esta distribución desigual indica una situación crítica en ciertas áreas del país, donde la actividad constructiva se ha paralizado casi por completo.

Desafíos relevantes de la industria próximos 4 años.

La industria de la construcción pretende seguir liderando la transformación hacia un mundo cada vez más sostenible e impulsando tanto su desarrollo como crecimiento el 2024, pero lo que viene es complejo y desafiante.

Carmen Paz Muñoz¹, directora de Ingeniería en Construcción de la Universidad Andrés Bello, destaca que el panorama del sector para 2024 es más favorable que el del año anterior, gracias a la disminución de las tasas de interés. Según la académica, se espera un crecimiento del mercado a una tasa cercana al 4% en los próximos cuatro años. No obstante, en el contexto de la crisis habitacional que enfrenta el país, subraya la importancia de implementar proyectos de vivienda social e infraestructura. Muñoz enfatiza que los principales desafíos del sector incluyen el incremento de la productividad a través de un enfoque integral, la adopción de tecnologías innovadoras y la promoción de la industrialización en los procesos de construcción. Asimismo, considera fundamental abordar la reducción de costos posventa como un aspecto clave para asegurar la sostenibilidad y competitividad del sector.

¹ Fuente: (*Diario financiero, Anuario de la construcción*, 22 diciembre 2023, pág. 34)

Análisis Pestel vinculado a la industria

El análisis PESTEL permite identificar los factores externos que pueden influir en la implementación de un plan de mejora continua en los procesos de instalación de tuberías de agua potable en la empresa Aqua Cordillera SPA. Este análisis proporciona una visión integral del entorno político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal que impacta directamente en la viabilidad y éxito del proyecto.

1. Político: La estabilidad política y las políticas gubernamentales son factores clave para la implementación de proyectos de infraestructura. Las políticas relacionadas con la modernización de la infraestructura pública y la mejora de los servicios de agua potable son fundamentales para el éxito del proyecto. Según el Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2022), las políticas públicas enfocadas en la mejora de infraestructura pueden facilitar la ejecución de estos proyectos.

2. Económico: El crecimiento económico y la disponibilidad de recursos influirán directamente en el presupuesto destinado a proyectos de infraestructura. La estabilidad económica permitirá mayor inversión en la mejora de los servicios de agua potable. Según el Banco Central de Chile (2023), las inversiones en infraestructura dependen de la estabilidad y crecimiento económico del país.

3. Social: La demanda social de servicios de agua potable de calidad aumenta la presión sobre las empresas para que mejoren sus procesos. Un servicio eficiente y confiable de agua potable es fundamental para el bienestar de la población, lo que genera expectativas sociales altas. Según la Organización Mundial de la Salud (2021), el acceso al agua potable es un derecho fundamental.

4. Tecnológico: La implementación de nuevas tecnologías en la instalación de tuberías puede mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con retrabajos y fallas. El uso de sistemas de monitoreo en tiempo real, materiales avanzados y maquinaria moderna permite optimizar los procesos de instalación. Según el Instituto Tecnológico de Chile (2021), la innovación tecnológica transforma la eficiencia operativa de los proyectos de infraestructura.

5. Ecológico: Las regulaciones medioambientales son esenciales para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. Asegurar el cumplimiento de las normativas medioambientales y utilizar materiales ecológicos en la instalación de tuberías será crucial para reducir el impacto ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2022) destaca la importancia de cumplir con las normativas ecológicas.

6. Legal: Las normativas legales sobre construcción y agua potable son fundamentales para la ejecución del proyecto. Cumplir con las leyes vigentes garantiza la seguridad y calidad de las instalaciones, además de evitar sanciones. Decreto N°50 2002, RIDAA es el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado.

Conclusión del Análisis PESTEL

En conclusión, el análisis PESTEL muestra que factores como la estabilidad política, políticas de infraestructura, crecimiento económico, innovación tecnológica y cumplimiento de normativas son clave para el éxito del proyecto de mejora continua en la instalación de tuberías de agua potable. Este análisis subraya la importancia de alinearse con las expectativas sociales, cumplir con los estándares técnicos y legales, y aprovechar oportunidades de innovación para mejorar la eficiencia y calidad del proyecto.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La siguiente sección permite tener una mayor noción sobre la empresa, saber cuál es el contexto en el que se desarrolla el negocio y conocer cuáles son los procesos que actualmente utiliza para la formulación de sus productos.

Aqua Cordillera SPA, es una pequeña y mediana empresa, de origen nacional, fundada en 2018 y ubicada en la comuna de San José Maipo en el sector de Las Vizcachas. Dedicada al rubro de la construcción específicamente se especializa en los servicios de instalaciones sanitarias domiciliarias y sus principales servicios son:

- Instalación de sistemas de agua potable sanitaria: Montaje de tuberías y conexiones para el suministro de agua.
- Instalación de sistemas de alcantarillado: Diseño y construcción de redes de desagüe y conexiones a sistemas de alcantarillado.
- Mantenimiento y reparación de sistemas sanitarios: Servicios para arreglar fugas, obstrucciones y problemas en grifos, inodoros y otros equipos.
- Instalación de equipos sanitarios: Montaje de inodoros, lavamanos, duchas, bañeras y otros artefactos.
- Instalación de equipos y artefactos a gas: instalación de calefacción, calentadores de agua sanitaria, Instalación de calderas, cocinas, termos eléctricos y tuberías de gas combustible en baja presión.
- Asesoramiento técnico: Consultoría sobre normativas y mejores prácticas en instalaciones sanitarias.

Sus principales clientes son domicilios particulares, condominios de edificios, locales comerciales e industrias de la construcción entre otros, el 75% está concentrado en la Región Metropolitana y el 25% en la Región de Valparaíso.

La venta de servicios del 2024 asciende la suma de \$ 320.000.000.-



Ilustración 2-1 Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA.

2.1.3 PROCESOS PRINCIPALES

En la Ilustración 2-4: (Diagrama de flujo proceso de instalaciones sanitarias domiciliaria), se indican los distintos procesos que se consideran en las instalaciones sanitarias de Aqua Cordillera SPA.

Diagrama de flujo de instalaciones sanitarias Aqua Cordillera Spa.

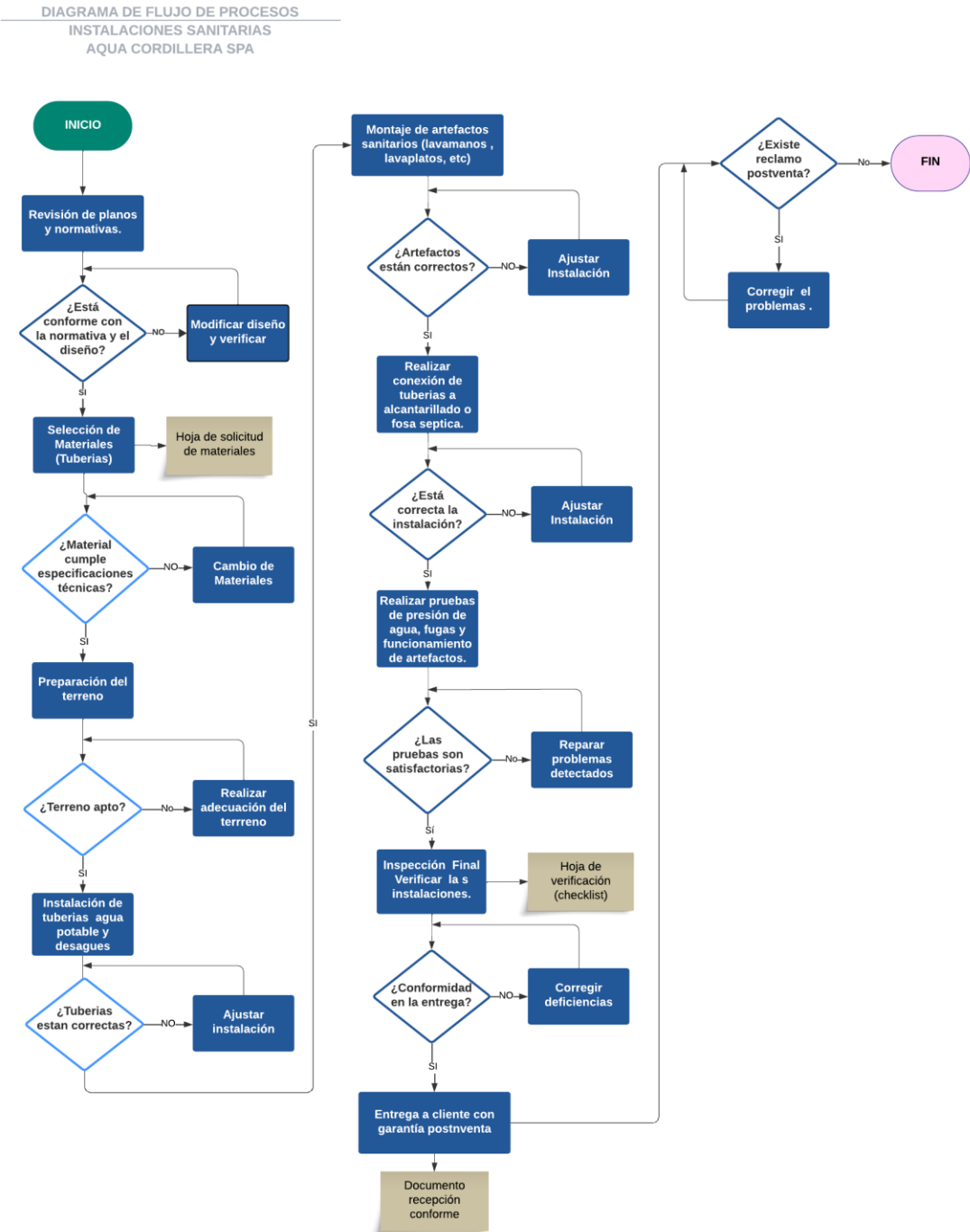


Ilustración 2-2 Diagrama de flujo proceso de instalaciones sanitarias domiciliarias

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA.

2.2 MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico tiene como objetivo, fundamentar los conceptos y metodologías que permitirán establecer una mejora continua en el proceso de instalación de tuberías sanitarias de agua potable. Este proceso es clave para garantizar la calidad de los proyectos de construcción, minimizando los costos asociados a errores y reclamaciones postventa. A lo largo de este capítulo se abordarán conceptos esenciales relacionados con la calidad, las herramientas de gestión utilizadas en la mejora de procesos y los indicadores necesarios para medir el desempeño y asegurar la sostenibilidad de las soluciones implementadas.

2.2.1 INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD

Para la propuesta de mejora en instalaciones de tuberías de agua potable en Aqua Cordillera Spa, se han investigado autores reconocidos en el ámbito de la gestión de calidad, control de calidad y mejoramiento continuo de procesos. Estos fundamentos teóricos respaldan los objetivos generales y específicos del proyecto, proporcionando una base sólida para abordar la propuesta de mejora y los objetivos planteados.

Philip Crosby en su libro "Quality is Free" (1979) plantea que la calidad no implica costos adicionales; es la falta de calidad lo que genera gastos innecesarios. Crosby clasifica los costos de calidad en:

- Costos de prevención: Inversiones para evitar defectos.
- Costos de evaluación: Gastos de inspección y control de calidad.
- Costos por fallos internos: Defectos detectados antes de llegar al cliente.
- Costos por fallos externos: Problemas identificados después de la entrega, como devoluciones o reclamaciones.

Este enfoque se alinea con el objetivo general de reducir los costos de no calidad, permitiendo focalizar inversiones en prevención y evaluación para evitar retrabajos costosos.

Joseph Juran en "Juran's Quality Handbook" (1988) amplía el concepto de costos de calidad, enfatizando los "costos de no calidad" asociados con la corrección de defectos. Juran destaca que la inversión en prevención es clave para minimizar los costos internos y externos, un principio fundamental en este proyecto para disminuir la tasa de reclamos.

Genichi Taguchi, en "Taguchi Methods: Design of Experiments" (1986), introduce un enfoque proactivo para optimizar procesos y reducir variaciones. Su método permite mejorar las instalaciones sanitarias frente a factores externos, minimizando fallos internos y externos. Estas estrategias apoyan directamente los objetivos específicos de garantizar calidad y reducir defectos en las instalaciones.

Humberto Gutierrez Pulido en su libro "Calidad Total y Productividad" (2014), plantea la importancia del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar),

también conocido como ciclo PDCA, como una herramienta fundamental para implementar un proceso de mejora continua. Este ciclo permite que las empresas planifiquen las actividades, ejecuten las tareas, verifiquen los resultados y tomen medidas correctivas para evitar la recurrencia de problemas.

Además, Gutiérrez Pulido propone un enfoque estructurado para la solución de problemas mediante 8 pasos esenciales, que incluyen:

1. Identificación del problema.
2. Recolección de datos relevantes.
3. Análisis de las causas raíz.
4. Generación de soluciones alternativas.
5. Selección de la mejor solución.
6. Implementación de la solución.
7. Evaluación de los resultados.
8. Estandarización y seguimiento continuo.

La aplicación de estos conceptos en Aqua Cordillera Spa permitirá a la empresa optimizar sus procesos, reducir los costos de no calidad y mejorar la satisfacción del cliente, asegurando que las soluciones implementadas sean sostenibles y efectivas en el tiempo.

2.2.2 CALIDAD EN EL PROCESO DE INSTALACIONES DE TUBERÍAS

El control de calidad en las instalaciones de tuberías sanitarias asegura que cada fase del proceso cumpla con los estándares técnicos y normativos establecidos, como los definidos por el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDDA). Esto incluye desde la planificación y diseño hasta la ejecución y verificación de las instalaciones, garantizando que los objetivos de calidad y eficiencia se cumplan de manera consistente.

- **Evaluación y auditorías:** Verificar el desempeño del sistema de gestión de calidad y corregir desviaciones en tiempo real.
- **Normativas técnicas:** Cumplir con estándares como ISO 9001:2015 y normativas nacionales como el RIDDA, asegura la calidad de las instalaciones sanitarias, lo que impacta directamente en la satisfacción del cliente.
- **Selección de materiales:** Garantizar que las tuberías y otros componentes sean certificados, reduce defectos en las etapas posteriores.

El procedimiento de cálculo también es fundamental en esta etapa, ya que permite determinar el diámetro apropiado de las cañerías, garantizando que la presión en el artefacto más lejano de la instalación sea suficiente para su correcto funcionamiento. Según el RIDAA, la presión inicial mínima entregada por las empresas de distribución debe ser de 14 MCA (NCH 2485/2000), mientras que la presión final mínima para el último artefacto instalado más lejano debe ser de 4 MCA. Si el último artefacto cumple con esta presión, todos los anteriores también lo harán.

En la tabla 2-1, se identifican y clasifican secuencialmente las etapas del proceso específico para la instalación de tuberías sanitarias. Este enfoque describe las actividades principales, considera aspectos clave para garantizar el cumplimiento de la reglamentación y define responsables, lugar de ejecución y secuencia lógica del proceso.

Estas prácticas están alineadas con los objetivos específicos de mejorar la calidad en los procesos y reducir los costos derivados de fallos, garantizando instalaciones que cumplan con las expectativas del cliente y los estándares normativos.

Flujograma Secuencial de Instalación de Tuberías Sanitarias

Secuencia	Proceso	Actividades mas relevantes	Quien?	Donde?	¿Cuando
Etap 1	Ø Presión Inicial	a)-Comprobar presión inicial mínima en la matriz pública (mínimo 14 MCA) b)-Calcular las pérdidas de carga que se producen en la Instalacion	a)- Empresa de Distribucion de Agua b)-Tecnico Aqua Cordillera mide la Presion de Agua	En la Vivienda, se obtiene del certif. de factib. que entrega la Empresa Distribuidora	Antes de comenzar la obra de Instalaciones de red de tuberías de sanitarias
Etap 2	Ø Gasto Máximo Instalado (QMI)	Determinar los artefactos de la vivienda y los consumos de caudal de agua de los artefactos instalados de acuerdo al reglamento (RIDAA)	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues del caculo de presion Inicial
Etap 3	Ø Gasto Máximo Probable (QMP)	Calcular (QMP), indica consumo probable que demandaría total de artefactos en normal operación	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues del calculo de (QMI)
Etap 4	Ø Medidor de Agua Potable (MAP)	Con el valor del (QMP), se puede determinar el diámetro del medidor de agua potable (MAP), apropiado para la instalación.	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues del calculo de (QMI)
Etap 5	Ø Material de Cañería a Utilizar	Determinar el material de las cañerías a usar en la instalación/costo de la instalación materiales y mano de obra	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues de las Etapas 1-2-3-4
Etap 6	Ø Pérdida de Carga	Calcular las pérdidas de presión de los tramos instalados para escoger los diámetros de las tuberías apropiadas	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues del calculo de Etapa 5
Etap 7	Ø Presión de los Artefactos	Calculo de presión del último artefacto instalado para asegurar el calculo de diámetro de toda la red de tuberías Instaladas	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues de la Etapa 6
Etap 8	Ø Presión Último Artefacto	Presión ultimo artefacto > o = 4 MCA, obtenido en la etapa anterior , entonces los diámetros en los tramos de cañería son suficientes para garantizar el funcionamiento de los artefactos de la red.	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues de la Etapa 7
Etap 9	Ø Velocidad de Escurrimiento	Punto final del procedimiento, cálculo de la velocidad de escurrimiento, para cada tramo , se utilizará la siguiente fórmula: $V=21,20066*(QMP/D2)$ donde D2= diámetro interior al cuadrado	Jefe de Operaciones Aqua Cordillera Spa	En la Vivienda	Despues de la Etapa 8

Tabla 2-1 Flujograma de Procesos Instalaciones Tuberías Sanitarias.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

2.2.3 Aplicación del Ciclo PDCA en las Instalaciones Sanitarias

El Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) es una metodología central para garantizar la mejora continua. En este proyecto, su aplicación se detalla así:

1. **Planificar:**

- Diseñar planes detallados para las instalaciones sanitarias.
- Identificar riesgos y establecer acciones preventivas.
- Asegurar el cumplimiento de normativas y especificaciones técnicas.

2. **Hacer:**

- Ejecutar instalaciones conforme a los planos, asegurando el uso correcto de materiales y procedimientos.
- Capacitar al equipo técnico para mantener altos estándares de calidad.

3. **Verificar:**

- Realizar inspecciones y pruebas de calidad en cada etapa, verificando la presión del agua y la hermeticidad de las tuberías.
- Monitorear continuamente el cumplimiento de los objetivos específicos.

4. **Actuar:**

- Implementar medidas correctivas ante problemas detectados.
- Documentar lecciones aprendidas y ajustar procesos para prevenir recurrencias.

Esta metodología se vincula directamente con los objetivos generales del proyecto, garantizando una reducción sostenible de costos y defectos, mientras se mejora la calidad del servicio.

2.2.4 Herramientas de Calidad Aplicables al Proceso

Diagrama Ishikawa o Causa-Efecto

Esta herramienta, creada por Kaoru Ishikawa en 1943, se utiliza para identificar y visualizar las relaciones entre un problema y sus posibles causas. En este proyecto, el diagrama organiza variables en categorías principales como las "6M" (Mano de Obra, Materiales, Métodos, Medio Ambiente, Mediciones y Maquinaria). La estructura gráfica permite identificar y jerarquizar causas principales y secundarias mediante brainstorming participativo, facilitando el análisis del problema y las soluciones posibles.

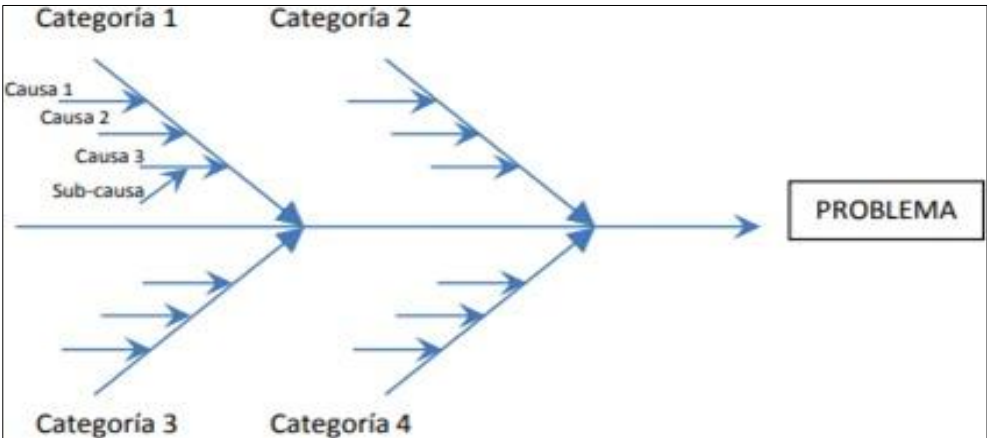


Ilustración 2-3: Diagrama de Ishikawa o Causa efecto.
Fuente: Basado en texto de Camisón, González y Cruz (2006).

En la ilustración 2-3, se observa la representación diagrama de Ishikawa o Causa efecto, el cual se puede utilizar para definir el problema en cuestión, seguido de esto se deben identificar las categorías y causas correspondientes según sea el problema, distinguiendo entre causas principales y secundarias.

Diagrama de Pareto Aplicado a las Instalaciones Sanitarias

El diagrama de Pareto, basado en el principio 80/20 o ABC, identifica las causas principales que generan la mayor parte de los problemas en un proceso. Aplicado a las instalaciones domiciliarias de tuberías de agua potable, se destacan los problemas más recurrentes y su impacto en los costos de no calidad.

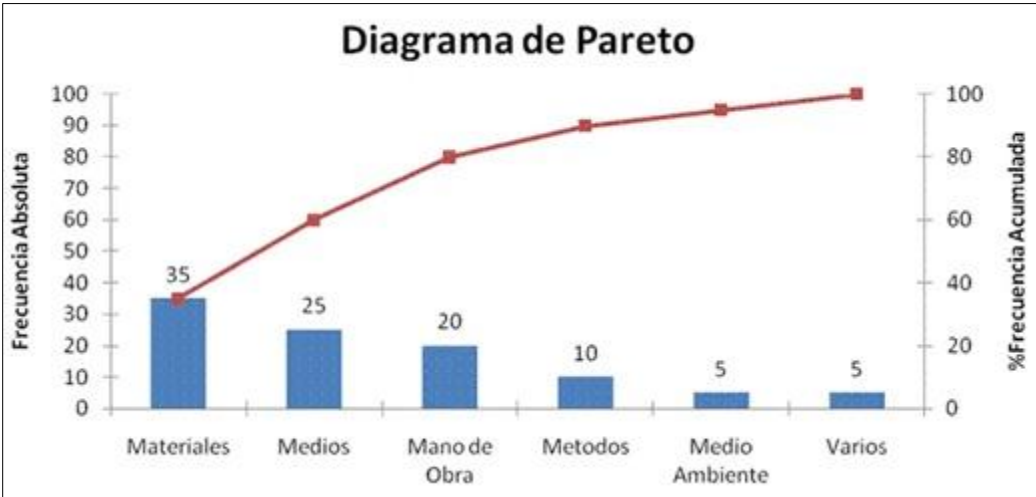


Ilustración 2-4: Diagrama de Pareto
Fuente: SPC consulting group (<https://spcgroup.com.mx>)

Relación con los objetivos del proyecto:

- Priorizar la resolución de los problemas más frecuentes permite enfocar los recursos en acciones que generan un mayor impacto, alineándose con el objetivo general de reducir los costos de no calidad.
- Implementar soluciones específicas para las causas principales identificadas garantiza la sostenibilidad de las mejoras y contribuye a la reducción de la tasa de reclamos.

En resumen, el diagrama de Pareto se integra como una herramienta clave dentro del marco teórico, proporcionando un enfoque estructurado para priorizar acciones de mejora y maximizar los resultados del proyecto.

2.2.5 FODA

Este análisis FODA tiene como propósito identificar las fortalezas y debilidades internas de Aqua Cordillera SPA, así como las oportunidades y amenazas que presenta el entorno externo. Al proporcionar una visión integral, este análisis permitirá a la empresa tomar decisiones estratégicas clave para mejorar su competitividad, optimizar sus procesos y asegurar su sostenibilidad a largo plazo. En un mercado competitivo y en constante cambio, Aqua Cordillera SPA se enfrenta a diversas oportunidades y desafíos que impactan su desarrollo y posicionamiento en el mercado.

Fortalezas:

- **Experiencia en el sector:** Aqua Cordillera SPA tiene una sólida trayectoria en la instalación de sistemas de agua potable, lo que le otorga un amplio conocimiento de los procesos y necesidades del mercado.
- **Compromiso con la implementación de un sistema de calidad:** La alta dirección de Aqua Cordillera SPA está comprometida con implementar una metodología de mejora continua para optimizar sus procesos de manera sistemática y estructurada, incluyendo capacitaciones y auditorías internas.
- **Relaciones con proveedores:** La empresa ha construido relaciones cercanas y colaborativas con sus proveedores lo que facilita la negociación de materiales de alta calidad, lo que reduce el riesgo de fallas en sus instalaciones.

Oportunidades:

- **Crecimiento del sector de la construcción:** Las políticas de reactivación económica y las necesidades de crecimiento del sector de la construcción presentan oportunidades para expandir los servicios de instalación de tuberías de agua potable.
- **Avances tecnológicos en el sector:** La incorporación de nuevas tecnologías, como software de gestión de proyectos y herramientas de control de procesos, puede mejorar la eficiencia y competitividad de la empresa.

Debilidades:

- **Resistencia al cambio:** Algunos miembros del equipo pueden mostrar resistencia a adoptar nuevas metodologías y tecnologías, lo que podría perjudicar la implementación de una mejora continua.
- **Costos iniciales elevados:** La implementación del plan de mejora continua requiere una inversión inicial significativa en áreas como capacitación, adquisición de materiales certificados y pruebas a menor escala, lo cual podría generar presión financiera.

- **Dependencia de operarios calificados:** La escasez de personal altamente capacitado en el sector de instalaciones sanitarias puede limitar la capacidad de la empresa para ejecutar proyectos de manera más eficiente.
- **Presupuesto limitado:** El presupuesto disponible de 10 millones de pesos para la implementación de una metodología de mejora continua puede no ser suficiente para abordar todos los aspectos del plan de manera óptima.

Amenazas:

- **Condiciones externas y cambios normativos:** Cambios en las normativas legales o económicas, como modificaciones en las leyes de construcción o fluctuaciones en los precios de los materiales, pueden afectar la viabilidad de los proyectos.
- **Competencia en el sector:** La creciente competencia en el mercado de la instalación de tuberías sanitarias puede presionar a Aqua Cordillera SPA a mantener costos competitivos, lo que podría limitar sus márgenes de ganancia.
- **Factores macroeconómicos:** Crisis económicas o inestabilidad financiera podrían reducir la demanda de proyectos de infraestructura, afectando el volumen de trabajo de la empresa.
- **Riesgo de incumplimiento normativo:** El incumplimiento de las regulaciones relacionadas con la instalación de sistemas de agua potable podría resultar en sanciones legales o dañar la reputación de la empresa.

2.2.6 INDICADORES

Los indicadores permiten medir el impacto de las mejoras en aspectos clave como eficiencia, calidad, seguridad y costos. Algunos indicadores clave son:

- **Eficiencia de uso de materiales:** Relación entre materiales planificados y utilizados.
- **Tasa de defectos:** Proporción de materiales descartados.
- **Calidad del producto:** Conformidad de las instalaciones con los estándares establecidos.
- **Cumplimiento de los tiempos estandarizados:** Tiempos utilizados reales en el proyecto vs el target.
- **Tiempos muertos por inactividad:** Tiempos improductivos por fallas de materiales o falta de herramientas.

Estos indicadores aseguran un seguimiento constante, facilitando ajustes estratégicos según sea necesario.

Relación entre el marco teórico y los objetivos del proyecto

El marco teórico se conecta estrechamente con los objetivos generales y específicos del proyecto. La integración de conceptos de calidad y herramientas permite abordar las causas raíz de los problemas y establecer procesos sólidos y eficientes. Con el objetivo de reducir los costos de no calidad y la tasa de reclamos postventa en un 20% durante los primeros seis meses del año 2025, se establece este porcentaje como un valor intermedio entre las variaciones observadas en proyectos similares dentro del sector de la construcción en América Latina y Chile.

Este 20% fue seleccionado porque representa un equilibrio realista que permite lograr mejoras significativas sin establecer objetivos demasiado conservadores ni excesivamente ambiciosos. La reducción proyectada permitirá optimizar la eficiencia operativa, disminuir los reprocesos y mejorar la satisfacción del cliente.

En resumen, este marco teórico no solo respalda las acciones propuestas en el plan de mejora, sino que también garantiza que los resultados sean medibles y sostenibles en el tiempo, facilitando la evaluación continua de los procesos y la toma de decisiones estratégicas en la empresa.

2.3 PROPUESTA METODOLÓGICA

La empresa enfrenta desafíos en el área de instalaciones de tuberías sanitarias debido a costos de no calidad de fallas externas específicamente por reprocesos de trabajo por uso de garantía posventa que están estimados en \$80 millones. En este contexto se formula una propuesta metodológica estructurada que permita mejorar los procesos, cumplir los objetivos generales y específicos propuestos y una disminución de los costos actuales en un 20%.

Se trabajará con los siguientes puntos:

Situación Actual de la Empresa: El primer paso en esta propuesta metodológica será realizar un análisis detallado de la situación actual de la empresa, identificando los problemas clave, sus causas y el impacto económico que generan. Este diagnóstico servirá como base para la implementación de las mejoras.

Implementación PDCA de 8 Pasos: Esta metodología se estructura en cuatro etapas que comprenden ocho pasos clave.

Etapas 1: Planificar

- **Paso 1:** Definir y analizar la magnitud del problema. Identificar los costos de no calidad y las principales áreas afectadas.
- **Paso 2:** Buscar todas las posibles causas. Aplicar herramientas como el diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz.

- **Paso 3:** Investigar la causa más importante. Priorizar las causas mediante un diagrama de Pareto y realizar un análisis profundo.
- **Paso 4:** Considerar las medidas de mejora. Proponer soluciones específicas y evaluar su viabilidad.

Se desarrollará un **plan de acción** para la implementación.

Etapas 2: Hacer

- **Paso 5:** Implementar las medidas de mejora propuestas en el plan de acción.

Asegurar el cumplimiento de plazos y asignaciones mediante el uso de cronogramas detallados como carta Gantt.

Etapas 3: Verificar

- **Paso 6:** Revisar los resultados obtenidos utilizando

Etapas 4: Actuar

- **Paso 7:** Prevenir la recurrencia del problema. Implementar ajustes basados en los resultados de la etapa de Verificar.
- **Paso 8:** Formular conclusiones del plan de acción. Documentar los logros alcanzados, presentar los resultados a la alta dirección y establecer estrategias sostenibles para mantener las mejoras.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Aqua Cordillera Spa no cuenta actualmente con un sistema de mejora continua en sus procesos de instalación de tuberías sanitarias. Sus procedimientos no están documentados ni estandarizados, y tampoco se mide la eficiencia operativa. Esto ha llevado a que las tareas se realicen de manera irregular, dependiendo en gran medida de la experiencia individual de los trabajadores.

Además, la empresa carece de auditorías internas y estándares de trabajo, lo que genera errores recurrentes y un aumento en los reprocesos. Estas deficiencias provocan no conformidades en la etapa de postventa, incrementando los costos de no calidad asociados a un aumento en la tasa de reclamos.

Los antecedentes cuantitativos que respaldan esta situación fueron proporcionados por el contador de la empresa, mientras que los aspectos cualitativos se identificaron a través del análisis del encargado del servicio postventa. Asimismo, se realizaron reuniones grupales (brainstorming) con los jefes de operaciones, técnicos y asistentes de gasfiter y jornales, todos ellos encargados en la ejecución de los proyectos de las instalaciones sanitarias.

Ante este escenario, se plantea la necesidad de desarrollar una propuesta de mejora basada en el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Este enfoque tiene como objetivo estructurar e implementar un proyecto que permita reducir los costos de no calidad, disminuir el número de reclamos postventa y mejorar la eficiencia general de los procesos de instalación de tuberías sanitarias.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PDCA

Con el propósito de ejecutar de forma exitosa el proyecto de propuesta de mejora para la instalación de tuberías sanitarias para la empresa Aqua Cordillera Spa, se solicita el respaldo y colaboración de la alta dirección, así como de los departamentos de operaciones y administración, dicha solicitud se realiza a través de una carta dirigida a la gerencia de la empresa.



Ilustración 3-1 Carta dirigida a la alta Dirección.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

3.2.1 ETAPA PLANIFICACIÓN DEL PLAN PDCA

Paso N°1 Definir y analizar la magnitud del problema

Aqua Cordillera Spa enfrenta importantes desafíos relacionados con los costos derivados de la no calidad, los cuales ascienden a \$80 millones, lo que representa el 25% de sus ventas anuales. Esta cifra refleja un aumento del 32,2% en comparación con los costos registrados en 2023. Además, se observa una tasa de reclamos postventa del 45,3%, lo que equivale a 82 reclamos provenientes de un total de 181 proyectos ejecutados durante el año. Esta información ha sido proporcionada por el contador de la empresa y el encargado de postventa.

Los costos mencionados están clasificados como costos de no calidad de fallas externas, es decir, aquellos problemas detectados por los clientes durante el uso de los artefactos. Estos inconvenientes obligan a la empresa a responder a través de la

garantía postventa, lo que implica realizar reprocesos y trabajos adicionales para corregir los errores detectados.

Los costos mencionados están clasificados de la siguiente manera:

- Mano de obra adicional para corregir las fallas: \$41,6 millones (52%).
- Materiales necesarios para rehacer las instalaciones: \$32,8 millones (41%).
- Costos de transporte o logística para personal o equipos al sitio del cliente: \$5,6 millones (7%).
- Total: \$80 millones (costos de no calidad por fallas externas)

Es importante señalar que los costos relacionados con la imagen corporativa, derivados de los reclamos y la satisfacción del cliente, no serán objeto de análisis ni considerados en este proyecto específico de mejora continua. El enfoque estará dirigido exclusivamente a optimizar los procesos operativos y reducir los costos de no calidad externos.

Paso N°2 Buscar todas las posibles causas.

En este paso, el equipo se reunió para identificar todas las posibles causas que explican los costos de no calidad, calculados en un total de \$80 millones. Se llevó a cabo un levantamiento de información enfocado en clasificar las causas más relevantes según el tipo de reclamo, la frecuencia de ocurrencia, los costos asociados a cada reclamo y la clasificación del tipo de costo de no calidad.

Para analizar los costos asociados a cada reclamo, se utilizó una base de datos en Excel proporcionada por el departamento de Contabilidad de Aqua Cordillera Spa, con información registrada del período septiembre 2023 a agosto 2024 (tabla 3.1).

REGISTRO DE RECLAMOS POSTVENTA Y COSTOS DE NO CALIDAD FALLOS EXTERNOS PERIODO CONTABLE 2024(SEPT 2023-AGOS 2024)					
CONTABILIDAD DE COSTOS AQUA CORDILLERA SPA					
ITEM	AÑO	Mes	periodo contab	Problema identificado post venta 2024	Costo no Calidad
1	2023	septiembre	2024	fuga de gas combustible	\$836.140
2	2023	septiembre	2024	fuga de gas combustible	\$1.021.949
3	2023	septiembre	2024	fuga de gas combustible	\$520.265
4	2023	septiembre	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$334.456
5	2023	septiembre	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$427.360
6	2023	septiembre	2024	fuga de gas combustible	\$594.588
7	2023	septiembre	2024	Filtracion de agua	\$464.522
8	2023	septiembre	2024	Filtracion de agua	\$641.040
9	2023	septiembre	2024	Filtracion de agua	\$1.635.118
10	2023	septiembre	2024	Filtracion de agua	\$557.426
11	2023	octubre	2024	Filtracion de agua	\$288.004
12	2023	octubre	2024	Filtracion de agua	\$557.426
13	2023	octubre	2024	Filtracion de agua	\$269.423
14	2023	octubre	2024	fuga de gas combustible	\$1.263.500
15	2023	octubre	2024	Filtracion de agua	\$1.588.665
16	2023	octubre	2024	Filtracion de agua	\$650.331
17	2023	noviembre	2024	Filtracion de agua	\$1.356.404
18	2023	noviembre	2024	fuga de gas combustible	\$548.136
19	2023	noviembre	2024	fuga de gas combustible	\$994.077
20	2023	noviembre	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$891.882
21	2023	noviembre	2024	fuga de gas combustible	\$724.654
22	2023	noviembre	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$278.713
23	2023	noviembre	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$427.360
24	2023	noviembre	2024	Filtracion de agua	\$1.021.949
25	2023	diciembre	2024	Filtracion de agua	\$780.397
26	2023	diciembre	2024	Filtracion de agua	\$427.360
27	2023	diciembre	2024	Filtracion de agua	\$1.114.853
28	2023	diciembre	2024	Filtracion de agua	\$808.268
29	2023	diciembre	2024	Filtracion de agua	\$650.331
30	2024	enero	2024	fuga de gas combustible	\$278.713
31	2024	enero	2024	fuga de gas combustible	\$706.074
32	2024	enero	2024	Filtracion de agua	\$836.140
33	2024	enero	2024	Filtracion de agua	\$1.579.375
34	2024	febrero	2024	Filtracion de agua	\$1.021.949
35	2024	febrero	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$1.393.566
36	2024	febrero	2024	Filtracion de agua	\$836.140
37	2024	febrero	2024	Filtracion de agua	\$1.077.691
38	2024	febrero	2024	Filtracion de agua	\$1.263.500
39	2024	marzo	2024	Filtracion de agua	\$1.393.566
40	2024	marzo	2024	Filtracion de agua	\$836.140
41	2024	marzo	2024	Filtracion de agua	\$1.802.346
42	2024	marzo	2024	Filtracion de agua	\$1.653.699
43	2024	marzo	2024	Artefacto mal Instalado	\$278.713
44	2024	marzo	2024	Filtracion de agua	\$668.912
45	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$1.021.949
46	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$1.393.566
47	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$2.229.706
48	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$2.508.419
49	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$1.858.088
50	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$1.021.949
51	2024	abril	2024	Filtracion de agua	\$836.140
52	2024	mayo	2024	Filtracion de agua	\$650.331
53	2024	mayo	2024	Filtracion de agua	\$1.393.566
54	2024	mayo	2024	Filtracion de agua	\$1.820.926
55	2024	mayo	2024	Filtracion de agua	\$2.229.706
56	2024	mayo	2024	Filtracion de agua	\$650.331
57	2024	junio	2024	Filtracion de agua	\$836.140
58	2024	junio	2024	Filtracion de agua	\$706.074
59	2024	junio	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$520.265
60	2024	junio	2024	Artefacto mal Instalado	\$334.456
61	2024	junio	2024	Artefacto mal Instalado	\$724.654
62	2024	junio	2024	Artefacto mal Instalado	\$241.551
63	2024	junio	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$278.713
64	2024	junio	2024	Filtracion de agua	\$882.592
65	2024	junio	2024	Filtracion de agua	\$650.331
66	2024	julio	2024	Filtracion de agua	\$1.021.949
67	2024	julio	2024	Filtracion de agua	\$1.820.926
68	2024	julio	2024	fuga de gas combustible	\$343.746
69	2024	julio	2024	Filtracion de agua	\$929.044
70	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$185.809
71	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$929.044
72	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$650.331
73	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$1.170.596
74	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$2.229.706
75	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$1.579.375
76	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$2.415.515
77	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$1.765.184
78	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$1.858.100
79	2024	agosto	2024	Artefacto mal Instalado	\$353.037
80	2024	agosto	2024	Artefacto mal Instalado	\$910.463
81	2024	agosto	2024	Filtracion de agua	\$1.207.757
82	2024	agosto	2024	Tuberia Descarga Obstruida	\$538.846
Total n° Reclamos			82	TOTAL COSTOS DE NO CALIDAD	\$80.000.000

Tabla 3-1 Registro de reclamos postventa y costos de no calidad.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

Como resultado del análisis, de datos se identificaron cuatro causas principales con sus porcentajes de importancia.

- a) Artefactos mal instalados (3,6%)
- b) Filtraciones de agua por rotura de cañerías de agua potable (80,3%)
- c) Fugas de gas combustible (9,8%)
- d) Obstrucción de tuberías de agua sanitarias en descargas (6,4%)

Esta información fue consolidada en una tabla estadística descriptiva correspondiente al año 2024 (Tabla 3.2).

Tabla de Estadística de costos y reclamos postventa año 2024

		PERIODO 2024				
		Variabilidad		COSTOS DE NO CALIDAD		
N°	CLASIFICACION DE RECLAMOS POSTVENTA 2024	Frecuencia de Reclamos	Prom. Mensual	\$Costo de no calidad	% Importancia	Clasificacion de costo
1	Artefactos mal Instalados	6	0,5	2.842.875	3,6%	Falla externa
2	Filtraciones de agua	56	4,7	64.234.121	80,3%	Falla externa
3	Fugas de Gas Combustible	11	0,9	7.831.842	9,8%	Falla externa
4	Obstrucion tuberias de aguas Sanitarias de Descarga	9	0,8	5.091.162	6,4%	Fallo externa
		82	6,8	\$80.000.000	100,00%	

Tabla 3-2 Tabla de Estadística de costos y reclamos 2024

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

Paso N°3 Investigar la causa más importante.

Según lo analizado en el paso N°2, se detecta que la causa principal de los costos de no calidad, con un 80,29%, son las filtraciones de agua debido a la rotura de cañerías de agua potable, que representan un total de \$64,2 millones.

En una sesión de brainstorming destinada a identificar las causas más importantes que provocan los fallos de las roturas de cañerías de agua potable, se llevó a cabo un análisis colaborativo entre los miembros del equipo de mejora y personal del área de operaciones, este ejercicio permitió recopilar información clave sobre la problemática específica y generar un listado exhaustivo de posibles causas que contribuyen a los costos de no calidad por reprocesos, los hallazgos de la sesión fueron los siguientes:

1. Falta de indicadores de gestión.
2. Materiales utilizados sin certificación.
3. Falta de capacitación técnica del personal.
4. Maquinaria fuera de calibración.
5. Equipos de soldadura defectuosos.
6. Falta de planificación adecuada del proyecto.
7. Humedad excesiva en el terreno.
8. Falta de sistema de recopilación de datos.
9. Ausencia de controles de calidad en la instalación de tuberías.

- 10. Uso de materiales incompatibles.
- 11. Materiales obsoletos o dañados.
- 12. Supervisión deficiente en el proceso de instalación.
- 13. Errores humanos durante la instalación.
- 14. Falta de maquinaria para detectar fugas de agua.
- 15. No realización de pruebas de hermeticidad y presión de agua.
- 16. Condiciones del terreno inestables.
- 17. Diseño inadecuado de la red de agua.
- 18. Condiciones climáticas extremas.

Con estos datos. se construye un diagrama de Ishikawa para categorizar las causas y clasificarlas en las 6M.

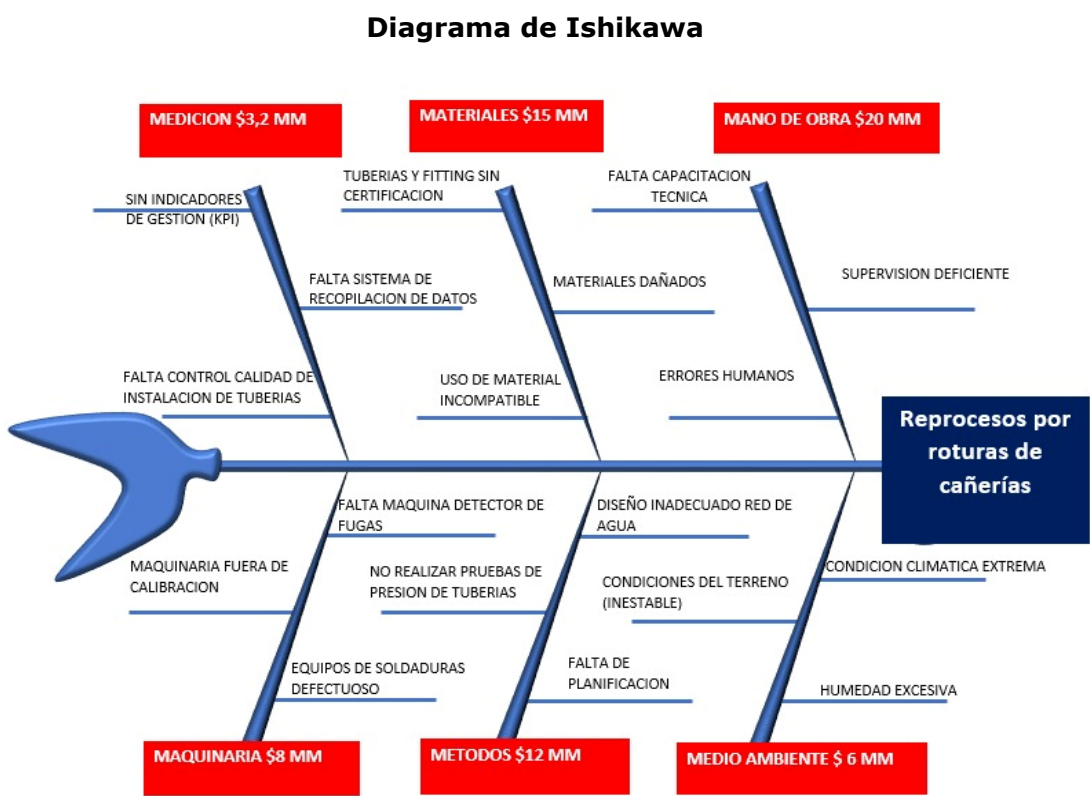


Ilustración 3-2 Diagrama de Ishikawa para identificar fallos por roturas de cañerías

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

Este diagrama permitió identificar y clasificar de manera estructurada las posibles causas raíz del problema, facilitando un análisis detallado de los factores que contribuyen a los costos de no calidad y orientando la implementación de soluciones efectivas.

Con el propósito de identificar, analizar y priorizar de manera más efectiva las acciones de mejora, se clasifican los costos de calidad en: costos de calidad por evaluación, costos de calidad por prevención y costos de no calidad por fallos internos y externos. Esta clasificación facilita una gestión más precisa de los recursos y permite

enfocar el plan de acción de mejora en las áreas que generen un mayor impacto en la reducción de costos.

CLASIFICACION DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE INSTALACION DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE PERIODO 2024 (EN \$MM)			
Clasificacion de costo	Tipo de Costo	Item	Situacion actual 2024 \$MM
Costo de calidad	Evaluación	Falta de indicadores de gestión.	1,0
		Ausencia de controles de calidad en la instalación de tuberías.	1,1
		Falta de sistema de recopilación de datos.	1,1
		Total Costo Evaluacion	\$3,2
Costo de calidad	Prevención	Falta de capacitación técnica del personal.	0,0
		Supervisión deficiente en el proceso de instalación.	10,0
		Maquinaria fuera de calibración.	3,0
		Falta de maquinaria para detectar fugas de agua.	0,0
		Humedad excesiva en el terreno.	2,0
		Condiciones del terreno inestables.	2,0
		Condiciones climáticas extremas.	2,0
		Falta de planificación adecuada del proyecto.	2,0
Total Costo de Prevencion	\$21,0		
Total Costos de Evaluacion + Prevencion			\$24,2
Costo No calidad	Falla interna	Errores humanos durante la instalación.	10,0
		Equipos de soldadura defectuosos.	5,0
		No realización de pruebas de hermeticidad y presión de agua.	5,0
		Total fallas internas	\$20,0
Costo No calidad	Falla externa	Tuberías y fitting sin certificación.	6,5
		Uso de materiales incompatibles.	4,5
		Materiales obsoletos o dañados.	4,0
		Diseño inadecuado de la red de agua.	5,0
		Total fallas externas	\$20,0
Total Costos de Fallas internas +Externas			\$40,0
Total Costos de calidad +Costos de no calidad			\$64,2

Tabla 3-3 Clasificación de Costos de Calidad

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

Adicionalmente, se analizaron los datos de los sectores más afectados y se clasificaron en un diagrama de Pareto y una tabla descriptiva ABC.

Estos datos se categorizaron con los siguientes resultados:

- **Categoría A:** Se identifican como los sectores más perjudicados por las filtraciones de agua potable, el living-comedor, logia y el antejardín, que representan costos de no calidad por \$65,7 millones y equivale al 82% del total. los reprocesos que se realizan en su mayoría son reparaciones en la cual se interviene la construcción como el piso o la loza de la vivienda lo que impacta en altos costos y tiempos significativos
- **Categoría B:** Se identifican el sector de los baños la conexión de la matriz de agua y la cocina, con costos de no calidad de \$12,8 millones, equivalentes al 16,06%, estos reprocesos en su mayoría son fallas de cañerías instaladas y fallas de funcionamiento de grifería
- **Categoría C:** Se identifica el sector de menor importancia y corresponde al sector de la cocina suma costos por \$1,6 millones, equivalentes al 1,94%.

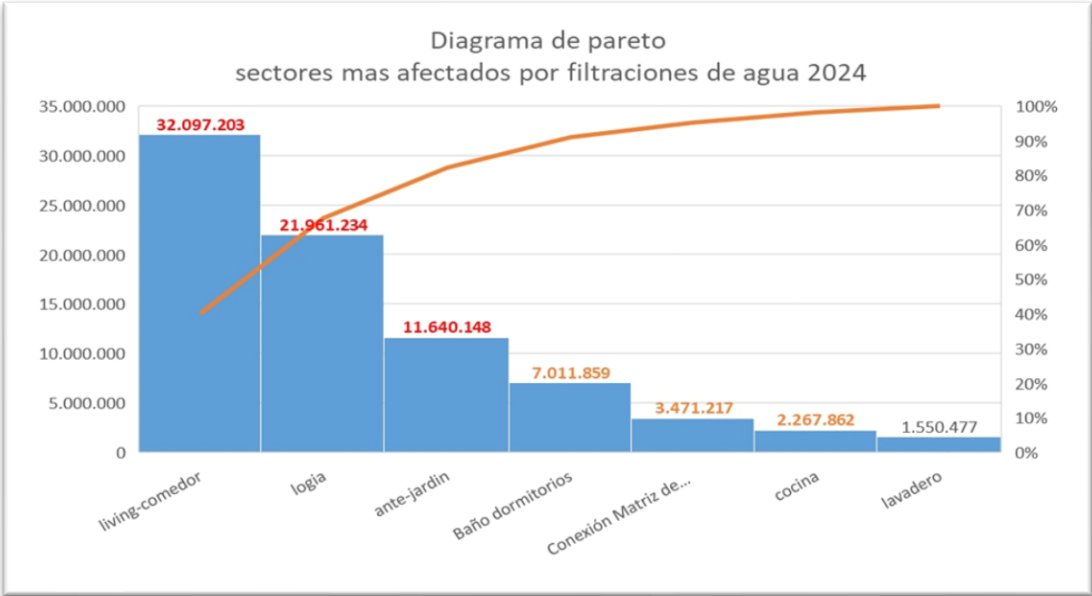


Ilustración 3-3 Diagrama de Pareto de los sectores más afectados

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

CLASIFICACION "ABC" SECTORES MAS AFECTADOS			
Sector afectado	\$ Costo no calidad	% Acumulado	Categoria
Living-comedor	\$32.097.203	82,00%	A
Logia	\$21.961.234		
Ante-jardin	\$11.640.148		
Baño dormitorios	\$7.011.859	16,06%	B
Conexión Matriz de Agua	\$3.471.217		
Cocina	\$2.267.862		
Lavadero	\$1.550.477	1,94%	C
\$80.000.000			

Tabla 3-4 Tabla de Clasificación "ABC" Sectores más afectados

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

El análisis permite concluir que los sectores más afectados de fallos por roturas en tuberías de agua (categoría "A") representan un 82% y la formulación del plan de mejora considerara este sector como clave y estratégico.

Paso N°4 Considerar las medidas de mejora

Para implementar medidas de mejora enfocadas en reducir costos de no calidad y optimizar el proceso de instalación de tuberías de agua potable, se definió un presupuesto de \$10 millones. Los recursos se asignaron bajo los siguientes criterios:

- Distribución del presupuesto:
 - \$1,84 millones (18,4%): Destinados a costos de calidad de evaluación, con el objetivo de identificar y medir las áreas críticas que requieren mejora.
 - \$8,16 millones (81,6%): Orientados a costos de calidad de prevención, centrados en la mejora de procesos para evitar fallas antes de que ocurran.
- Impacto proyectado:
 - Reducción de \$16 millones en costos de no calidad, desglosados en:
 - \$8 millones por disminución de fallas internas.
 - \$8 millones por disminución de fallas externas.
 - Beneficio estimado de \$6 millones para la empresa Aqua Cordillera Spa, como resultado de la implementación efectiva de estas medidas.

La Tabla 3-5 detalla la situación actual de costos y la propuesta costo-beneficio derivada de estas acciones, mostrando los impactos económicos previstos y los beneficios esperados.

Con esta inversión, se cumple el objetivo general de la propuesta de mejora, al alcanzar una reducción del 20% en los costos de no calidad para el año 2025, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la satisfacción del cliente. Esta asignación de recursos refleja un enfoque estratégico en la prevención y evaluación como pilares fundamentales para alcanzar mejoras en la calidad del servicio.

Costos y Beneficios en la asignacion de recursos (\$10 MM)					
Clasificacion de costo	Tipo de Costo	Item	Situacion actual de costos 2024 \$MM	Propuesta mejora \$MM	Costo o Beneficio \$MM
Costo de calidad	Evaluación	Falta de indicadores de gestión.	1,0	1,25	-0,3
		Ausencia de controles de calidad en la instalación de tuberías.	1,1	1,69	-0,6
		Falta de sistema de recopilación de datos.	1,1	2,1	-1,0
		Total Costo Evaluacion	\$3,2	\$5,0	\$-1,84
Costo de calidad	Prevención	Falta de capacitación técnica del personal y normativa.	0,0	1,6	-1,6
		Supervisión deficiente en el proceso de instalación.	10,0	11,9	-1,9
		Maquinaria fuera de calibración.	3,0	3,8	-0,8
		Falta de maquinaria para detectar fugas de agua.	0,0	0,5	-0,5
		Humedad excesiva en el terreno.	2,0	2,3	-0,3
		Condiciones del terreno inestables.	2,0	2,3	-0,3
		Condiciones climáticas extremas.	2,0	2,3	-0,3
		Falta de plan adecuado del proyecto planos/programa	2,0	4,5	-2,5
		Total Costo de Prevencion	\$21,0	\$29,2	\$-8,16
Costo No calidad	Falla interna	Errores humanos durante la instalación.	10,0	5,0	5,0
		Equipos de soldadura defectuosos.	5,0	3,0	2,0
		No realización de pruebas de hermeticidad y presión de agua.	5,0	4,0	1,0
		Total fallas internas	\$20,0	12,0	8,0
Costo No calidad	Falla externa	Tuberías y fitting sin certificación.	6,5	4,5	2,0
		Uso de materiales incompatibles.	4,5	1,5	3,0
		Materiales obsoletos o dañados.	4,0	2,0	2,0
		Diseño inadecuado de la red de agua.	5,0	4,0	1,0
		Total fallas externas	\$20,0	\$12,0	\$8,0
			Situacion Actual	Propuesta de Mejora	Costo o Beneficio
			2024		
Costos de Evaluacion			3,2	5,0	\$-1,8
Costos dePrevencion			21,0	29,2	\$-8,2
TOTALES			\$24,2	\$34,2	\$-10,0
			Costo del Proyecto		
Costos de fallas Internas			\$20,0	\$12,0	\$8,0
Costos de fallas Externas			\$20,0	\$12,0	\$8,0
TOTALES			\$40,0	\$24,0	\$16,0
			\$64,2	\$58,2	\$6,0
			Potencial Beneficio		

Tabla 3-5 Costos o beneficios en la asignación de recursos.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

Objetivo del plan de acción

El objetivo principal es reducir los costos de no calidad relacionados con las fallas por roturas en instalaciones de tuberías de agua potable en \$16 millones, con un potencial beneficio adicional de \$6 millones. Esta mejora busca optimizar la gestión de recursos y disminuir el impacto de las no conformidades postventa, las cuales representan un total de \$80 millones en costos de no calidad, según lo indicado en la Tabla 3-5.

Para lograr este objetivo, se ha asignado un presupuesto de \$10 millones, establecido en función de la capacidad financiera de la empresa para comprometer recursos sin comprometer su estabilidad. Esta cifra se definió considerando las restricciones actuales y priorizando las áreas críticas donde la inversión generará el mayor impacto en la reducción de costos y en la mejora de los procesos. Se optó por este monto, con el fin de garantizar una implementación controlada, minimizar riesgos y permitir ajustes si fuera necesario.

Este presupuesto está diseñado para abordar de manera eficiente los desafíos actuales y cumplir con los objetivos planteados. Además, se enmarca en un enfoque progresivo que busca implementar mejoras sostenibles a largo plazo, fortaleciendo la capacidad de la empresa para gestionar costos de no calidad y mejorar su desempeño general.

Responsables Involucrados:

Jefe de Operaciones
Técnico Gasfiter
Ayudantes y otros a considerar.

Tiempo de Ejecución: 24 semanas (01 de marzo de 2025 – 31 de agosto de 2025)

PLAN DE ACCIÓN

1. Mano de Obra

Presupuesto Asignado para mejora: 3.1 millones de pesos (31,1%)

Causas Identificadas:

- Falta de capacitación técnica.
- Falta de supervisión.
- Errores humanos.

Acciones de mejora, mano de obra

Acción Correctiva	Responsable	Plazo	Presupuesto Asignado	Indicadores de Éxito	Tipo de Costo
Capacitación Técnica en gestión de la calidad en instalaciones sanitarias	Jefe de Operaciones	01 de marzo al 30 de abril 2025	\$1.2 millones	Reducción de errores humanos en un 20%	Costo de Prevención
Taller de resolución de problemas	Jefe de Operaciones	01 de marzo al 31 de agosto 2025	\$1 millón	Disminución de reprocesos en un 15%	Costo de Prevención
Taller de supervisión efectiva	Técnico Gasfiter	01 de mayo al 15 de junio 2025	\$0.9 millones	Reducción de errores recurrentes en un 10%	Costo de Prevención

Tabla 3-6 Tabla de acciones de mejora, mano de obra.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

2. Materiales

Presupuesto Asignado para mejora: 2.34 millones de pesos (23.4%)

Causas Identificadas:

- Tuberías y fittings sin certificación.
- Uso de materiales dañados y obsoletos.
- Materiales incompatibles con el proyecto.

Acciones de Mejora, Materiales

Acción Correctiva	Responsable	Plazo	Presupuesto Asignado	Indicadores de Éxito	Tipo de Costo
Plan con proveedores para Adquisición de Materiales Certificados.	Jefe de Operaciones	01 de marzo al 30 de abril 2025	\$1 millón	Reducción de materiales no certificados en un 80%	Costo de Prevención
Gestión de Inventarios y recopilación de datos.	Jefe de Operaciones	01 de mayo al 15 de junio 2025	\$1 millón	Reducción de problemas relacionados con materiales defectuosos en un 20%	Costo de Evaluación
Gestión de control de materiales certificados	Técnico Gasfiter	16 de junio al 31 de julio 2025	\$0.34 millones	Reducción de fallos por incompatibilidad de materiales en un 30%	Costo de Evaluación

Tabla 3-7 Tabla de acciones de mejora, materiales.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

3. Métodos

Presupuesto Asignado para mejora: 1.87 millones de pesos (18.7%)

Causas Identificadas:

- Diseño de red inadecuado o fallas en el plano de la instalación.
- Falta de programación de trabajo adecuada.
- No aplicación de la normativa RIDDA.

Acciones de Mejora Método:

Acción Correctiva	Responsable	Plazo	Presupuesto Asignado	Indicadores de Éxito	Tipo de Costo
Revisión y Mejora de Planos utilizados para Instalación de tuberías de agua potable.	Jefe de Operaciones	01 de marzo al 15 de abril 2025	\$0.75 millones	Disminución de fallas en los diseños en un 20%	Costo de Prevención
Mejoras en la Programación del Trabajo semanal (carta Gantt)	Jefe de Operaciones	16 de abril al 31 de mayo 2025	\$0.75 millones	Reducción de retrasos en un 15%	Costo de Prevención
Aplicación de Normativa RIDDA (Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado)	Técnico Supervisor	01 de junio al 30 de junio 2025	\$0.37 millones	Cumplimiento total de la normativa RIDDA en un 75%	Costo de Prevención

Tabla 3-8 Tabla de acciones de mejora, métodos.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

4. Maquinaria y Herramientas

Presupuesto Asignado para mejora: 1.25 millones de pesos (12.5%)

Causas Identificadas:

- Herramientas sin calibrar.
- Equipo de soldadura defectuoso.
- Sin máquina detectora de fugas.

Acciones de Mejora Maquinaria y herramientas.

Acción Correctiva	Responsable	Plazo	Presupuesto Asignado	Indicadores de Éxito	Tipo de Costo
Calibración y Mantenimiento de herramientas, cotizar servicios externos	Jefe de Operaciones	01 de marzo al 15 de abril 2025	\$0.75 millones	Disminución de fallos por herramientas descalibradas en un 40%	Costo de Prevención
Reemplazo de Equipos Defectuosos, evaluación de adquisición de máquina detectora de fugas de agua	Jefe de Operaciones	16 de abril al 30 de mayo 2025	\$0.50 millones	Reducción de fugas y fallos mecánicos en un 30%	Costo de Prevención

Tabla 3-9 Tabla de acciones de mejora, maquinaria y herramientas

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

5. Medio Ambiente

Presupuesto Asignado para mejora: 0.94 millones de pesos (9.4%)

Causas Identificadas:

- Humedad excesiva.
- Condiciones climáticas extremas.
- Terreno inestable.

Acciones de Mejora Medio Ambiente:

Acción Correctiva	Responsable	Plazo	Presupuesto Asignado	Indicadores de Éxito	Tipo de Costo
Diseño de barreras contra factores climáticos adversos	Jefe de Operaciones	01 de marzo al 31 de marzo 2025	\$0.94 millones	Reducción de problemas por condiciones climáticas adversas en un 30%	Costo de Prevención

Tabla 3-10 Tabla de acciones de mejora, medio ambiente.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

6. Medición

Presupuesto Asignado para mejora: 0.50 millones de pesos (5%)

Causas Identificadas:

- Falta de indicadores de gestión (KPIs).
- Falta de control de calidad en los procesos.
- Falta de sistema de recopilación de datos.

Acciones de Mejora Medición:

Acción Correctiva	Responsable	Plazo	Presupuesto Asignado	Indicadores de Éxito	Tipo de Costo
Implementación de KPIs de medición en planilla Excel, adquisición de computador	Jefe de Operaciones	01 de abril al 30 de abril 2025	\$0.25 millones	Establecimiento de al menos 5 KPIs que permitan medir la efectividad de los procesos de instalación	Costo de Evaluación
Desarrollo de una tabla control checklist para verificar si cumple con los estándares del proyecto	Jefe de Operaciones	01 de mayo al 15 de junio 2025	\$0.25 millones	Mejora del control de calidad en un 25%	Costo de Evaluación

Tabla 3-11 Tabla de acciones de mejora, medición.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

3.2.2 ETAPA HACER DEL PLAN PDCA

Implementar el plan de acción

En esta etapa, se lleva a cabo la ejecución de las actividades definidas en el plan de acción, siguiendo el cronograma establecido en la carta Gantt, detallada en la tabla 3-12. En esta tabla se especifican las actividades, los responsables y las fechas de ejecución correspondientes. Además, resulta fundamental documentar todos los cambios implementados en el proceso y proporcionar a los trabajadores la capacitación y las herramientas necesarias para garantizar una implementación efectiva y sostenible.

Carta Gantt - Plan de Acción 26 semanas fecha inicio 01 marzo al 30 septiembre 2025						2025																							
						marzo				abril				mayo				junio				julio				agosto			
Categoría	Actividades	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Term	semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mano de Obra	Capacitación Técnica en gestión de la calidad	Jefe de Operaciones	01-mar-25	30-abr-25	2,0	x	x	x	x	x	x	x	x																
	Taller de resolución de problemas	Jefe de Operaciones	01-mar-25	30-ago-25	6,1	x		x		x		x		x		x			x			x							x
	Taller de supervisión efectiva	Técnico Gasfiter	01-may-25	15-jun-25	1,5			x		x		x				x				x									
9,6																													
Materiales	Reunión con proveedores para adquisición de materiales certificados	Jefe de Operaciones	01-mar-25	30-abr-25	2,0	x	x	x			x	x																	
	Gestión de inventarios y control de materiales dañados	Jefe de Operaciones	01-may-25	15-jun-25	1,5								x	x	x	x	x	x											
	Sustitución de materiales dañados por materiales certificados	Técnico Gasfiter	16-jun-25	31-jul-25	1,5														x	x	x	x	x	x	x				
5,0																													
Métodos	Revisión y mejora de planos de instalación de tuberías de agua potable	Jefe de Operaciones	01-mar-25	15-abr-25	1,5	x	x	x	x	x																			
	Mejoras en la programación del trabajo semanal (carta Gantt)	Jefe de Operaciones	16-abr-25	31-may-25	1,5						x	x	x	x	x	x													
	Aplicación de la normativa RIDDA	Técnico Supervisor	01-jun-25	30-jun-25	1,0													x	x	x	x								
4,0																													
Maquinaria y Herramientas	Calibración y mantenimiento de herramientas (cotizar servicios externos)	Jefe de Operaciones	01-mar-25	15-abr-25	1,5	x	x	x	x	x																			
	Reemplazo de equipos defectuosos, evaluación de adquisición de máquina detectora de fugas	Jefe de Operaciones	16-abr-25	30-may-25	1,5						x	x	x	x	x	x													
3,0																													
Medio Ambiente	Diseño de barreras contra factores climáticos adversos	Jefe de Operaciones	01-mar-25	31-mar-25	1,0	x	x	x	x																				
1,0																													
Medición	Implementación de KPIs de medición en planilla Excel, adquisición de computador	Jefe de Operaciones	01-abr-25	30-abr-25	1,0				x	x	x	x	x																
	Desarrollo de una tabla de control (checklist) para verificar estándares del proyecto	Jefe de Operaciones	01-may-25	15-jun-25	1,5									x	x	x	x	x	x										
2,5																													
TOTAL SEMANAS						25,0																							

Tabla 3-12 Carta Gantt de Implementación de mejora

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

3.2.3 ETAPA VERIFICAR DEL PLAN PDCA

La etapa "Verificar" dentro del ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) es crucial para evaluar el éxito de las acciones implementadas en el proyecto de mejora continua de las instalaciones de tuberías de agua potable en Aqua Cordillera Spa. Esta fase se enfoca en medir y analizar los resultados obtenidos a lo largo de las 24 semanas de ejecución del plan, comparándolos con los objetivos establecidos. La verificación asegura que los esfuerzos realizados para reducir los costos de no calidad postventa en un 20% sean eficaces y sostenibles en el tiempo.

1. Propósito de la Etapa Verificar

El propósito principal de la etapa Verificar es evaluar si las acciones correctivas ejecutadas han generado los resultados esperados en términos de reducción de costos de no calidad y mejora de los procesos operativos. Esta evaluación se basa en la recopilación y análisis de datos, utilizando los indicadores clave de rendimiento (KPIs) definidos previamente en el plan de acción.

En esta etapa, se busca responder a las siguientes preguntas clave:

- ¿Se han alcanzado los objetivos de reducción de costos?
- ¿Las acciones implementadas han disminuido la tasa de errores y retrabajos?
- ¿Los procedimientos establecidos están siendo seguidos correctamente por el equipo operativo?

2. Herramientas de Verificación

Para llevar a cabo la etapa Verificar de manera efectiva, se deben utilizar diversas herramientas de calidad que permitan medir, analizar y controlar los resultados obtenidos:

- Checklist de Verificación:** Utilizados para garantizar que cada paso del proceso de instalación de tuberías se realice conforme a los procedimientos establecidos. Estos checklists incluyen ítems como la inspección de materiales, revisión de planos, pruebas de presión y verificación de hermeticidad.
- Diagrama de Pareto:** Permite identificar las causas principales de los problemas detectados durante las instalaciones. Aplicando esta herramienta, se puede priorizar la atención en las fallas que generan mayor impacto en los costos de no calidad.
- Auditorías Internas:** Realizadas periódicamente para verificar el cumplimiento de los procedimientos y normativas. Las auditorías permiten identificar desviaciones y corregirlas de manera oportuna.
- Análisis de KPIs:** Los indicadores clave de rendimiento permiten monitorear el avance del proyecto en relación con los objetivos establecidos. Los KPIs utilizados incluyen la tasa de errores humanos, la cantidad de retrabajos, el porcentaje de materiales certificados utilizados y el cumplimiento de la normativa RIDDA.

- e) **Encuestas de Satisfacción del Cliente:** Evaluar la percepción del cliente respecto a las mejoras implementadas es fundamental para medir el impacto de las acciones correctivas en la calidad del servicio.

3. Indicadores de Verificación

Para llevar a cabo la etapa Verificar de manera efectiva, se deben utilizar los siguientes indicadores de gestión:

Indicador	Meta Establecida	Resultado Esperado
Reducción de errores humanos	20%	Menor cantidad de errores durante la instalación.
Disminución de reprocesos de trabajos	15%	Menor número de reclamos postventa.
Materiales certificados utilizados	100%	Garantizar que los materiales cumplen con las normas.
Cumplimiento de la normativa RIDDA	75%	Verificar que todas las instalaciones cumplen con la normativa.
Implementación de KPIs	100%	Monitorear la eficiencia y efectividad de las acciones.

Tabla 3-13 Tabla de indicadores de verificación.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

Estos indicadores deben ser evaluados en función de los datos recopilados durante la ejecución del plan. La recopilación de datos puede realizarse a través de inspecciones de calidad, reportes de supervisión, auditorías internas y encuestas de satisfacción del cliente.

4. Proceso de Verificación

El proceso de verificación incluye las siguientes etapas:

- a) **Recopilación de Datos:** Se recolectan los datos necesarios para evaluar el desempeño del proyecto, como el número de errores detectados, la cantidad de retrabajos realizados, los materiales utilizados y el cumplimiento de la normativa.
- b) **Análisis de los Resultados:** Se comparan los datos recopilados con las metas establecidas para identificar las desviaciones y evaluar la efectividad de las acciones correctivas implementadas. Este análisis permitirá identificar si los costos de no calidad postventa han disminuido según lo planificado.
- c) **Evaluación del Cumplimiento de los Procedimientos:** Se revisa si los procedimientos establecidos durante la etapa de planificación están siendo seguidos adecuadamente por el personal operativo. Esto incluye la revisión de los checklist de instalación y los reportes de supervisión.

- d) **Revisión de los KPIs:** Se analizan los indicadores clave de rendimiento para determinar si los objetivos de mejora continua se están alcanzando. En caso de que algunos KPIs no se cumplan, se deberá investigar la causa raíz y realizar los ajustes necesarios.

5. Resultados Esperados de la Etapa Verificar

El éxito de la etapa Verificar se traduce en la validación de que las mejoras implementadas han generado un impacto positivo en los procesos operativos y en la reducción de los costos de no calidad. Los resultados esperados incluyen:

- Reducción efectiva de los costos de no calidad postventa en al menos un 20%.
- Mejora en la calidad de las instalaciones de tuberías de agua potable.
- Incremento en la satisfacción del cliente al recibir un servicio más eficiente y de mayor calidad.
- Disminución de los errores humanos y retrabajos.
- Cumplimiento de las normativas y estándares técnicos exigidos.

6. Ajustes y Lecciones Aprendidas

Si durante la etapa Verificar se detectan desviaciones significativas respecto a los objetivos planteados, se deberán tomar medidas correctivas adicionales. Estas pueden incluir:

- Reforzar las capacitaciones técnicas para el personal operativo.
- Revisar y mejorar los procedimientos establecidos.
- Ajustar los indicadores de gestión para asegurar una medición más precisa del desempeño.

3.2.4 ETAPA ACTUAR DEL PLAN PDCA

La etapa "Actuar" dentro del ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) representa la consolidación de las mejoras implementadas y la adopción de nuevas prácticas como parte de los procesos habituales en Aqua Cordillera Spa. Esta fase busca garantizar que los resultados obtenidos en la etapa "Verificar" sean sostenibles a largo plazo, mediante la estandarización de procedimientos y la implementación de acciones correctivas definitivas.

El propósito principal de esta etapa es transformar las mejoras temporales en cambios permanentes que contribuyan a la reducción de los costos de no calidad postventa en un 20%, así como al cumplimiento de los objetivos generales y específicos del proyecto de mejora continua.

El equipo operativo responsable de llevar a cabo esta etapa está conformado por el jefe de Operaciones, el Técnico Gasfiter y el Ayudante Gasfiter. Cada uno de ellos desempeña un rol fundamental en la implementación de las acciones correctivas, la supervisión de los procedimientos y la evaluación de los resultados.

1. Implementación de Acciones Correctivas

Durante la etapa "Actuar", se debe proceder a la incorporación de las acciones correctivas identificadas como necesarias tras la etapa de verificación. Estas acciones deben ser adoptadas como parte de los procedimientos estándar de la empresa, asegurando que los errores detectados no vuelvan a ocurrir.

Algunas de las principales acciones correctivas incluyen:

- **Actualización de los procedimientos de instalación de tuberías:** Se deben documentar y formalizar los nuevos procedimientos que han demostrado ser efectivos para reducir errores y costos de no calidad.
- **Documentación de Procedimientos:** Todos los procesos mejorados deben ser documentados en manuales operativos para asegurar que se mantengan como estándares internos. La documentación incluye procedimientos, checklist y pautas específicas para cada fase de la instalación.
- **Capacitación continua del personal operativo:** La formación del personal debe convertirse en una práctica permanente, garantizando que los técnicos gasfiter y ayudantes mantengan actualizados sus conocimientos y habilidades.
- **Supervisión reforzada:** Se debe establecer un programa de supervisión continua para asegurar que los procedimientos se sigan correctamente en cada instalación.

Estas acciones están alineadas con los objetivos específicos del proyecto, que buscan mejorar la calidad del servicio, reducir la tasa de reclamos y optimizar los costos asociados a errores y retrabajos.

2. Presentación de Resultados a la Alta Dirección

Los resultados obtenidos durante la implementación del proyecto deben ser presentados a la alta dirección de Aqua Cordillera Spa. Esto incluye un informe detallado que abarque los avances logrados, los indicadores clave de rendimiento alcanzados, las desviaciones detectadas y las acciones correctivas implementadas. La presentación de resultados permite a la alta dirección evaluar el impacto del proyecto en términos financieros y operativos, así como tomar decisiones estratégicas para mantener y mejorar los estándares de calidad.

La comunicación efectiva de estos resultados no solo asegura el respaldo de la alta dirección, sino que también refuerza el compromiso organizacional con la mejora continua y la calidad del servicio. Además, permite establecer nuevas metas basadas en las lecciones aprendidas durante el ciclo PDCA y garantizar la sostenibilidad de las mejoras implementadas a largo plazo.

3. Ajustes y Lecciones Aprendidas

La etapa "Actuar" debe incluir un análisis de las lecciones aprendidas durante todo el ciclo PDCA. Es importante documentar los errores cometidos, las soluciones implementadas y los resultados obtenidos para asegurar que la empresa pueda replicar las buenas prácticas en futuros proyectos.

DIAGRAMA DE FLUJO ETAPA ACTUAR

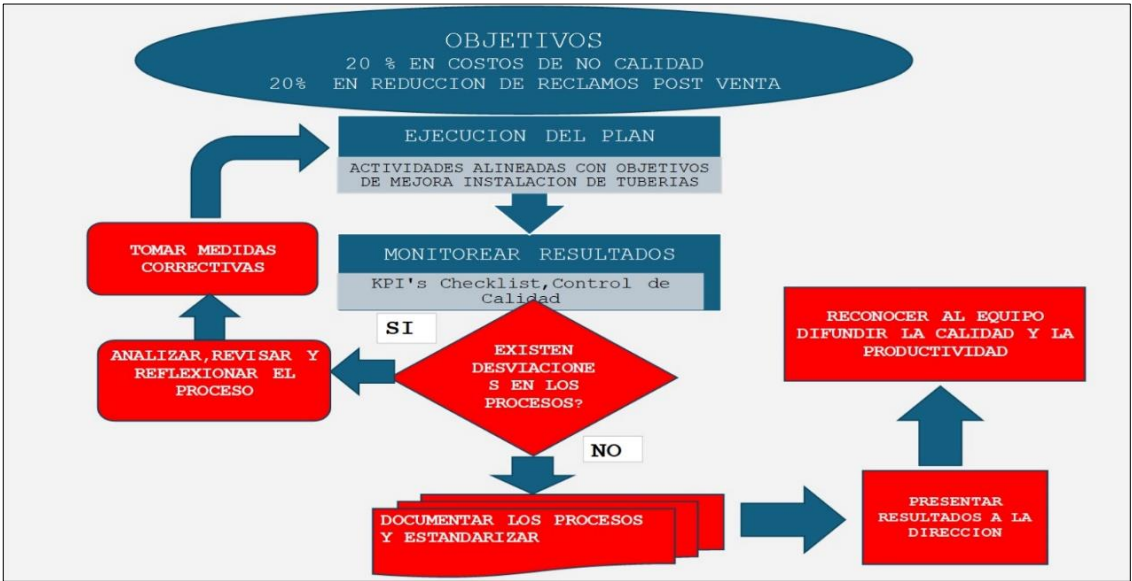


Ilustración 3-4 Diagrama de Flujo Etapa Actuar

Fuente: Elaboración propia en base a investigación realizada en empresa Aqua Cordillera SPA

4. Implementación Permanente y limitaciones en la Reducción de los Costos de No Calidad.

Para que la metodología de mejora en las instalaciones sanitarias se aplique de forma permanente, es fundamental contar con el compromiso continuo de la alta dirección, así como con recursos sostenibles que respalden su ejecución. Además, resulta esencial fomentar una cultura organizacional orientada hacia la calidad, donde todos los niveles de la organización estén alineados con los objetivos de mejora.

En el análisis de los costos de calidad, es importante reconocer que reducirlos a "0" no es económicamente viable. A medida que se realizan mayores inversiones para minimizar estos costos, el costo asociado a dichas inversiones tiende a incrementarse considerablemente. Las inversiones necesarias para reducir los costos por debajo de un umbral específico pueden volverse desproporcionadas y, en última instancia, poco rentables para la organización.

Por lo tanto, aunque la reducción de los costos de calidad debe mantenerse como una prioridad, el enfoque más adecuado consiste en encontrar un equilibrio óptimo entre el costo de las inversiones en mejora y la disminución efectiva de los costos de calidad.

CONCLUSIÓN Y APRENDIZAJE

El proyecto de mejora continua implementado en Aqua Cordillera Spa, con una duración de 6 meses y un objetivo de reducir en un 20% los costos de no calidad postventa para 2025, ha demostrado ser una estrategia eficaz para optimizar los procesos operativos y mejorar la calidad del servicio. A través de la aplicación del ciclo PDCA, se identificaron y abordaron las causas subyacentes de los problemas en las instalaciones de tuberías de agua potable, permitiendo la implementación de mejoras significativas que resultaron en una reducción de los costos asociados.

Las principales deficiencias en las instalaciones de tuberías fueron causadas por fallas en los materiales, la falta de mano de obra calificada y la ausencia de supervisión adecuada. Estos problemas, clasificados principalmente como costos de calidad de prevención y en menor medida como costos de evaluación, generaron un impacto negativo considerable en los costos operativos, especialmente debido a los reprocesos derivados de instalaciones defectuosas. Para remediar esta situación, se implementó un plan de mejora basado en el ciclo PDCA de 8 pasos, lo que resultó en una reducción de costos de \$16 millones y un beneficio proyectado de \$6 millones como resultado de las acciones ejecutadas.

Los resultados del plan de mejora fueron evidentes y notables, destacando la disminución de errores humanos, la reducción de reprocesos, el incremento en el uso de materiales certificados y el cumplimiento de la normativa RIDDA. Estas medidas no solo optimizaron los procesos, sino que también contribuyeron a fortalecer la imagen corporativa de la empresa en el mercado.

En relación con el presupuesto de \$10 millones, este fue distribuido de manera eficiente, destinando el 81,6% a costos de calidad de prevención y el 18,4% a costos de evaluación. Esta asignación permitió cumplir con el objetivo de reducción de los costos de no calidad, logrando una mejora significativa y proyectando un beneficio post-mejora de \$6 millones.

Es importante resaltar que, dado que este proyecto es de carácter exploratorio y aún no se ha implementado, no existen evidencias propias de su ejecución. La información presentada se aborda de manera hipotética, con la intención de llevar a cabo su implementación en las fechas propuestas.

En resumen, el proyecto subraya la importancia de abordar de forma proactiva los procesos clave relacionados con los costos de no calidad, tanto en términos preventivos como de evaluación. Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la competitividad y rentabilidad de la empresa, contribuyendo a mejorar su posicionamiento en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Besterfield, D. H. (2019). Control de calidad.
- Bori, J. F. R. Análisis de la incidencia del costo de postventa dentro del presupuesto de un proyecto inmobiliario.
- Castro Martínez, P. (2016). Mejora continua: aplicación al proceso de gestión del agua del centro comercial El Rosal.
- Crosby, P. B. (1979). Quality is free-if you understand it. Winter Park Public Library History and Archive Collection, 4.
- Espejo Delaveau, J. S., & Vargas Palma, K. (2015). +Service: servicios de mantención de fallas domiciliarias no estructurales en las comunas de Santiago y Providencia.
- Galarza, C. R., & Cruz, P. G. (2024). Guía para realizar estudios de revisión sistemática cuantitativa. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 13(1), 1-6.
- Gracia Villar, S., & Dzúl López, L. A. (2007). Modelo PEF de costes de la calidad como herramienta de gestión en empresas constructoras: una visión actual. *Revista ingeniería de construcción*, 22(1), 43-56.
- Gutiérrez Pulido, H. (2014). Calidad y productividad.
- Herrera-Vidal, G., Cohen-Padilla, H., & Carrillo-Landazábal, M. (2024). Mejora de la calidad del servicio mediante filosofía Lean Service en una empresa metalmecánica. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 6(2), 99-108.
- Instituto Nacional de Normalización. (2000). NCh2485.Of2000: Instalaciones domiciliarias de agua potable – Diseño, cálculo y requisitos de las redes interiores.
- Ishikawa, K. (1997). ¿Qué es el control de calidad?: La modalidad japonesa.
- Juran, J. M. (1999). *Juran's Quality Handbook*.
- Moen, R., & Norman, C. (2006, mayo). Evolución del ciclo PDCA.
- Mori, T., & Tsai, S. C. (2011). Taguchi methods. ASME, Three Park Avenue, New York, NY, 10016-5990.
- Pole, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas: Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. *Renglones, revista arbitrada en ciencias sociales y humanidades*, 60, 37-42.
- Riquelme Leiva, M. (2016). FODA: Matriz o análisis FODA: Una herramienta esencial para el estudio de la empresa.
- Salazar Piñas, L. A. (2024). Propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmecánica, Lima-2022.
- Serrano, S. C. Modelo de codificación para la medición de los costes de calidad.
- Venegas Espinoza, J. (2019). Proceso administrativo y constructivo para las instalaciones sanitarias en red interior privada.
- Vergara-Perucich, F., & Aguirre-Nuñez, C. (2024). Inflación en desarrollo inmobiliario: Un análisis por serie de tiempo sobre variables incidentales sobre los costos edificatorios en Chile. *Revista ingeniería de construcción*, 39(1), 96-105.

ANEXOS

Anexo N° 1

Manual de Instalación de Tuberías de Agua Potable

A continuación, se presenta un **manual de instalación de tuberías de agua potable**, el cual describe los procedimientos estándar, herramientas necesarias y pautas de seguridad para llevar a cabo la instalación de las tuberías en un sistema de abastecimiento de agua potable. Este manual debe ser seguido por todos los involucrados en la instalación para garantizar la calidad y seguridad del sistema.

1. Introducción

Este manual proporciona las directrices para la instalación de tuberías de agua potable, siguiendo las normativas y buenas prácticas para garantizar el correcto funcionamiento y la seguridad del sistema de distribución de agua. Las recomendaciones descritas aquí deben ser cumplidas tanto por los técnicos gasfiteros como por los encargados de la supervisión.

2. Materiales y Equipos Necesarios

Materiales:

- Tuberías de PVC, HDPE o acero, dependiendo de la especificación del proyecto.
- Conexiones y fittings (codos, tees, reductores, etc.).
- Válvulas de cierre y de retención.
- Cemento y pegamento para uniones.
- Selladores de juntas.

Herramientas:

- Cortatubos.
- Llave inglesa.
- Nivel de burbuja.
- Pegamento y soldadura (si aplica).
- Detector de fugas.
- Equipo de protección personal (guantes, gafas, botas, casco).

3. Procedimiento de Instalación

3.1 Preparación del Sitio

- **Inspección del terreno:** Asegúrese de que el terreno esté nivelado y libre de obstáculos antes de comenzar la instalación. Realice una evaluación de las condiciones del terreno para evitar problemas con las tuberías (terreno inestable o humedad excesiva).
- **Trenchado:** Cavar una zanja de acuerdo con las especificaciones del proyecto. La profundidad debe ser suficiente para que las tuberías queden por debajo del nivel de congelación del agua (si aplica).
- **Revisión de planos:** Verifique los planos del proyecto para asegurarse de que la ubicación de la tubería esté correcta y conforme a la normativa.

3.2 Instalación de las Tuberías

- **Corte de tuberías:** Utilice un cortatubo para cortar las tuberías a la medida adecuada. Asegúrese de que los cortes sean rectos y limpios para evitar filtraciones.
- **Montaje de las tuberías:** Conecte las secciones de las tuberías utilizando las conexiones adecuadas. Aplique el pegamento o soldadura (según el tipo de material de la tubería) en las juntas para asegurar la estanqueidad.
- **Comprobación de alineación:** Utilice un nivel para asegurar que las tuberías estén correctamente alineadas y no presenten curvas que puedan causar obstrucciones o daños a largo plazo.

3.3 Instalación de Accesorios y Válvulas

- **Conexión de accesorios:** Instale los accesorios necesarios (codos, tees, reductores) de acuerdo con el diseño del sistema. Asegúrese de que las conexiones sean fuertes y estancas.
- **Válvulas:** Instale las válvulas de cierre en puntos estratégicos para poder controlar el flujo del agua y permitir el mantenimiento en caso de ser necesario.

3.4 Verificación de Instalación

- **Revisión visual:** Una vez completada la instalación, realice una inspección visual de todas las uniones y conexiones para asegurarse de que no haya fugas ni problemas de alineación.
- **Prueba de presión:** Realice una prueba de presión del sistema. Llame a un técnico especializado para asegurarse de que las tuberías soporten la presión del agua sin fallos.

4. Seguridad durante la Instalación

- **Equipo de protección personal (EPP):** Es obligatorio el uso de guantes, gafas de seguridad, botas y casco durante todo el proceso de instalación.
- **Manejo de herramientas:** Asegúrese de que las herramientas estén en buenas condiciones antes de ser utilizadas y de que los técnicos reciban capacitación sobre su uso adecuado.
- **Precauciones con el uso de materiales:** Evite el contacto con productos químicos utilizados en el proceso de instalación, como pegamento y solventes. Siga las instrucciones del fabricante.

5. Mantenimiento del Sistema de Tuberías

Después de la instalación, el sistema de tuberías debe ser mantenido regularmente para asegurar su funcionamiento a largo plazo. Se recomienda realizar las siguientes acciones:

- **Inspección periódica:** Verifique la integridad de las tuberías al menos una vez al año, prestando atención a posibles fugas o corrosión.
- **Limpieza:** Asegúrese de que las tuberías estén libres de residuos que puedan obstruir el flujo del agua.
- **Reemplazo de válvulas o piezas defectuosas:** Sustituya cualquier parte del sistema que presente fallos para evitar futuras fugas o fallos del sistema.

6. Conclusión

Este manual proporciona los pasos esenciales para realizar la instalación adecuada de un sistema de tuberías de agua potable, asegurando tanto la calidad como la durabilidad del sistema. La correcta implementación de las acciones descritas contribuirá a la mejora de la eficiencia operativa y reducirá los riesgos de fallos post venta.

Documentos adicionales:

- **Planos de instalación**
- **Lista de proveedores y materiales**
- **Reglamento RIDDA (Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado)**

Anexo N° 2

*Manual de Capacitación en Instalación de Tuberías de Agua Potable
(Normativa RIDDA)*

Para la empresa Aqua Cordillera SPA

1. Introducción

Este manual de capacitación ha sido desarrollado para el personal de **Aqua Cordillera SPA**, con el fin de garantizar que todos los técnicos y operarios involucrados en las instalaciones de tuberías de agua potable conozcan y apliquen correctamente la normativa RIDDA (Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado). La capacitación está orientada a asegurar que las instalaciones sean realizadas de manera segura, eficiente y conforme a los estándares establecidos, minimizando los errores y mejorando la calidad del servicio prestado por **Aqua Cordillera SPA**.

2. Objetivos de la Capacitación

- **Objetivo General:** Brindar a los empleados de **Aqua Cordillera SPA** los conocimientos y habilidades necesarias para ejecutar instalaciones de tuberías de agua potable de acuerdo con la normativa RIDDA.
 - **Objetivos Específicos:**
 - Comprender la importancia de seguir las normativas RIDDA para instalaciones de agua potable.
 - Adquirir habilidades prácticas para realizar instalaciones de tuberías conforme a los estándares establecidos.
 - Aplicar procedimientos de seguridad durante las instalaciones.
 - Identificar errores comunes y cómo evitar fallos post-instalación.
 - Implementar métodos de control de calidad durante todo el proceso de instalación.
-

3. Métodos de Capacitación

La capacitación será impartida a través de una combinación de clases teóricas y prácticas, que incluirán demostraciones en el sitio y ejercicios prácticos de instalación de tuberías. A lo largo del curso, se utilizarán herramientas interactivas, como manuales, guías de referencia y videos tutoriales, con el objetivo de reforzar el aprendizaje.

Además, se realizará un seguimiento continuo del rendimiento de los participantes, con evaluaciones tanto teóricas como prácticas, para asegurar la correcta adquisición de competencias.

4. Plan de Formación

El programa de formación se dividirá en módulos de contenido, cubriendo temas clave relacionados con la normativa RIDDA, las mejores prácticas de instalación, la seguridad laboral, y la calidad en las instalaciones.

Módulo	Fecha de Capacitación	Responsable	Duración
Introducción a la normativa RIDDA	01 de marzo 2025	Instructor Principal	4 horas
Procedimientos de instalación de tuberías	02 de marzo 2025	Técnico Especialista	4 horas
Seguridad y protección en instalaciones de agua potable	03 de marzo 2025	Especialista en Seguridad	4 horas

5. Evaluación y Certificación

Al finalizar la capacitación, los participantes de **Aqua Cordillera SPA** serán evaluados mediante una prueba teórica sobre la normativa RIDDA y una evaluación práctica en la que se les solicitará realizar una instalación bajo los lineamientos de calidad establecidos. Aquellos que superen ambas evaluaciones recibirán un **Certificado de Competencia en Instalación de Tuberías de Agua Potable**, que acreditará su habilidad para realizar instalaciones conforme a la normativa vigente.

6. Material de Apoyo

Durante el proceso de capacitación, los participantes de **Aqua Cordillera SPA** recibirán los siguientes materiales de apoyo:

- **Manual de Capacitación:** Un documento que detalla las principales pautas y procedimientos de instalación conforme a la normativa RIDDA.
- **Guía de referencia rápida:** Para consulta en obra, con normas clave sobre instalación y seguridad.
- **Videos Tutoriales:** En los cuales se muestran instalaciones correctas y errores comunes a evitar.
- **Formularios y Plantillas:** Para registrar las inspecciones y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad durante la instalación.

7. Conclusión

Este manual de capacitación tiene como objetivo asegurar que todo el personal de **Aqua Cordillera SPA** esté completamente preparado para realizar instalaciones de agua potable de acuerdo con la normativa RIDDA, minimizando riesgos, errores y fallos post-venta. La correcta aplicación de estas normas no solo garantizará la calidad y seguridad de las instalaciones, sino que también mejorará la satisfacción de los clientes y la eficiencia de los procesos operativos.

Documentos Adjuntos:

1. Copia del **Reglamento RIDDA**.
2. Ejemplo de **Planos de Instalación** según normativa.
3. Listado de **materiales certificados** por RIDDA.

Anexo N° 3

Control de Instalaciones de Tuberías de Agua Potable Domiciliarias para la Empresa Aqua Cordillera SPA

Control de Instalaciones de Tuberías de Agua Potable Domiciliarias para la empresa Aqua cordillera Spa

Este anexo tiene como objetivo detallar los procedimientos y mecanismos de control para las instalaciones de tuberías de agua potable domiciliarias realizadas por la empresa **Aqua Cordillera SPA**. A través de este control, se busca garantizar que todas las instalaciones cumplan con los estándares de calidad, normativas vigentes (como la normativa RIDDA) y las expectativas del cliente, asegurando la eficiencia, seguridad y durabilidad del sistema instalado.

2. Alcance

El control de instalaciones de tuberías de agua potable domiciliarias cubre todos los proyectos y obras ejecutadas por **Aqua Cordillera SPA** en instalaciones de agua potable dentro de residencias, edificios y otros inmuebles de tipo domiciliario. Este control debe aplicarse durante todas las etapas del proceso de instalación, desde la planificación, pasando por la ejecución, hasta la inspección post-instalación.

3. Objetivos del Control

- Asegurar que las instalaciones de tuberías de agua potable se realicen de acuerdo con la normativa RIDDA y las mejores prácticas del sector.
- Controlar y verificar la calidad de los materiales utilizados.
- Garantizar que el personal encargado esté capacitado y siga los procedimientos correctos.
- Detectar y corregir posibles fallos o deficiencias antes, durante y después de la instalación.
- Asegurar que los plazos de ejecución sean cumplidos.
- Reducir los costos de no calidad y los reclamos post-instalación.

4. Procedimientos de Control

4.1. Control de Materiales

- **Verificación de Materiales:** Todos los materiales (tuberías, fittings, válvulas, etc.) deben ser certificados y cumplir con la normativa RIDDA. El jefe de operaciones debe verificar la calidad y certificación de los materiales antes de su uso.
- **Registro de Inventario:** Se llevará un registro detallado del inventario de materiales para asegurar que solo se utilicen materiales compatibles con el proyecto y que no sean obsoletos ni defectuosos.

4.2. Control de Mano de Obra

- **Capacitación y Certificación:** Todo el personal encargado de las instalaciones debe haber completado la capacitación en normativas RIDDA y manejo adecuado de herramientas. Además, se debe registrar el avance de la capacitación y verificar el cumplimiento de los programas.
- **Supervisión Continua:** El técnico gasfiter y el jefe de operaciones deben realizar supervisiones diarias en el sitio de trabajo para asegurar que las

instalaciones se realicen según los procedimientos adecuados y que se minimicen los errores humanos.

4.3. Control de Métodos

- **Revisión de Planos:** Antes de comenzar cualquier instalación, se deben revisar los planos de diseño de la red de agua potable para asegurarse de que estén completos, correctos y que cumplan con los requisitos de la normativa RIDDA.
- **Planificación de Trabajo:** La programación de las tareas debe realizarse con antelación y siguiendo el cronograma previamente establecido, para evitar retrasos o la ejecución de trabajos fuera de secuencia.

4.4. Control de Seguridad y Medio Ambiente

- **Seguridad en el Sitio de Trabajo:** Se deben realizar inspecciones de seguridad antes y durante las instalaciones, asegurándose de que el personal utilice equipos de protección personal y cumpla con los protocolos de seguridad establecidos.
- **Condiciones Climáticas:** En caso de condiciones climáticas extremas (como lluvias fuertes o alta humedad), se deben evaluar las condiciones del terreno y tomar las precauciones necesarias para evitar daños a la instalación.

4.5. Control Post-Instalación

- **Pruebas de Funcionamiento:** Después de la instalación de las tuberías, se deben realizar pruebas de presión y verificación de fugas para asegurar la integridad del sistema.
- **Inspección Final:** Una vez finalizada la instalación, el técnico gasfiter debe realizar una inspección final y emitir un informe de cumplimiento de la normativa RIDDA y calidad de la instalación.
- **Feedback del Cliente:** Se debe recopilar la retroalimentación del cliente después de la instalación para detectar posibles áreas de mejora.

5. Indicadores de Control

Se deben establecer los siguientes indicadores para monitorear la efectividad del control de las instalaciones:

1. **Porcentaje de Materiales Certificados Utilizados:** Debe ser del 100%.
2. **Tasa de Cumplimiento de los Procedimientos de Instalación:** El objetivo es un 95% de cumplimiento con los procedimientos establecidos.
3. **Número de Reproceso por Errores Humanos:** El objetivo es reducirlo en un 20% durante el año.
4. **Número de Incidentes de Seguridad:** El objetivo es tener cero incidentes en el sitio de trabajo.
5. **Porcentaje de Fallos Post-Instalación:** El objetivo es reducirlo a menos del 5%.

6. Documentación de Control

Para garantizar un control adecuado, se deben utilizar los siguientes documentos y registros:

- **Formulario de Inspección de Materiales:** Para verificar la calidad y certificación de los materiales.

- **Plan de Instalación:** Un documento que detalle las fases de instalación, los tiempos estimados y los responsables.
- **Checklist de Supervisión:** Para la supervisión diaria del trabajo en el sitio, asegurando que se sigan los procedimientos y las normas.
- **Informe de Inspección Final:** Documento que confirme que la instalación cumplió con los requisitos establecidos.
- **Registro de Capacitación:** Un archivo donde se registre el progreso de la capacitación del personal.

7. Responsables del Control

Los siguientes roles son responsables de ejecutar y garantizar el cumplimiento de los procedimientos de control:

- **Jefe de Operaciones:** Supervisará la correcta aplicación de los procedimientos, el cumplimiento de las normativas y el control de calidad de los materiales.
- **Técnico Gasfiter:** Realizará la instalación conforme a las normativas, supervisará las tareas del personal y realizará la inspección final de las instalaciones.
- **Ayudantes de Instalación:** Asistirán en las tareas de instalación y deberán seguir las directrices de seguridad y calidad.

8. Conclusión

El control de las instalaciones de tuberías de agua potable domiciliarias es fundamental para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de los trabajos realizados por **Aqua Cordillera SPA**. Este anexo detalla los procedimientos y mecanismos de control que deben ser seguidos para asegurar que cada instalación cumpla con los estándares de la normativa RIDDA y las expectativas de los clientes, minimizando los costos de no calidad y mejorando la satisfacción del cliente.

CARTA GANTT AVANCE DE TRABAJO PROYECTO DE TITULO INGENIERIA EJECUCION GESTION DE LA CALIDAD

PROYECTO TITULO			FASE 1								FASE 2				FASE 3					Total	
INGENIERIA DE EJECUCION EN GESTION DE LA CALIDAD 2024-2025			Semanas								Semanas				Semanas					Semanas	
	Nº	Actividades	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
Capitulo 1 Antecedentes de tema 1.1 Justificacion 1.2 Objetivos 1.3 Alcance 1.4 Metodologia 1.5 Limitaciones	1	Desarrollar Ideas plantear propuesta de P.Titulo																			9
	2	Entregar Propuesta Proyecto de Titulo a Comision																			
	3	Aprobacion Propuesta P.Titulo																			
	4	Definir Capitulo Nº 1																			
	5	Profesor Guia Adjunta Bases del Cumpl.Proyecto																			
	6	Reunion indicaciones Generales -consultas (Profesor Guia)																			
	7	Envio P.Titulo Capitulo 1 para su revision																			
	8	Reunion de revision avance retroalimentacion																			
	9	1° PRESENTACION COMISION EXAMINADORA(19 oct 2024)																			
Capitulo 2 Estado del Arte 2.1 Antecedentes Generales 2.2 Marco Teorico 2.3 Propuesta Metodologica	10	Implementar mejoras propuestas																			4
	11	Recopilar antecedentes capitulo 2																			
	12	Realizar marco Toerico																			
	13	Definir Propuesta Metodologica																			
	14	Reunion Revision avance capitulo 2																			
	15	Implementacion de mejoras																			
	16	2° PRESENTACION COMISION EXAMINADORA(15-16 nov 2024)																			
Capitulo 3 Conclusiones Desarrollo Conclusiones	17	Implementar mejoras propuestas																			5
	18	Recopilar antecedentes capitulo 3																			
	19	Desarrollar conclusiones																			
	20	Reunion revision avance capitulo 3																			
	21	Implementacion de mejoras																			
	22	3° PRESENTACION COMISION EXAMINADORA (04 enero 2025)																			