



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

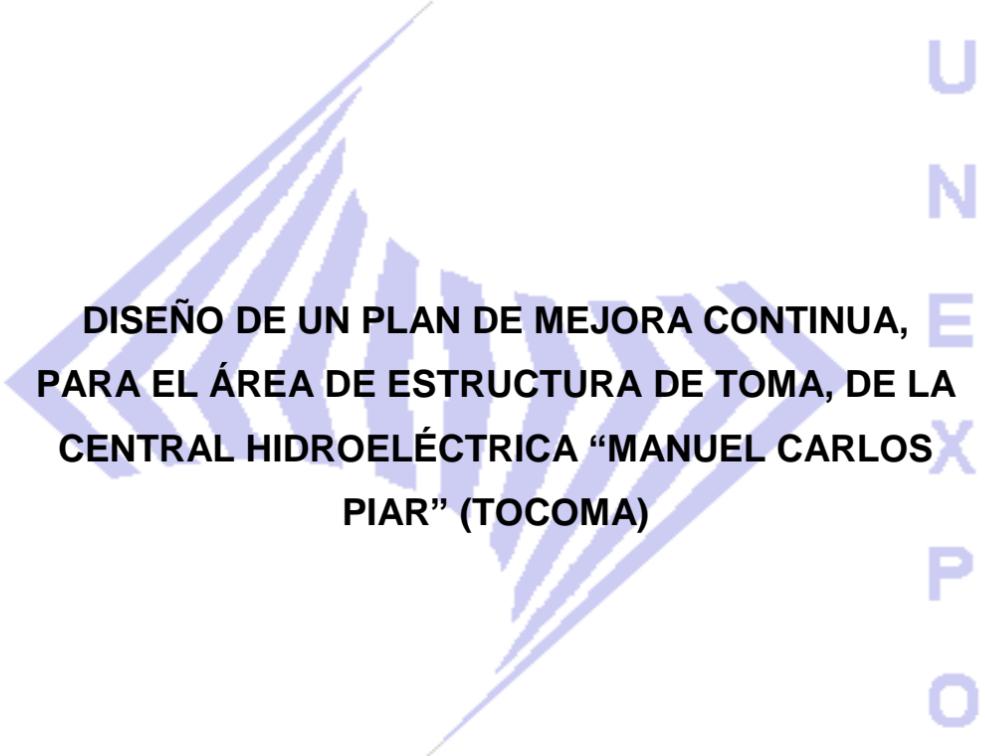
TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA,
PARA EL ÁREA DE ESTRUCTURA DE TOMA, DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA “MANUEL CARLOS
PIAR” (TOCOMA)**

AUTOR: Br. Joelina F. Rattia T.

C.I.: 18.000.219.

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE 2012



**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA,
PARA EL ÁREA DE ESTRUCTURA DE TOMA, DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA “MANUEL CARLOS
PIAR” (TOCOMA)**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

Rattia T. Joelina F.

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA,
PARA EL ÁREA DE ESTRUCTURA DE TOMA, DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA “MANUEL CARLOS
PIAR” (TOCOMA)**

Trabajo de Grado que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial del Vice-
rectorado Puerto Ordaz UNEXPO como un requisito para optar al Título de Ingeniero
Industrial

MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Académico

Ing. Elizabeth Mejías
Tutor Industrial

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el informe de Trabajo de Grado presentado por la Ciudadana, **Joelina Feileth Rattia Torrivilla**, con Cédula de Identidad N°: **V-18.000.219**, titulado: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA, PARA EL ÁREA DE ESTRUCTURA DE TOMA, DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “MANUEL CARLOS PIAR” (TOCOMA)”**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos: **“APROBADO”**.

En Puerto Ordaz, Ciudad Guayana, a los 30 días del mes de Octubre de dos mil doce.

MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Académico

Ing. Elizabeth Mejías
Tutor Industrial

Ing. Liliana Reyes
Jurado Evaluador

Ing. Alí Martínez
Jurado Evaluador

ÍNDICE GENERAL

	<i>Pág.</i>
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
DEDICATORIA.....	xvii
AGRADECIMIENTOS	xviii
RESUMEN	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del Problema	3
Objetivos de la Investigación	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	7
Justificación	7
Delimitación	8
CAPÍTULO II.....	9
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	9
Identificación de la Organización	9
Nombre de la Organización	9
Ubicación Geográfica	10
Reseña Histórica	10
ODEBRECHT	11
IMPREGILO.....	12
VINCCLER	12
Filosofía de Gestión	14
Objetivos del Consorcio.....	14

Misión	14
Visión.....	15
Organigrama General.....	16
Valores	17
Política de Calidad.....	17
Alcances del Contrato.....	17
Descripción General del Proyecto	17
Macrocomponentes	18
Presa de Enrocamiento Izquierdo	19
Presa Principal (Casa de Máquinas)	19
Presa de Transición.....	21
Aliviadero.....	21
Presa de Tierra y Enrocamiento Derecha.....	22
Otros Trabajos y Vialidad	23
Descripción del Departamento de Gestión de la Calidad.....	24
Funciones del Departamento de Gestión de la Calidad.....	24
Política de Gestión de la Calidad.....	25
Organigrama del Departamento de Gestión de la Calidad	26
 CAPÍTULO III.....	 27
MARCO TEÓRICO	27
Mejora Continua.....	27
Importancia del Mejoramiento Continuo	28
Ventajas y Desventajas del Mejoramiento Continuo.....	28
Ventajas.....	28
Desventajas.....	29
Proyecto de Mejora Continua.....	29
Características de un Proyecto de Mejora.....	30
Metodología para la Ejecución de un Proyecto de Mejora Continua.....	31
PRIMER PASO: Definir el Problema.....	32

Sub-pasos para la Selección de la Oportunidad de Mejora.....	33
Revisar Antecedentes.....	33
Listar Oportunidades de Mejora	33
Preseleccionar	33
Jerarquizar las más Importantes	34
Escoger y Chequear Oportunidades de Mejora.....	34
Observaciones y Recomendaciones Generales	34
SEGUNDO PASO: Cuantificación y Subdivisión del Problema Seleccionado	35
Sub-pasos para Cuantificar y Subdividir el Problema.....	35
Clarificar y Cuantificar.....	35
Subdividir la Oportunidad de Mejora	36
Escoger Subdivisión con Base a Datos	36
Observaciones y Recomendaciones Generales	36
TERCER PASO: Análisis de Causas Raíces.....	37
Sub-pasos para Analizar las Causas de Raíz	37
Listar Causa por Subdivisión	37
Agrupar las Causas	37
Cuantificar y Seleccionar Causas Primarias.....	38
Generar Sub-Causas para c/u de las Causas Primarias Seleccionadas...	38
Identificar y Cuantificar Causas Raíces.....	38
Observaciones y Recomendaciones Generales	39
CUARTO PASO: Establecimiento del Nivel de Desempeño Exigido (Metas de Mejoramiento)	39
Sub-Pasos para Establecer Metas	39
Definir el Nivel en el Indicador	39
Establecer Secuencia de Ataque a las Causas Raíces y el Impacto Gradual Esperado	40
Observaciones y Recomendaciones Generales	40
QUINTO PASO: Diseño y Programación de Soluciones	41

Sub-Pasos del Diseño y Programación de Soluciones.....	41
Listar Soluciones	41
Seleccionar Soluciones	41
Programar las Actividades de Cada Solución.....	41
Observaciones y Recomendaciones Generales	42
SEXTO PASO: Implementación de Soluciones	42
Sub-pasos para la Implementación de Soluciones	43
Verificar Cumplimiento del Programa (Plan de Soluciones)	43
Chequear los Niveles Alcanzados en el Indicador(es).....	43
Evaluar el Impacto de las Mejoras Incorporadas	43
Observaciones y Recomendaciones Generales	43
SÉPTIMO PASO: Establecimiento de Acciones de Garantía	44
Sub-Pasos para el Establecimiento de Acciones de Garantía.....	44
Observaciones y Recomendaciones Generales	45
Diagrama Causa-Efecto.....	45
Procedimiento para la Elaboración de un Diagrama Causa-Efecto.....	46
Ventajas Adicionales que tiene el Uso del Diagrama Causa-Efecto.....	47
Diagrama de Pareto.....	47
Características Principales del Diagrama de Pareto	48
Tipos de Diagramas de Pareto	49
Consejos para Elaborar y Usar los Diagramas de Pareto	49
Pasos para realizar un Diagrama de Pareto.....	49
Estudio de Tiempos	52
Herramientas Empleadas en el Estudio de Tiempos.....	52
Métodos de Medición del Estudio de Tiempo con Cronómetro	53
Método de Regreso a Cero	53
Método Continuo	53
Tiempo Estándar.....	54
Propósito del TE (tiempo estándar)	54
Pasos para Calcular el Tiempo Estándar	55

Determinación de Tolerancias	56
Diagramas de Procesos.....	57
Simbología Utilizada en los Diagramas de Procesos	58
Finalidad del Diagrama de Procesos	59
 CAPÍTULO IV	61
MARCO METODOLÓGICO	61
Tipo de Investigación	61
Población	62
Muestra	62
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	62
Técnicas de Recolección de Datos	63
Revisión Bibliográfica	63
Visita al Área de Trabajo	63
Observación Directa	63
Entrevistas Informales	63
Materiales y Equipos Utilizados	63
Recurso Humano.....	63
Equipo de Protección Personal	64
Recursos Físicos	64
Análisis de la Investigación	65
Procedimiento de la Investigación	65
 CAPÍTULO V	67
SITUACIÓN ACTUAL	67
Reparaciones de Superficies de Concreto.....	67
Materiales, Herramientas y Equipos que se deben Utilizar en una Reparación de Superficie de Concreto	69

Tipos de Reparaciones de Superficies de Concreto Encontradas en el Área de Estructura de Toma, teniendo en Cuenta la manera en que deben Corregirse	70
Oquedades y/o Cangrejas	70
Juntas Frías o Discontinuidades entre Capas del Vaciado.....	71
Agujeros de los Tensores de Fijación de Encofrado, (Shebolts)	73
Otras Situaciones de Reparaciones	76
Análisis de la Situación Actual	82
 CAPÍTULO VI	 84
DISEÑO Y PROPUESTA	84
Superficies de Concreto Cubiertas con Relleno	85
Superficies de Concreto Expuestas, No Destacadas a la Vista	85
Tipos de Reparaciones	86
Reparación Tipo 1	86
Reparación Tipo 2	86
Reparación Tipo 3	86
Reparación Tipo 4	87
Costos Asociados al Valor Real a las Reparaciones de Superficies de Concreto	91
Ejemplo para el Cálculo de Horas – Hombres y Costos de Mano de Obra Directa	92
Mano de Obra	95
Equipos y Herramientas.....	95
Insumos y Materiales	96
Costos.....	96
Causas que Originan el Retrabajo en las Reparaciones de Superficies de Concreto, Expuestas al Contacto con el Agua, del Área de Estructura de Toma.....	97
Diagrama de Pareto para el Mes de Junio.....	99

Diagrama de Pareto del Mes de Julio	100
Diagrama de Pareto del Mes de Agosto	101
PRIMER PASO: Selección de los Problemas	102
Diagrama de Caracterización	102
SEGUNDO PASO: Cuantificación y Subdivisión del Problema u Oportunidad de Mejora Seleccionada	107
TERCER PASO: Análisis de las Causas Raíces Específicas	113
Escaso Personal Calificado	113
Inspecciones No Recurrentes.....	113
Escaso Personal Calificado	117
Inspecciones No Recurrentes.....	118
CUARTO PASO: Establecimiento de Nivel de Desempeño Exigido (Metas de Mejoramiento)	121
QUINTO PASO: Diseño y Programación de Soluciones	124
Escaso Personal Calificado	124
Inspecciones No Recurrentes.....	126
SEXTO PASO: Implementación de Soluciones	134
SÉPTIMO PASO: Establecimiento de Acciones de Garantía	136
 CONCLUSIONES	 137
RECOMENDACIONES	139
GLOSARIO DE TÉRMINOS	141
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	144

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
Tabla 1. Datos de Presa de Enrocamiento Izquierda	19
Tabla 2. Datos de Estructura de Toma.....	20
Tabla 3. Datos de Casa de Máquinas y Nave de Montaje.....	20
Tabla 4. Datos de Presa de Concreto	21
Tabla 5. Datos de Aliviadero	22
Tabla 6. Datos de Presa de Tierra y Enrocamiento.....	22
Tabla 7. Datos del Embalse.....	23
Tabla 8. Otros Datos Importantes de la Obra	23
Tabla 9. Insumos del Diseño de Mezcla, Caras Expuestas al Contacto con Agua (Dosificado en Campo)	87
Tabla 10. Insumos del Diseño de Mezcla, Caras Expuestas al Contacto con Agua (Dosificado por tobo)	88
Tabla 11. Equipos.....	88
Tabla 12. Costos Asociados a las Reparaciones de Superficies de Concreto de los Equipos	89
Tabla 13. Herramientas	90
Tabla 14. Costos Asociados a las Reparaciones de Superficies de Concreto de las Herramientas.....	90
Tabla 15. Mano de Obra.....	91
Tabla 16. Análisis de Costos Asociados a las Reparaciones de Superficies de Concreto	92
Tabla 17. Diagrama de Pareto de las Causas de Retrabajo en las Reparaciones de Superficies de Concreto.....	98
Tabla 18. Número de Defectos en las Reparaciones para el Mes de Junio .	99
Tabla 19. Número de Defectos en las Reparaciones para el Mes de Julio	100
Tabla 20. Número de Defectos en las Reparaciones para el Mes de Agosto	101
Tabla 21. Listado de Oportunidades de Mejora (Problema)	106

Tabla 22. Criterios de Selección	Tabla 23. Escala de Evaluación ..	106
Tabla 24. Matriz de Selección de la Oportunidad de Mejora		107
Tabla 25. Reparaciones liberadas en el área de Estructura de Toma, Monolito 05		108
Tabla 26. Retrabajo en las Reparaciones Liberadas en el Área de Estructura de Toma, Monolito 05		110
Tabla 27. Producción de Reparaciones y Retrabajos Obtenidas en el Área de Estructura de Toma		111
Tabla 28. Total de Reparaciones y Retrabajos del Área de Estructura de Toma, Monolito 05		111
Tabla 29. Selección de Sub-problemas.....		112
Tabla 30. Criterios de Selección	Tabla 31. Escala de Evaluación. .	119
Tabla 32. Matriz de Selección para Nueva Subdivisión (Escaso Personal Capacitado).....		119
Tabla 33. Matriz de Selección para Nueva Subdivisión (Inspecciones No Recurrentes)		120
Tabla 34. Resultados Arrojados por la Matriz de Selección para la Nueva Subdivisión.....		121
Tabla 35. Cálculo de Potencial de Mejora		123
Tabla 36. Criterios de Selección	Tabla 37. Escala de Evaluación. .	128
Tabla 38. Selección de Soluciones Alternativas.....		129
Tabla 39. Cronograma de Actividades		132
Tabla 40. Plan de Acción.....		135

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Logotipo del Consorcio O.I.V. Tocomá con Descripción de Siglas .	9
Figura 2. Ubicación Geográfica Nacional y Regional del Consorcio O.I.V. Tocomá.....	10
Figura 3. Organigrama General del Consorcio OIV - Tocomá	16
Figura 4. Vista Aérea General del Proyecto Tocomá	18
Figura 5. Vista General de Obras en Concreto del Proyecto Tocomá	24
Figura 6. Organigrama General del Departamento de Gestión de la Calidad Consorcio OIV – Tocomá.....	26
Figura 7. Ciclo de Mejora del Proyecto	32
Figura 8. Diagrama Causa-Efecto.....	46
Figura 9. Principio de Pareto.....	48
Figura 10. Escala del Diagrama de Pareto	51
Figura 11. Diagrama de Pareto.....	51
Figura 12. Reparaciones de Superficies	68
Figura 13. Situación típica con Cavidad con la Dimensión Superior a los 15cm	69
Figura 14. Situación Típica de Oquedades o Cangrejeras.....	70
Figura 15. Acciones Preventivas de Oquedades o Cangrejeras.....	71
Figura 16. Acción Correctiva de Oquedades o Cangrejeras	71
Figura 17. Situación Típica de Juntas Frías.....	72
Figura 18. Acción Correctiva de Juntas Frías (1)	73
Figura 19. Acción Correctiva de Juntas Frías (2)	73
Figura 20. Situación Actual, Acción Correctiva de los Agujeros de los Tensores.....	74
Figura 21. Situación Típica de los Agujeros de los Tensores	75
Figura 22. Acción Correctiva de los Agujeros de Tensores	75
Figura 23. Reparaciones de Shebolts	77
Figura 24. Reparaciones de Juntas	78

Figura 25. Reparaciones de Oquedades o Cangrejas	79
Figura 26. Proceso para la Preparación del Área, para Shebolts	80
Figura 27. Toma de Muestra de Reparación	81
Figura 28. Diagrama Causa – Efecto	94
Figura 29. Diagrama de Caracterización de las Reparaciones de Superficies de Concreto	104
Figura 30. Diagrama Causa – Efecto Escaso Personal Calificado	115
Figura 31. Diagrama Causa - Efecto de las Inspecciones No Recurrentes	116
Figura 32. Diagrama de Árbol	122
Figura 33. Reparaciones de Estructura de Toma (Monolito 05)	144
Figura 34. Arena Fina Metso	144
Figura 35. Etiqueta Utilizada para Identificación de Kit (Caras Sumergidas)	145
Figura 36. Corte con Disco de Esmeril	145
Figura 37. Limpieza de Corte con Esmeril	146
Figura 38. Pistola de Proyección	146
Figura 39. Base para la Toma de Muestra	147
Figura 40. Proyección para la Toma de Muestra	147
Figura 41. Toma de Muestra Lista para ser llevada a Laboratorio OIV	148
Figura 42. Kit de Reparaciones de Concreto (Caras Sumergidas)	148
Figura 43. Preparación de Área a Reparar	149
Figura 44. Reparación Tipo 1	149
Figura 45. Reparación Tipo 3	150
Figura 46. Reparación Tipo 3, (Ya Reparada)	150
Figura 47. Reparación Tipo 5 (Ya Reparada)	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<i>Pág.</i>
Gráfico 1. Causas de Retrabajo en Reparaciones para el Mes de Junio.....	99
Gráfico 2. Causas de Retrabajo en Reparaciones para el Mes de Julio....	100
Gráfico 3. Causas de Retrabajo en Reparaciones para el Mes de Agosto	101
Gráfico 4. Total de Reparaciones del Monolito 05	109
Gráfico 5. Total de Retrabajos del Monolito 05	110

DEDICATORIA

*A **Dios Todopoderoso**, por darme la vida y fuerza siempre para seguir adelante guiándome en todo momento permitiéndome lograr mis metas.*

*A mis Padres, **Felicia** y **Joel**, por ser las personas que han hecho de mí, lo que soy; por su apoyo en todas las decisiones y los pasos a lo largo de mi vida.*

*A mis Hermanos, **Joel** y **Julio**, por su apoyo incondicional en todo momento.*

AGRADECIMIENTOS

*A **Dios Todopoderoso**, que nos acompaña, nos guía y protege, que a pesar de los miles errores nos sigue amando y ayudándonos a levantar; así Él estuvo presente en esta etapa de mi vida, por lo cual le doy mis primordiales gratificaciones, realmente sin tener palabras para expresarlo, mientras personas fueron y vinieron aportando su granito de arena en mi formación como profesional y como persona. Gracias te doy Padre...*

*A mis Padres, **Felicia Torrivilla** y **Joel Rattia**, les doy mil gracias por brindarme su apoyo incondicional, por sus consejos, por darme palabras de aliento y la fortaleza necesaria para olvidar un mal día, y seguir adelante; Gracias por estar presentes en mi vida desde el día que nací, luchando junto a Dios.*

*A mis **Hermanos**, por estar a mi lado siempre y por su apoyo en este avance de mi vida.*

*Al **Ing. José González**, por estar siempre a mi lado en situaciones de preocupación, emociones y logros, brindándome su apoyo en todo momento.*

*A mi **Tutor Académico, MSc Ing. Iván Turmero**, por ser un gran docente, brindándome su orientación, disposición y querer ser parte de la realización de este Proyecto; mil Gracias...*

*A mi **Tutor Industrial, Ing. Elizabeth Mejías**, por brindarme la oportunidad de realizar mi Trabajo de Grado, por su asesoramiento, apoyo, confianza, amistad y la gran ayuda proporcionada.*

*Al **Sr. Jaime Torres**, por su disposición, apoyo y asesoría durante la realización de mi Trabajo de Grado.*

*Al **Sr. Omar Barreto**, por brindarme su ayuda, asesoría y valioso tiempo para lograr la realización de mi Trabajo de Grado.*

*A mis Amigas, **Paola Gómez, Yoselin Ortigoza, Marianny Astudillo, Daniela Rey y Rossemary Ruíz**, por brindarme su apoyo incondicional, y amistad verdadera, por estar a mi lado en las buenas y en las malas, en las alegrías y angustias. Muchas Gracias Amigas, son seres ejemplares*

*A mis **Compañeros UNEXPISTAS, Leydis Rodríguez, Norwys León, Eneida Soto, Luigi Marsilli, Marianny Lugo, Roraima Yáñez, y Ana Raquel Mujica**, por estar junto a mí durante todo este camino universitario, convirtiéndose en mis Amigos, con ustedes compartí angustias y gratificaciones*

*A mis **Compañeros Tocomeros, Bianca Orta, Ángel Dalis, Patricia Rojas, Mara Salazar, Carla Rondón, y María José** por brindarme su mano amiga y buenos consejos, en los momentos de trabajo y desorientación.*

*A la **UNEXPO**, por permitirme ser parte de esa gran Casa de Estudios.*

A todas aquellas personas que están en mi vida, haciéndola especial...

¡Muchas Gracias!



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA, PARA EL ÁREA DE
ESTRUCTURA DE TOMA, DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA**

“MANUEL CARLOS PIAR” (TOCOMA)

Autor: Br. Rattia T. Joelina F.

Tutor Académico: MSc. Ing. Turmero, Iván

Tutor Industrial: Ing. Mejías, Elizabeth

Octubre, 2012

RESUMEN

La investigación realizada en la Gerencia de Gestión de Calidad, de la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar” (Tocoma), específicamente en el Área de Estructura de Toma estuvo enfocada en un Diseño de un Plan de Mejora Continua para el Área de estructura de Toma de la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar” (Tocoma). Para ello se realizó un seguimiento a las reparaciones de superficies de concreto, caras en contacto con el agua de esta área, con el fin de detectar las causas que dieron origen al retrabajo que se presenciaba en las zonas afectadas, con el fin de disminuir los retrasos en estos, así como los costos asociados al valor real de las reparaciones. Dicho estudio es de tipo no experimental realizado a través de un estudio de campo de tipo descriptivo y evaluativo. Toda la información se recopiló a través de entrevistas informales y de observación directa. Finalmente el resultado de este estudio se determinó a través de la metodología de los siete pasos de mejoramiento continuo, desarrollando propuestas de mejoramiento continuo que permitirán certificar una obra con altos estándares de calidad y lograr la satisfacción del cliente CORPOELEC.

PALABRAS CLAVES: Plan de mejora, Retrabajo, Reparaciones de Superficie de Concreto, Calidad, Caras en Contacto con el Agua, Retrasos.

INTRODUCCIÓN

Venezuela en la actualidad se considera como uno de los países más ricos en recursos naturales, característica que esta nación utiliza para generar distintos bienes, a fin de lograr satisfacer, las diversas necesidades propias de su población. Es así como, la Región Suroriental de Venezuela es atravesada por uno de los recursos naturales más importante en ese país, el Río Caroní, catalogado como el segundo afluente de mayor valor en la región sudamericana, presentado inclusive, como uno de los ríos más caudalosos del mundo y el principal afluente del Río Orinoco, además de poseer características como su alto y compacto asentamiento sobre suelo rocoso y a la fuerte pendiente que lo distingue, elementos que son ampliamente aprovechados por Venezuela para la generación de energía hidroeléctrica.

En la actualidad el Consorcio OIV Tocoma, es la empresa designada por la Corporación Eléctrica Nacional (Corpoelec), para llevar a cabo la construcción de la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar”. Esta organización está conformada por tres empresas, de origen brasileño, italiano y venezolano respectivamente, líderes en la industria de la construcción y que han mantenido una participación importante en la creación de diversas obras de gran calidad, la productividad y la responsabilidad comunitaria y ambiental.

Esta organización mantiene una política de calidad, enfocada en una filosofía de gestión de satisfacción al cliente. Para lograr este objetivo es necesario mantener planes de producción que verifiquen y controlen los trabajos que se ejecuten en la obra, y que mantengan concordancia con los requerimientos del proyecto y del cliente. En el Proyecto Tocoma son ejecutados diversidad de trabajos cívicos, mecánicos y eléctricos, algunas de estas tareas presentan inconvenientes en el momento de su realización que afectan la

calidad del proyecto, por lo que son necesarios efectuar algunas reparaciones que le generan grandes pérdidas de recursos financieros, y de materiales, retrasando la culminación de las actividades; una de las áreas afectadas por esta situación es Estructura de Toma, donde se ha presentado la particularidad de que las reparaciones caras sumergidas en diversas ocasiones son mal realizadas generando un retrabajo y perjudicando gravemente la productividad de la empresa y su compromiso con los tiempos de entrega con el cliente.

Por lo antes descrito, el presente trabajo tiene como propósito establecer un plan de mejora continua donde se establezca las acciones necesarias para disminuir el retrabajo, evaluando las causas raíces que propician el problema y ofreciendo las recomendaciones que posiblemente darán solución a la problemática.

A través de este informe se presenta el resultado de la investigación realizada en los siguientes capítulos. En el *Capítulo I*: Se expone el problema objeto de investigación. En el *Capítulo II*: Se detallan los aspectos referidos a los antecedentes de la empresa. En el *Capítulo III*: Se presentan las bases teóricas y definición de términos básicos concernientes a la investigación. En el *Capítulo IV*: Se muestra el diseño metodológico que fue seguido para realizar el estudio. En el *Capítulo V*: Se presenta la situación actual por la que atraviesa cada una de las estaciones de estudio. En el *Capítulo VI*: Se explican los resultados de la evaluación realizada. En el *Capítulo VII*: Se proponen las mejoras que van a permitir una mayor eficiencia del sistema y finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, glosario de términos y bibliografías consultadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se plantean la descripción del problema, justificación, alcance y objetivos que se desean obtener en el desarrollo del mismo.

Planteamiento del Problema

La Represa Tocomá oficialmente Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar”, se encuentra localizada al sureste de Venezuela sobre el Río Caroní, afluente del Río Orinoco. La obra principal actualmente en construcción, corresponde al cuarto y último desarrollo hidroeléctrico del bajo Caroní y está situada aproximadamente a 15 km aguas debajo de la central Hidroeléctrica “Simón Bolívar” (Guri), en el estado Bolívar, Venezuela. El proyecto contempla la instalación de 2.160 MW (diez unidades generadoras tipo Kaplan, fabricadas por la empresa Argentina (IMPESA) para garantizar una energía media anual de 12.100 GWh, teniendo como objetivo iniciar las operaciones comerciales en Diciembre de 2012, a través de la puesta en marcha de la primera unidad generadora y finalizar la obra en el año 2014.

El Consorcio OIV Tocomá, conformado por la unión de tres empresas, Odebrecht (organización brasilera), Impregilo (sociedad multinacional italiana) y Vincler (contratista venezolana) y contratado por EDELCA, tiene como objetivo principal enfocarse en la ingeniería y construcción de la Central Hidroeléctrica; el mismo lleva a cabo la ejecución de las obras civiles, y se encarga de planear, crear y ofrecer el método más efectivo para la construcción de edificaciones, cumpliendo con las exigencias del cliente

(tratándose en este caso de la prestigiosa empresa nacional, EDELCA; actualmente CORPOELEC).

Este consorcio cuenta con varios departamentos entre los que se encuentra el Departamento de Gestión de Calidad sector de obras civiles, cuyo objetivo es supervisar de manera general los aspectos técnicos civiles, relacionados con la parte de concreto en la obra; así como de coordinar y dirigir todas las actividades de los inspectores del área a través del suministro de información técnica, de igual manera la elaboración y revisión de procedimientos técnicos de las obras de concreto a ser ejecutadas, en tal sentido se debe organizar a los inspectores de campo con base a las actividades según el área a trabajar.

Debido a que a la hora de realizar vaciados no se consideran las condiciones óptimas para comenzar a vaciar es necesario que una vez fraguado el concreto y retirado el encofrado se perciban posibles fallas y se tenga que reparar las superficies, las posibles reparaciones que se hacen en la obra Tocomá son las Oquedades y/o Cangrejeras, Fisuras, Acero expuesto, Shebolts expuesto, que son las irregularidades abruptas encontradas en las pared, de igual forma se encuentra el Despotillamiento producidos por impactos, Rasgaduras producidas por el arrastre de materiales pesados, Porosidades (aberturas puntuales en piso), Residuos endurecidos de concreto en pisos, Falta de Limpieza de escombros, que son las irregularidades superficiales encontradas en piso. Aunque las reparaciones no son metas a realizar durante la realización de la obra, es necesario atacarlas porque son consecuencias de malos trabajos realizados al vaciar el concreto.

Muchas fallas de reparación del concreto son causadas por no ejecutar adecuadamente los trabajos de preparación previos, a saber: la remoción de

concreto, la limpieza y el acondicionamiento de superficies. Se ha observado que luego de realizadas las reparaciones en las superficies de concreto estas no quedan en óptimas condiciones, de acuerdo con las especificaciones de los procedimientos, por tanto generan un retrabajo en el proyecto, causando pérdidas de recursos y tiempo.

De no atenderse lo antes expuesto podría ocasionar que para la puesta en servicio de la primera unidad turbogeneradora del proyecto Tocomá, no se cumplieran los hitos programáticos en la construcción, para el realzamiento, aguas arriba, de lo que será el lago de Tocomá; por tal motivo es necesario que se disminuyan los retrabajos en las reparaciones de concreto caras sumergidas encontradas en el área de estructura, para que estas no conlleven a mas retrasos en la obra. Por tal motivo, el Departamento de Gestión de Calidad, requiere que se disminuyan los retrabajos ocasionados para así cumplir con la meta.

La problemática planteada puede tener origen en las siguientes causas:

- Métodos constructivos elegidos inadecuados, que no correspondan a la reparación que vayan a realizar.
- Falta de comunicación con el personal de inspección - Consorcio Uriapari.
- Condiciones ambientales del área donde se realizará la reparación afecten tanto a la mezcla como el área a reparar.
- Falta de comunicación entre el supervisor de la subcontratista y el operario encargado de realizar la reparación.
- Utilización de equipos y herramientas inadecuadamente.
- Empleo de materiales no especificados en los procedimientos o documentos.
- Problemas asociados a otros procesos ya realizados o procesos posteriores que hayan afectado las reparaciones ya realizadas.

- Resultados insatisfactorios de resultados de las muestras ya realizadas en el laboratorio.
- Omisión del curado requerido luego de ser reparada dicha área.
- Incumplimiento de lapsos de espera, después de realizadas las reparaciones.

Por lo tanto, esto traería como consecuencia el retrabajo:

- Pérdida de tiempo.
- Pérdida de horas-hombre.
- Pérdida de recursos.

Las reparaciones que no quedan de acuerdo a las especificaciones estipuladas por la documentación de igual manera deben ser pagadas, generando mayores pérdidas, ya que se invierte más en recursos.

Ante esta situación surgen diversas interrogantes tales como ¿Cuánto es la pérdida de los recursos utilizados cuando ocurre un retrabajo? ¿Cómo debe actuar el Departamento de Gestión de la calidad ante esta problemática?

Objetivos de la Investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se plantea cumplir los objetivos que se indican a continuación.

Objetivo General:

Diseñar un plan de mejora continua, que permita disminuir el retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto expuestas al contacto con el agua, en el área de estructura de Toma, de la central hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar” (Tocoma).

Objetivos Específicos:

1. Analizar la situación actual, de las reparaciones de concreto, caras sumergidas que requieren ser retrabajadas encontradas en el área de Estructura de Toma.
2. Documentar las actividades que se realizan previas a las distintas reparaciones de concreto, caras sumergidas, que se harán en el área de Estructura de Toma.
3. Efectuar un análisis de los costos asociados al valor real de las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas, del área de Estructura de Toma.
4. Caracterizar las causas que originan el retrabajo en las reparaciones de concreto, caras sumergidas encontradas en el área de Estructura de Toma.
5. Aplicar los 7 pasos de mejora continua al proceso de reparación de concreto, caras sumergidas en el área de Estructura de Toma.
6. Elaborar un plan de mejora continua enfocada en aquellas actividades consideradas como críticas en la generación de eventos que ocasionen retrabajos en las reparaciones de concreto caras sumergidas en el área de Estructura de Toma.

Justificación

Son diversas las razones que motivan el desarrollo de la investigación. En primer lugar, se debe tener en cuenta la importancia de la energía eléctrica

hoy en día, es fundamental no solo porque constituye un bien de consumo final, sino que además es insumo en la totalidad de los procesos industriales de producción, así como en la sustitución de los combustibles fósiles debido a sus altos costos.

Toda empresa tiene como meta obtener una buena gestión en su proceso de producción, que garantice la mayor calidad en su producción como en servicios. Una manera de lograrlo es mediante un plan de mejora continua que permita disminuir el retrabajo en las reparaciones de concreto, caras sumergidas de la estructura de toma, esto debido a que es necesario que no hayan más demoras para la culminación de las pilas de la Estructura de Toma, para la puesta n marcha de la primera unidad turbogeneradora. Por tal motivo se realizo un plan de mejora que permitiría cumplir y satisfacer la demanda de sus clientes.

Delimitación

El trabajo investigativo se llevó a cabo en la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar”. Proyecto (Tocoma). Específicamente en el Departamento de Gestión de Calidad, en el Área de Estructura de Toma, con el fin de realizar un plan de mejora continua que permita disminuir el retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua para el Área de Estructura de Toma del Proyecto Tocoma.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El presente capítulo muestra una descripción general del Consorcio OIV Tocomá, donde se manifiestan las actividades que realiza, su misión, visión, objetivos y estructura organizativa.

IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Nombre de la Organización

Consorcio OIV Tocomá, Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar”. (Ver Figura 1).



Figura 1: Logotipo del Consorcio O.I.V. Tocomá con Descripción de Siglas.

Fuente: Consorcio O.I.V.

Ubicación Geográfica

El Consorcio O.I.V. Tocoma, se encuentra ubicado al sureste de Venezuela, específicamente en el Kilometro 85 de la Carretera Nacional vía Gurí, Municipio Bolivariano Angostura del Estado Bolívar, en lo que se conoce como Campamento del Proyecto Tocoma, donde se desarrollan las fases constructivas y final puesta en funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Manuel Piar. (Ver Figura. 2).

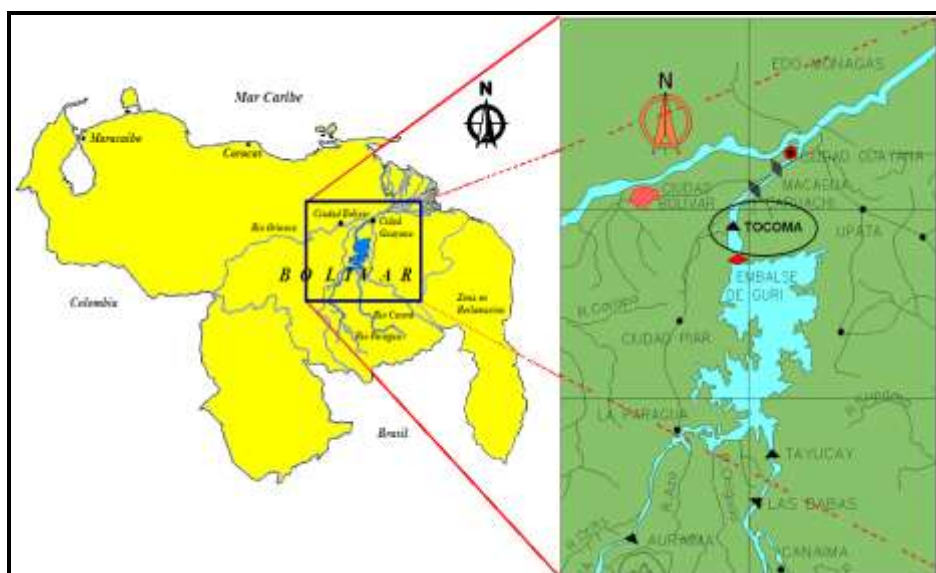


Figura 2: Ubicación Geográfica Nacional y Regional del Consorcio O.I.V. Tocoma.
Fuente: (CORPOELEC, 2004).

Reseña Histórica

En Octubre del 2005 se crea la comisión de Licitación Pública Internacional N° LG-CEPT 00/005 del contrato para el proyecto TOCOMA N° 1.1.104.003.05 titulado “Construcción de las estructuras principales de concreto, suministro de instalaciones de los equipos hidroeléctricos, construcción final de la presa izquierda, construcción de la variante del ferrocarril y la construcción de la plataforma para la subestación TOCOMA”.

Para llevar a cabo este contrato se crea el consorcio O.I.V. Tocomá, el cual en el año 2006 gana la licitación del proyecto, este consorcio está integrado por la constructora brasileña ODEBRECHT con 70% de participación, IMPREGILO empresa italiana con un 20% y la empresa nacional VINCCLER con un 10% de aportación financiera, el logotipo del consorcio se muestra en la (figura 1), así como también, el de cada una de estas empresas, que asumieron la responsabilidad conjunta de planificar, ejecutar y supervisar la construcción de dicho proyecto hidroeléctrico.

Estas empresas constructoras poseen un alto prestigio internacional, el cual han conquistado a partir de sus métodos de construcción y estrategias empresariales acertadas. A continuación se presenta un resumen breve acerca de la historia de estas tres organizaciones.

ODEBRECHT



ODEBRECHT es una organización brasileña de niveles globales de calidad. Presta su servicio de ingeniería y construcción en la mayoría de los países de América del Sur, América Central, Estados Unidos, África, Portugal y en el Medio Oriente. Desarrolla y administra Proyectos de infraestructura, focalizados en concesiones y sociedades público-privadas. Invierte, desde el 2007, en el sector de bioenergía concentrada en la producción de etanol y azúcar y en la generación de energía a partir de la producción de azúcar y alcohol.

La Constructora Norberto Odebrecht nació en Bahía - Brasil y se diseminó por el mundo. En 1944, surgió como una salida para que Norberto Odebrecht pudiese recuperar el negocio iniciado por el padre, que había acumulado deudas. Para conquistar credibilidad, el empresario utilizó métodos más

eficientes de los que se practicaban en el mercado y trabajó orientado hacia el cliente. Esa actuación le abrió caminos en el exterior y originó la Tecnología Empresarial Odebrecht. Con su destacada participación en Venezuela desde 1992, Odebrecht ha concluido y sigue construyendo obras fundamentales para el desarrollo del país. Proyectos con gran impacto nacional que contribuyen con el progreso económico y con la calidad de vida de los venezolanos.

IMPREGILO



IMPREGILO es una sociedad multinacional y uno de los mayores grupos italianos del sector de la construcción y de la ingeniería. Resulta de la unión de tres de las empresas más importantes de Italia. Impresit, Girola y Lodigiani.

Por dimensiones y facturación, es el principal grupo italiano del sector de la construcción, de la ingeniería, del tratamiento del agua, de las infraestructuras para el transporte y en obras ambientales. Esta empresa cumple con el ciclo global industrial “General Contracting”, donde con este término se indica la capacidad del grupo societario y sus consorcios de completar el ciclo pleno de una obra: proyecto, financiación, fase de construcción, gestión de la concesión.

VINCCLER



Venezolana de Inversiones y Construcciones Clerico, C.A. (VINCCLER, C.A.) es una contratista general que participa activamente en la Industria de la Construcción desde hace más de 40 años. Su trayectoria y crecimiento están asociados al desarrollo del país, habiendo estado presente en las obras de construcción de mayor relevancia, tanto de

infraestructura como de desarrollo industrial, acometidas por el sector público y privado. Las primeras incursiones de la empresa correspondieron a obras de infraestructura desarrolladas por los planes nacionales en las áreas de vialidad, riego y electricidad.

En los años 60 VINCCLER, C.A. construye “Los Dos Cerritos”, su primera presa. Posteriormente, en la década de los 70, con los trabajos de Ampliación de la Refinería El Palito en el estado Carabobo, inicia sus actividades en la industria petrolera, que se convertiría en un sector importante de sus negocios durante los años siguientes.

En los años 80 VINCCLER, C.A participa en la construcción de la Presa de Tierra y Enrocamiento Derecha, que forma parte del Complejo Hidroeléctrico Simón Bolívar, en Guri, Estado Bolívar, la obra de ingeniería más importante de Venezuela y uno de los hitos mundiales en su género.

A comienzos de los 90 extiende el ámbito de sus servicios al sector marino, realizando inversiones en infraestructura y equipos para la construcción de obras costa afuera, tales como: fabricación e hincas de pilotes, suministro e instalación de plataformas y construcción de muelles, habiendo participado en la construcción del Nuevo Muelle de la Refinería El Palito, una de las obras marinas más importantes del sector petrolero realizada en esta década.

La experiencia acumulada, la magnitud y diversidad de los proyectos ejecutados, ha convertido a VINCCLER, C.A en una empresa líder en el área de la construcción en Venezuela, que le ha permitido, a su vez, asociarse con empresas nacionales e internacionales.

Filosofía de Gestión

Objetivos del Consorcio

Las estrategias gerenciales aplicadas por el Consorcio van orientadas a:

- ❖ Satisfacer las necesidades de los Clientes con productos y servicios que resulten en la mejoría de la calidad de vida en las comunidades en que se encuentra.
- ❖ Contribuir para el desenvolvimiento socioeconómico, tecnológico y empresarial en diversos sectores del país.
- ❖ Crear oportunidades de trabajo y de desenvolvimiento para las personas, inclusive con revestimiento de los resultados obtenidos.
- ❖ Generar riquezas para el Gobierno y para la sociedad, por medio del recogimiento de impuestos y encargos, y de la remuneración a los suministradores, integrantes y accionistas.
- ❖ Asegurar el permanente respecto al medio ambiente en las acciones empresariales.

Misión

Satisfacer la necesidad de los clientes con productos y servicios que resulten en la mejoría de la calidad, basándose en sus potenciales, para generar riquezas al Gobierno y para la sociedad, a los fines de contribuir con el bienestar y desarrollo del País.

Visión

Ser y mantenernos en el tiempo, como una empresa de construcción y Gerencia de administración de obras de ingeniería, reconocida por su calidad técnica y comprometida con los altos intereses de nuestro cliente.

Organigrama General



Figura 3: Organigrama General del Consorcio OIV - Tocomá.
Fuente: Información Sustraída del Registro Interno del Consorcio OIV - Tocomá.

Valores

El Consorcio O.I.V. Tocomá, fundamenta sus lineamientos a partir de la consolidación de los siguientes valores:

- **Disciplina**
- **Respeto**
- **Confianza**

Política de Calidad

Es Política de la Calidad del Consorcio OIV Tocomá, conquistar y satisfacer a los clientes, proporcionándoles productos y servicios que buscan el mejoramiento continuo en materia de Calidad, Costos y Plazos.

Alcances del Contrato

- Construcción de las estructuras principales de concreto.
- Excavación del Canal de Descarga de la Casa de Máquinas.
- Construcción final de la Presa Izquierda.
- Construcción final de la Presa Derecha.
- Construcción de Variante del Ferrocarril y Carretera.
- Construcción de Plataforma de Subestación Tocomá.

Descripción General del Proyecto

Las obras para controlar el embalse incluirán la construcción de un Aliviadero con compuertas radiales y las Presas de cierre correspondientes. La Casa de Máquina y la Nave de Montaje serán del tipo integrado con la Estructura de Toma. La ubicación de la Presa de Tierra y Enrocamiento Izquierda así como la de Enrocamiento con Pantalla de Concreto, Aliviadero y Casa de Máquinas

obedece a la optimización de las condiciones geológicas, topográficas y energéticas del proyecto. Una vez que se hayan ejecutado todas las obras, se creará un embalse a la cota 127 m.s.n.m., inundando un área de 87 km². El proyecto tendrá 10 unidades generadoras, con una capacidad nominal por unidad de 216 megavatios cada una, para un total de 2.160 MW de capacidad instalada. (Ver Figura 4).



Figura 4: Vista Aérea General del Proyecto Tocomá.
Fuente: CORPOELEC (Enero 2012).

Macrocomponentes

Los componentes principales que conforman el Proyecto “Manuel Piar” en Tocomá son los siguientes, incluyendo todos los equipos electromecánicos asociados:

- Presas de Transición Izquierda, Intermedia y Derecha.
- Presa de Tierra y Enrocamiento.
- Presa de Enrocamiento con pantalla de concreto.

- Casa de Máquinas integrada a la Estructura de Toma, Nave de Montaje y Sala de Control.
- Aliviadero.
- Obras Exteriores.

Presa de Enrocamiento Izquierda

La Presa de Enrocamiento izquierda contará con una pantalla de concreto y estará fundada sobre roca. Se tiene previsto construir una Presa de Enrocamiento con pantalla de concreto, por la necesidad de utilizar los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para las estructuras principales y el canal de descarga y por la dificultad de disponer de material arcilloso en cantidades suficientes, en la margen Izquierda. La utilización de suelos en la margen izquierda estaría asociada al acarreo de materiales desde préstamos ubicados aguas arriba de la presa izquierda. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Datos de Presa de Enrocamiento Izquierda.

PRESA DE ENROCAMIENTO IZQUIERDA CON PANTALLA DE CONCRETO
Longitud 3.760 m
Elevación de la Cresta 130,00 m.s.n.m.
Máxima Altura Sobre la Fundación 55 m
Volumen de Relleno 5 x 106 m³

Fuente: Consorcio O.I.V.

Presa Principal (Casa de Máquinas)

La Presa Principal estará conformada por seis (6) monolitos dobles de 60 metros de ancho, 5 de los cuales contendrán las estructuras de toma y el restante a la nave de montaje. La presa principal tendrá una altura de 65

metros y una longitud de 360 metros. En la cresta, cuya elevación será de 130,00 m.s.n.m. y a todo lo largo de las presas, está prevista una carretera de servicio.

La Casa de Máquinas, integrada a la estructura de toma, estará constituida por cinco (5) monolitos de 60 m de ancho cada uno, que albergarán a diez (10) unidades generadoras (2 Unidades por monolito).

La Casa de Máquinas cumplirá además la función de presa principal. La junta de contracción que separa a cada monolito estará parcialmente provista de trabas para optimizar su comportamiento estructural si se requiere. Adicionalmente, la Casa de Máquinas incluirá en su extremo al Edificio de Operación y Control. (Ver Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Datos de Estructura de Toma.

ESTRUCTURA DE TOMA (INTEGRADA A LA CASA DE MÁQUINAS)
Longitud 300 m
Número de Monolitos 5
Número de Canales 30
Número de Compuertas 9
Tamaño de Compuertas (ancho x alto) 5,8 x 16,5 m

Fuente: Consorcio O.I.V.

Tabla 3. Datos de Casa de Máquinas y Nave de Montaje.

CASA DE MÁQUINAS Y NAVE DE MONTAJE TIPO INTEGRADA A LA ESTRUCTURA DE TOMA
Longitud 360 m
Monolitos de Nave de Montaje 1
Número de Monolitos 5
Número de Unidades 10

Fuente: Consorcio O.I.V.

Presa de Transición

La Presa de Transición Izquierda estará ubicada entre la Presa de Enrocamiento con pantalla de concreto y la Nave de Montaje; constará de tres (3) monolitos de los cuales dos (2) tendrán 18 m cada uno y uno de 30 m, medidos a lo largo de la línea base. La presa de transición intermedia estará ubicada entre la Casa de Máquinas y el Aliviadero, tendrá una longitud de 70 m. y constará de tres (3) monolitos, uno (1) de ellos en forma de "cuña". La presa de transición derecha, ubicada entre el Aliviadero y la Presa de Enrocamiento derecha, constará de cinco (5) monolitos transversales de geometría variable. (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Datos de Presa de Concreto.

PRESAS DE CONCRETO
Tipo de Presa Gravedad
Elevación de la Cresta 130 m.s.n.m.
Altura Máxima sobre Fundación 65 m
Longitud Total de Presas 270 m

Fuente: Consorcio O.I.V.

Aliviadero

El Aliviadero tendrá una capacidad de descarga de 28.750 m³/s, con una longitud de 175,86 m., nueve (9) compuertas radiales con descarga de superficie de 15,24 m de ancho por 21,66 m de altura, con la ojiva a la elevación 106,30 m y 18 ductos de fondo de 5,50 m de ancho por 9,00 m de altura. (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Datos de Aliviadero.

ALIVIADERO	
Tipo Creager	Número de Ductos de Fondo 18
Longitud 175,86 m	Capacidad a Carga Normal 27,820 m ³ /s
Elevación de la Cresta 106,30 m.s.n.m.	Capacidad Máxima 28.750 m ³ /s
Número de Canales: 3	Tamaño Compuertas (alto x ancho) 21,66 x 15,24m
Tipo de Compuertas: Radial	

Fuente: Consorcio O.I.V.

Presa de Tierra y Enrocamiento Derecha

La primera etapa del cierre dejará una abertura en principio de 900 m en el estribo derecho para pasar el máximo flujo de 14.000 m³/s controlado por Guri. Para cerrar la abertura será construida una ataguía aguas arriba y otra, aguas abajo en dicha sección, en el medio de las cuales será construida una presa de tierra con filtro de chimenea. Un aspecto a considerar será la presencia de lastra y arena en la fundación, la cual varía de unos pocos centímetros a unos 3,0 metros de espesor y su remoción será necesaria en la fundación de los materiales impermeables y filtros. (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Datos de Presa de Tierra y Enrocamiento.

PRESA DE TIERRA Y ENROCAMIENTO DERECHA
Longitud 1.835 m
Elevación de la Cresta 130,00 m.s.n.m.
Máxima Altura Sobre Fundación 55 m

Fuente: Consorcio O.I.V.

Otros Trabajos y Vialidad

Adicionalmente, están previstas la excavación de un canal de descarga aguas abajo de la Casa de Máquinas y la construcción de un patio de distribución en la margen izquierda del Río, aguas abajo de la desembocadura del Río Claro en el Río Caroní.

El acceso terrestre al área de Tocomá se realizará desde la Carretera Nacional km. 70 Guri, aproximadamente seis Kilómetros antes de la alcabala de entrada a la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri. El acceso tendrá 6,7 km. hasta el sitio de la obra. (Ver Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Datos del Embalse.

EMBALSE
Nivel de Operación Normal 127 m.s.n.m.
Creciente Máxima Probable 28.750 m³/s
Volumen del Embalse 1770 x 106 m³
Área del Embalse 87,34 Km²

Fuente: Consorcio O.I.V.

Tabla 8. Otros Datos Importantes de la Obra.

TURBINAS	GENERADORES	CANAL DE DESCARGA	ATAGUIAS
Número 10	Número 10	Longitud Total 1.000 m	Longitud 10,3 Km.
Tipo Kaplan	Tipo Paraguas	Ancho 300 m	-
Capacidad Nominal 216 MW	Capacidad 230 MVA	-	-
Caída Nominal 34,65 m	-	-	-

Fuente: Consorcio O.I.V.

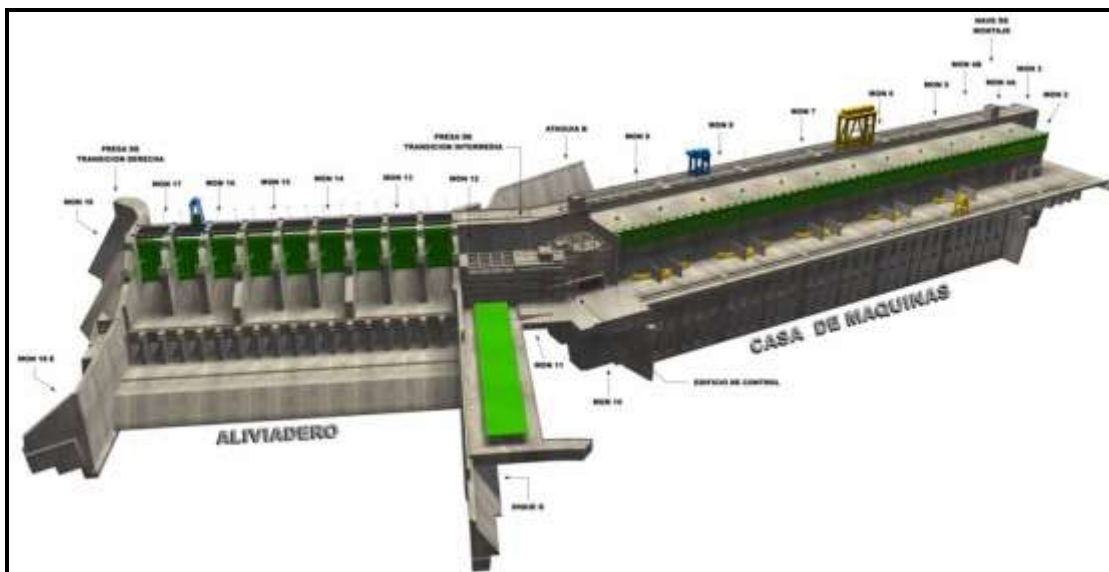


Figura 5: Vista General de Obras en Concreto del Proyecto Tocomá.

Fuente: Consorcio O.I.V.

DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Funciones del Departamento de Gestión de la Calidad

La Gerencia de Gestión de la Calidad determina los criterios y métodos necesarios para asegurar que la operación y el control de los procesos sean eficaces, a través de los recursos que forman parte del Sistema de Calidad y los procedimientos de trabajo que incluyen las actividades de control de las operaciones ejecutadas en obra. También cuenta con un grupo organizado de inspectores, tanto civiles, mecánicos, eléctricos e instrumentistas, como de soldadura y END; lo que permite al Consorcio contar con servicios de calidad, ya que esto representa el mecanismo para satisfacer con garantía, las necesidades fundamentales de los clientes, tanto desde el punto de vista técnico como desde la perspectiva de los tiempos de entrega.

Asegurando de esta manera, la disponibilidad de recursos (humanos, materiales, equipos e infraestructura) e información necesaria para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos dando cumplimiento a la planificación establecida para la ejecución del Proyecto.

Asimismo, lleva el control exhaustivo del avance de ejecución de la obra, por medio de reportes y datos estadísticos para minimizar los porcentajes de irregularidades en los procesos, lo que le permite de alguna u otra manera, la optimización continua de los diferentes sistemas.

El concepto de calidad es sumamente importante por ser un aspecto que debe estar presente en la programación de todo organismo y/o procedimiento.

Política de Gestión de la Calidad

Conquistar y satisfacer a los clientes proporcionándoles productos y servicios que buscan el mejoramiento continuo en materia de calidad, costos y plazos.

Organigrama del Departamento de Gestión de la Calidad



Figura 6: Organigrama General del Departamento de Gestión de la Calidad Consorcio OIV – Tocomá.

Fuente: Información sustraída del registro interno del Consorcio OIV Tocomá (2012).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan las consideraciones y conceptos que servirán de guía para llevar a cabo el presente estudio y logro de los objetivos.

MEJORA CONTINUA

Según James Harrington (1993), “para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable; qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.”

El Proceso de Mejora Continua, es un concepto del siglo XX que pretende mejorar los productos, servicios y procesos.

La mejora continua implica alistar a todos los miembros de la empresa en una estrategia destinada a mejorar de manera sistemática los niveles de calidad y productividad, reduciendo los costos y tiempos de respuestas, mejorando los índices de satisfacción de los clientes y consumidores, para de esa forma mejorar los rendimientos sobre la inversión y la participación de la empresa en el mercado.

La mejora continua implica tanto la implantación de un Sistema, como así también el aprendizaje continuo de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión, y la participación activa de todo el personal. Las empresas no pueden seguir dando la ventaja de no utilizar plenamente la capacidad intelectual, creativa y la experiencia de todo su personal.

Ha finalizado la hora en que unos pensaban y otros sólo trabajaban. Como en los deportes colectivos donde existía una figura pensante y otros corrían y se sacrificaban a su alrededor, hoy ya en los equipos todos tienen el deber de pensar y correr. De igual forma como producto de los cambios sociales y culturales, en las empresas todos tienen el deber de poner lo mejor de sí para el éxito de la corporación. Sus puestos de trabajo, su futuro y sus posibilidades de crecimiento de desarrollo personal y laboral dependen plenamente de ello.

Por ende, el mejoramiento continuo se puede definir como un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

IMPORTANCIA DEL MEJORAMIENTO CONTINUO

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MEJORAMIENTO CONTINUO

Ventajas

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.

- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

Desventajas

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el mejoramiento continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

PROYECTO DE MEJORA CONTINUA

Un Proyecto de Mejora está dirigido a mejorar el desempeño de un indicador aprovechando la capacidad instalada del proceso. Se asocia a indicadores de:

- Efectividad.
- Eficiencia.
- Eficacia.

Características de un Proyecto de Mejora

- Hace énfasis en el “QUÉ” y no en el “POR QUÉ”.
- No contiene soluciones implícitas.
- Que sea medible (asociado a un indicador).
- Se expresa en términos de desviación de una norma o en base a un valor referencial.

Una posible solución a un problema asociado en un efecto que no se indica no es un proyecto de mejora, ejemplo:

- Instalar un sistema de información.
- Actualizar procedimientos administrativos.
- Diseñar indicadores de gestión de la unidad.

Una causa asociada a un problema no es un proyecto de mejora, ejemplo de esto:

- Falta de normas y procedimientos.
- Desmotivación del personal.
- Falta de entrenamiento al personal.
- Método de trabajo inadecuado.

Un proyecto de mejora mal definido serian los siguientes ejemplos:

- Mejorar la planificación del trabajo.
- Incrementar la calidad y oportunidad de los informes.
- Automatizar los reportes de la unidad.
- Mejorar la comunicación entre secciones.

- Mejorar el trabajo en equipo para aumentar la productividad.
- Incrementar personal.

Un proyecto de mejora bien definido serian los siguientes ejemplos:

- Aumentar la disponibilidad de equipos.
- Disminuir el porcentaje de rechazo de productos.
- Reducir el tiempo de elaboración de informes.
- Incrementar la oportunidad en la entrega de reportes.
- Aumentar la efectividad en la cantidad de facturas emitidas.
- Disminuir el porcentaje de reclamos.
- Disminuir H-H en el proceso de perforación.

METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA

Un proyecto de mejora continua es el conjunto de herramientas, métodos, estrategias, políticas, planes e instrumentos que combinados de forma armónica dentro de una filosofía de gestión permiten lograr de forma consistente nuevos y mejores niveles en materia de calidad, costos, productividad, servicio al cliente, niveles de satisfacción y tiempo de entrega, permitiendo así incrementar los índices de rentabilidad y valor agregado de la organización. (Ver Figura 7).

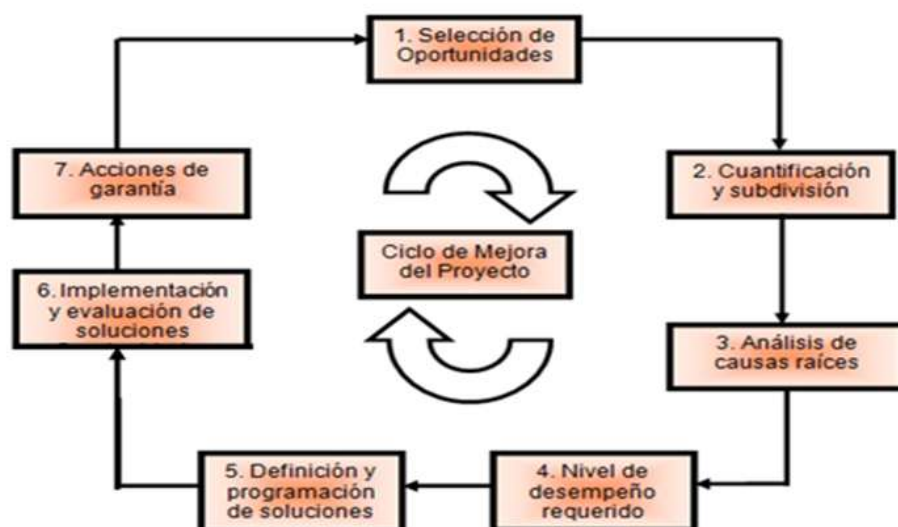


Figura 7: Ciclo de Mejora del Proyecto.

Fuente: Propia del Autor.

PRIMER PASO: Definir el Problema

Este paso tiene como objetivo la identificación y escogencia de los problemas de calidad y productividad del departamento o unidad bajo análisis, además permite conocer mejor el sistema donde se trabaja (clientes, productos y procesos).

Para identificar lo que se desea mejorar se debe elegir una problemática de que se desea resolver, tomando en cuenta: la importancia del problema, el número de beneficiados, el grado de insatisfacción de los usuarios y el impacto social y económico de la mejora, utilizando como herramientas básicas: Lluvia de ideas, hojas de verificación, entrevistas y reportes estadísticos.

Para que el primer paso tenga éxito se deben diferenciar las oportunidades de mejoras de las causas y soluciones de un problema.

Sub-pasos para la Selección de la Oportunidad de Mejora

Seguidamente se presentan los sub-pasos para selección de oportunidad de mejora.

Revisar Antecedentes

- Construir el Diagrama de Caracterización de la Unidad.
- Evaluar el cumplimiento con los atributos del producto o servicio valorados por el cliente.
- Identificar las desviaciones en el cumplimiento de los atributos del producto o servicio valorados por el cliente.
- Evaluar el uso de los recursos en el proceso (eficiencia).

Listar Oportunidades de Mejora

- Listar oportunidades de mejoras a través de una Tormenta de Ideas.
- Evaluar cada una de las ideas diferenciando oportunidades de mejora de causas y soluciones.
- Considerar solo oportunidades de mejoras.

Preseleccionar

- Ponderar cada oportunidad de mejora a través de una Técnica de Grupo Nominal (TGN); cada integrante del equipo de trabajo asignará un peso en orden de importancia a cada una de las oportunidades de mejora listadas.
- Realizar un gráfico de frecuencia para preseleccionar oportunidades de mejora.

Jerarquizar las más Importantes

- Construir una matriz de selección con criterios múltiples.
- Evaluar las oportunidades de mejora con cada uno de los criterios establecidos.

Escoger y Chequear Oportunidades de Mejora

- Seleccionar la oportunidad de mejora de mayor peso obtenido de la matriz de selección.
- Verificar con el equipo la oportunidad de mejora (si es medible, pertenece al departamento, no es una solución implícita, otros).

Los tres primeros sub-pasos permiten lo siguiente:

- Concentrar la atención del grupo en problemas de calidad y productividad
- Obtener mayor coherencia del grupo al momento de la tormenta de ideas para listar los problemas.
- Evitar incluir en la definición de los problemas su solución, disfrazando la misma con frases como: falta de..., carencia de..., insuficiencia, etc. lo cual tiende a ser usual en los grupos poco experimentados.

Observaciones y Recomendaciones Generales

- Este es un paso clave dentro del proceso, por lo que debe dedicarse el tiempo necesario evitando quemar actividades o pasarlas por alto, sin que el equipo de trabajo haya asimilado suficientemente el objetivo de las mismas.
- Conviene desarrollar este paso en tres sesiones y cuando mínimo dos (nunca en una sola sesión) y cada una de 1 1/2 horas de duración.

- La caracterización de la unidad debe hacerse gruesamente evitando detalles innecesarios. Debe considerarse que luego de cubiertos los siete pasos, (el primer ciclo), en los ciclos de mejoramiento posteriores se profundizará con mayor conocimiento, por la experiencia vivida. Esta recomendación es válida para todas las actividades y pasos, la exagerada rigurosidad no es recomendable en los primeros proyectos y debe dosificarse, teniendo presente que el equipo de mejora es como una persona que primero debe gatear luego caminar, trotar, para finalmente correr a alta velocidad la carrera del mejoramiento continuo.

SEGUNDO PASO: Cuantificación y Subdivisión del Problema Seleccionado

El objetivo de este paso es precisar mejor la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en sub-problemas o causas síntomas determinando de manera precisa lo que los clientes esperan de los servicios o productos que genera la empresa.

Sub-pasos para Cuantificar y Subdividir el Problema

A continuación se describe los sub-pasos para cuantificar y subdividir el problema.

Clarificar y Cuantificar

- Formular indicador(es) asociado(s) a la oportunidad de mejora.
- Construir grafico de corrida del indicador (comportamiento del indicador en el tiempo).
- Determinar la situación actual del indicador (comportamiento promedio de la muestra del indicador).

Subdividir la Oportunidad de Mejora

- Generar posibles criterios de subdivisión de la oportunidad de mejora.
- Construir un Diagrama de Árbol por cada subdivisión.
- Diseñar una hoja de recolección de datos para cuantificar cada subdivisión.
- Recolectar datos por cada subdivisión establecida.

Escoger Subdivisión con Base a Datos

- Evaluar los datos obtenidos por cada subdivisión (variación).
- Seleccionar subdivisiones donde los datos por cada subdivisión presenten la mayor desviación del indicador (se elabora gráfico de Pareto).

Observaciones y Recomendaciones Generales

- Debe hacerse énfasis en la cuantificación y sólo en casos extremos (o en los primeros proyectos) a falta de datos o medios ágiles para recogerlos se podrá utilizar, para avanzar, una técnica de jerarquización cualitativa como la técnica de grupo nominal, con un grupo conocedor del problema.
- Sin embargo, se deberá planificar y ordenar la recolección de datos durante el proceso.
- Este paso conviene desarrollarlo en tres o, al menos, dos sesiones, dependiendo de la facilidad de recolección de datos y del tipo de problema.
- Técnicas a utilizar: indicadores, muestreo, hoja de recolección de datos, gráficas de corrida, gráfico de Pareto, matriz de selección de causas, histogramas de frecuencia, diagrama de procesos, entrevistas

(individuales o colectivas), encuestas (cerradas o abiertas), grupos de enfoque o buzones de sugerencias.

TERCER PASO: Análisis de Causas Raíces

El objetivo de este paso es identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará la no recurrencia del mismo. Por supuesto, la especificación de las causas raíces dependerá de lo bien que haya sido realizado el paso anterior. Además permite conocer el sistema a fondo y poder eliminar causas de solución obvia o inmediata.

Sub-pasos para Analizar las Causas de Raíz

A continuación se desarrolla de manera detallada los sub-pasos para analizar las causas de raíz.

Listar Causa por Subdivisión

- Generar causas por cada subdivisión a través de una tormenta de ideas.
- Verificar si están contenidas todas las causas que afectan la subdivisión.

Agrupar las Causas

- Relacionar causas.
- Identificar causas (causas primarias) que agrupan o recogen otras causas listadas.

Cuantificar y Seleccionar Causas Primarias

- Establecer peso asociado a cada causa primaria tomando la incidencia de estas en la subdivisión analizada. Si no se cuenta con datos estadísticos, se puede recurrir a la cuantificación por impacto con el consenso del equipo experto.
- Seleccionar causas primarias a través del grafico de Pareto.

Generar Sub-Causas para c/u de las Causas Primarias Seleccionadas

- Elaborar Diagrama de Causa-Efecto por cada causa primaria seleccionada.
- Ramificar cada espina principal (causas secundarias).
- Por cada sub-causa (causa secundaria) preguntarse los “por qué” consecutivos.
- Por cada sub-causa (causa secundaria) generada obtener cinco (5) “por qué”.

Identificar y Cuantificar Causas Raíces

- Identificar causas generadas de las cinco (5) “por qué” o que genere otra causa (la respuesta siguiente es lo que se debe realizar).
- Establecer peso asociado a cada causa raíz, considerando la incidencia en la causa primaria analizada. Recurrir a la cuantificación por impacto con el consenso del equipo experto en caso de no contar con datos estadísticos.
- Al finalizar este paso es conveniente verificar si atacando las causas raíces seleccionadas se estará resolviendo el problema, de ser así se debe continuar con el paso 4, en caso de ser negativa la respuesta es necesario revisar nuevamente los diagramas causa-efecto.

Observaciones y Recomendaciones Generales

- Durante el análisis surgirán los llamados problemas de solución obvia que no requieren mayor verificación y análisis para su solución, por lo que los mismos deben ser enfrentados sobre la marcha. Esto ocurrirá con mayor frecuencia en los primeros ciclos, cuando usualmente la mayoría de los procesos está fuera de control.
- Este paso, dependiendo de la complejidad del problema, puede ser desarrollado en 3 ó 4 sesiones de dos horas cada una.
- Técnicas a utilizar: tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de dispersión, diagrama de Pareto, matriz de selección de causas.

CUARTO PASO: Establecimiento del Nivel de Desempeño Exigido (Metas de Mejoramiento)

El objetivo de este paso es establecer el nivel de desempeño exigido al sistema o unidad y las metas a alcanzar sucesivamente. Para ello, se realiza una comparación entre las expectativas del cliente y el tipo de servicio que se está ofreciendo. Utilizando como herramientas: Entrevistas (individuales o colectivas), encuestas (cerradas o abiertas), grupos de enfoque o buzones de sugerencias.

Sub-Pasos para Establecer Metas

Seguidamente se presenta los sub-pasos para establecer las metas.

Definir el Nivel en el Indicador

- Establecer el nivel esperado del indicador por parte de la Gerencia o Departamento.

- Establecer Potencial de Mejora esperado.

Establecer Secuencia de Ataque a las Causas Raíces y el Impacto Gradual Esperado

- Elaborar árbol para calcular el potencial de mejora (PM), considerando la(s) sub-división(es) seleccionadas, la(s) causa(s) primaria(s) analizadas con sus respectivos pesos y las causas raíces cuantificadas asociadas a cada causa primaria.
- Evaluar y seleccionar causas raíces a eliminar (considerar cada causa raíz como un nivel del árbol).
- Calcular el potencial de mejora en función a las causas raíces a eliminar.
$$PM = \sum \text{peso (subdivisión)} \times \text{peso (causa primaria)} \times \text{peso (causa raíz)}.$$
- Calcular mejora del indicador $\text{Mejora del indicador} = \text{desviación del indicador} \times PM.$
- Establecer la meta la cual se genera con la suma de la situación actual del indicador y la mejora del indicador.

Observaciones y Recomendaciones Generales

- En los primeros ciclos de mejoramiento es preferible no establecer metas o niveles de desempeño demasiado ambiciosos para evitar desmotivación o frustración del equipo; más bien con niveles alcanzables, pero retadores, se fortalece la credibilidad y el aprendizaje.
- Este paso puede ser realizado en una o dos sesiones de trabajo. Debido al proceso de consulta que media en las dos actividades, normalmente se requieren de dos sesiones.
- Cuando se carece de un buen análisis en los pasos 2 y 3, por falta de información, conviene no fijar metas y continuar con la búsqueda de información.

QUINTO PASO: Diseño y Programación de Soluciones

El objeto de este paso es de identificar y programar las soluciones que incidirán significativamente en la eliminación de las causas raíces. Se establecen las acciones a desarrollar para mejorar la situación actual. Entre las herramientas a utilizar se tiene: La Investigación referencial (determinar la forma en que se han resuelto problemas similares al nuestro), plan de mejora, rediseño de procesos y análisis de problemas en potencia.

Sub-Pasos del Diseño y Programación de Soluciones

A continuación se presentan unas series de sub-pasos que definen el diseño y programación de soluciones.

Listar Soluciones

- Listar soluciones para causa raíz a través de una tormenta de ideas.
- Evaluar y verificar cada una de las ideas.

Seleccionar Soluciones

- Evaluar cada solución con los expertos del equipo, de llegarse a un consenso escoger las soluciones más factibles, de no ser así aplique una técnica para el consenso del equipo.
- Construir una matriz de criterios múltiples para chequear la factibilidad de las soluciones seleccionadas.

Programar las Actividades de Cada Solución

- Establecer acciones para cada solución seleccionada.

- Definir el tiempo de ejecución programado y el responsable para cada una de las acciones de cada solución (elaborar Diagrama de Gantt).

Observaciones y Recomendaciones Generales

- No debe descartarse a priori ninguna solución por descabellada o ingenua que parezca, a veces detrás de estas ideas se esconde una solución brillante o parte de la solución.
- Para que el proceso de implantación sea fluido es recomendable evitar implantarlo todo a la vez (a menos que sea obvia e inmediata la solución) y hacer énfasis en la programación, en el quién y cuándo.
- A veces, durante el diseño de soluciones, se encuentran nuevas causas o se verifica lo errático de algunos análisis. Esto no debe preocupar, ya que es parte del proceso aprender a conocer a fondo el sistema sobre o en el cual se trabaja. En estos casos se debe regresar al tercer paso para realizar los ajustes correspondientes:
- Técnicas a utilizar: tormenta de ideas, matriz de criterios múltiples, Diagramas de Gantt.

SEXTO PASO: Implementación de Soluciones

Este paso tiene dos objetivos:

1. Probar la efectividad de la(s) solución(es) y hacer os ajustes necesarios para llegar a una definitiva.
2. Asegurar que las soluciones sean asimiladas o implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

Sub-pasos para la Implementación de Soluciones

Seguidamente se presentan los sub-pasos para la implementación de soluciones.

Verificar Cumplimiento del Programa (Plan de Soluciones)

- Chequear el cumplimiento de cada acción del plan de soluciones.
- Reprogramar si es necesario las acciones desfasadas en fecha.
- Medir el cumplimiento global del plan de acción.

Chequear los Niveles Alcanzados en el Indicador(es)

- Construir gráfico de corrida del indicador.
- Medir el indicador antes y después de la implementación de soluciones.

Evaluar el Impacto de las Mejoras Incorporadas

- Evaluar los logros alcanzados (meta) con las mejoras incorporadas.
- Verificar el efecto gradual de la meta, de ser necesario identificar factores por los cuales no se cumplió la misma.

Observaciones y Recomendaciones Generales

- Una vez establecido el programa de acciones de mejora con la identificación de responsabilidades y tiempos de ejecución, es recomendable presentar el mismo al nivel jerárquico superior de la unidad o grupo de mejora, a objeto de lograr su aprobación, colaboración e involucramiento.

- A veces es conveniente iniciar la implementación con una experiencia piloto que sirva como prueba de campo de la solución propuesta, ello nos permitirá hacer una evaluación inicial de la solución tanto a nivel de proceso (métodos, secuencias, participantes) como de resultados. En esta experiencia será posible identificar resultados no esperados, factores no tomados en cuenta, efectos colaterales no deseados.
- A este nivel, el proceso de mejoramiento ya implementado comienza a recibir los beneficios de la retroalimentación de la información, la cual va a generar ajustes y replanteamientos de las primeras etapas del proceso de mejoramiento.

SÉPTIMO PASO: Establecimiento de Acciones de Garantía

El objetivo de este paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Es este un paso fundamental al cual pocas veces se le presta la debida atención. De él dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar el proceso.

Sub-Pasos para el Establecimiento de Acciones de Garantía

En este paso deben quedar asignadas las responsabilidades de seguimiento permanente y determinarse la frecuencia y distribución de los reportes de desempeño. Es necesario diseñar acciones de garantía contra el retroceso, en los resultados, las cuales serán útiles para llevar adelante las acciones de mantenimiento. En términos generales éstas son:

1. Normalizar práctica operativa, procedimientos o métodos.
2. Entrenamiento y desarrollo del personal en las normas y prácticas implantadas.

3. Incorporación de los nuevos niveles de desempeño, al proceso de control de gestión de la unidad (pensamiento estadístico).
4. Reconocer y difundir resultados.

Esta última actividad es de gran importancia para reforzar y reconocer los esfuerzos y logros alcanzados e iniciar un nuevo ciclo de mejoramiento.

Observaciones y Recomendaciones Generales

- Puede ocurrir que el esfuerzo realizado para mejorar el nivel de desempeño en un aspecto parcial de la calidad y productividad afecte las causas raíces que también impactan en otros aspectos y se producen así efectos colaterales de mejora en los mismos, debido a una sinergia de causas y efectos que multiplican entonces los resultados del mejoramiento.
- Es en este paso donde se ve con más claridad la importancia en el uso de las gráficas de control, las nociones de variación y desviación y de proceso estable, ya que, para garantizar el desempeño, dichos conceptos y herramientas son de gran utilidad.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

El Diagrama de Causa - Efecto o Diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. Es decir, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El Diagrama de Ishikawa (DI) es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas

sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y sub-ramas. Por ejemplo, una clasificación típica de las causas potenciales de los problemas en manufactura son: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente. En ella, cada posible causa se agrega en alguna de las ramas principales (Ver Figura 8).

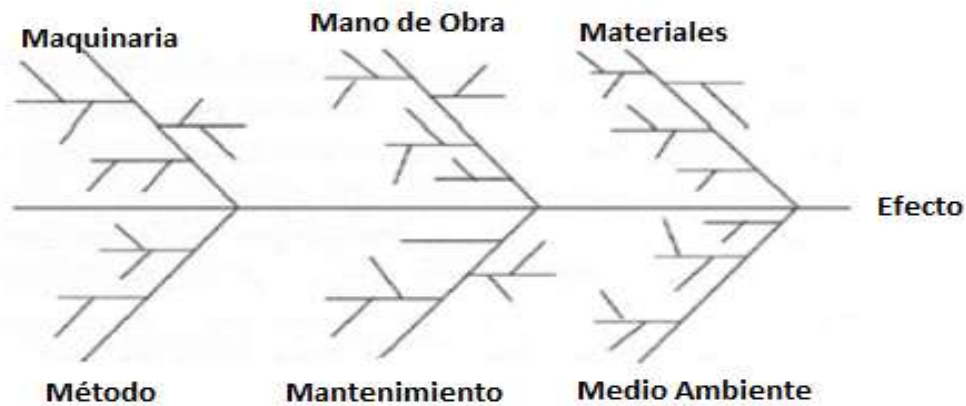


Figura 8: Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: http://www.tecnociencia.es/especiales/sistemas_gestion/calidad.

Este diagrama es utilizado cuando:

- Se requiere realizar un análisis en forma gráfica y estructurada.
- Se necesite analizar una situación, condición o problema específico a fin de determinar las causas que los originan.
- Se desea analizar el resultado de un proceso y las cosas que necesitamos para lograrlo (visualización positiva).

Procedimiento para la Elaboración de un Diagrama Causa-Efecto

- **Paso 1:** Describir el efecto o atributo de calidad.

- **Paso 2:** Escoger una característica de calidad y escribirla en el lado derecho de una hoja de papel, dibujar de izquierda a derecha la línea de espina dorsal y encerrar la característica en un cuadrado, enseguida, escriban las causas primarias que afectan a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, cerrados también en un cuadrado.
- **Paso 3:** Escribir las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos, (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afectan a los huesos medianos como huesos pequeños.
- **Paso 4:** Asigne la importancia de cada factor y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre las características de calidad.
- **Paso 5:** Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

Ventajas Adicionales que tiene el Uso del Diagrama Causa - Efecto

- Las causas del problema se buscan activamente y los resultados quedan plasmados en el diagrama.
- Muestra el nivel de conocimientos técnicos que se han logrado sobre el proceso.
- Sirve para señalar todas las posibles causas de un problema y cómo se relacionan entre sí, con lo cual, la solución del problema se vuelve un reto y se motiva así el trabajo por la calidad.

Diagrama de Pareto

Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar.

Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre él. (Ver Figura 9).

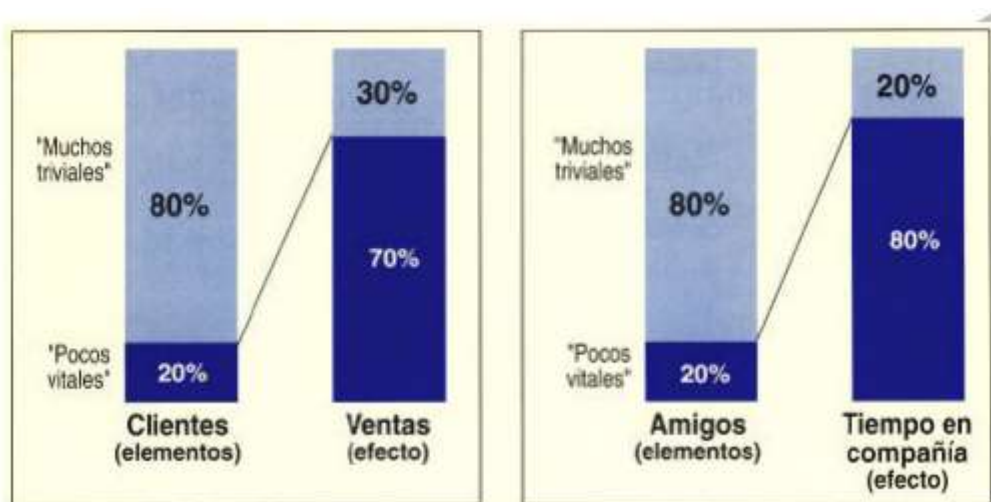


Figura 9: Principio de Pareto.

Fuente: [http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/galler_y/methodology/tolos/diagrama de Pareto.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/galler_y/methodology/tolos/diagrama%20de%20Pareto.pdf).

Características Principales del Diagrama de Pareto

A continuación se presentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de esta herramienta:

- **Priorización:** Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- **Unificación de Criterios:** Enfoca y dirige los esfuerzos de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- **Carácter Objetivo:** Su utilización de fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Tipos de Diagramas de Pareto

Existen dos tipos de diagramas de Pareto:

- **Diagramas de Fenómenos.** Se utilizan para determinar cuál es el principal problema que origina el resultado no deseado. Estos problemas pueden ser de calidad, coste, entrega, seguridad u otros.
- **Diagramas de Causas.** Se emplean para, una vez encontrados los problemas importantes, descubrir cuáles son las causas más relevantes que los producen.

Consejos para Elaborar y Usar los Diagramas de Pareto

- No es conveniente que la categoría de “otros” represente un porcentaje de los más altos. De ser así, se debe realizar un método diferente de clasificación.
- Es preferible representar los datos (si es posible) en valores monetarios.
- Si un factor se puede solucionar fácilmente debe afrontarse de inmediato aunque sea de poca importancia.
- Es imprescindible realizar un diagrama de causas si se quieren realizar mejoras.

Pasos para realizar un Diagrama de Pareto

Los pasos para realizar un diagrama de Pareto son:

- Determinar el problema o efecto a estudiar.
- Investigar los factores o causas que provocan ese problema y como recoger los datos referentes a ellos.
- Anotar la magnitud (por ejemplo: euros, número de defectos, etc.) de cada factor. En el caso de factores cuya magnitud es muy pequeña

comparada con la de los otros factores incluirlos dentro de la categoría “Otros”.

- Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos.
- Calcular la magnitud total del conjunto de factores.
- Calcular el **Porcentaje Total** que representa cada factor, así como el **Porcentaje Acumulado**.

El primero de ellos se calcula como:

$$\% = (magnitud\ del\ factor / magnitud\ total\ de\ los\ factores) \times 100$$

El porcentaje acumulado para cada uno de los factores se obtiene sumando los porcentajes de los factores anteriores de la lista más el porcentaje del propio factor del que se trate.

- Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal. Situar en el eje vertical **izquierdo** la *magnitud de cada factor*. La escala del eje está comprendida entre cero y la magnitud total de los factores. En el **derecho** se representan el *porcentaje acumulado de los factores*, por tanto, la escala es de cero a 100. El punto que representa a 100 en el eje derecho está alineado con el que muestra la magnitud total de los factores detectados en el eje izquierdo. Por último, el eje **horizontal** muestra los *factores* empezando por el de mayor importancia. (Ver Figura 10).

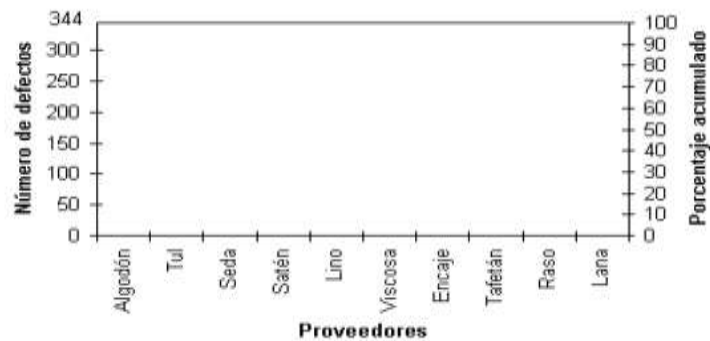


Figura 10: Escala del Diagrama de Pareto.

Fuente: http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/galler%y/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf.

- Se trazan las barras correspondientes a cada factor. La altura de cada barra representa su magnitud por medio del eje vertical izquierdo.
- Se representa el gráfico lineal que representa el porcentaje acumulado calculado anteriormente. Este gráfico se rige por el eje vertical derecho.
- Escribir junto al diagrama cualquier información necesaria, sea sobre el diagrama o sobre los datos. (Ver Figura 11).

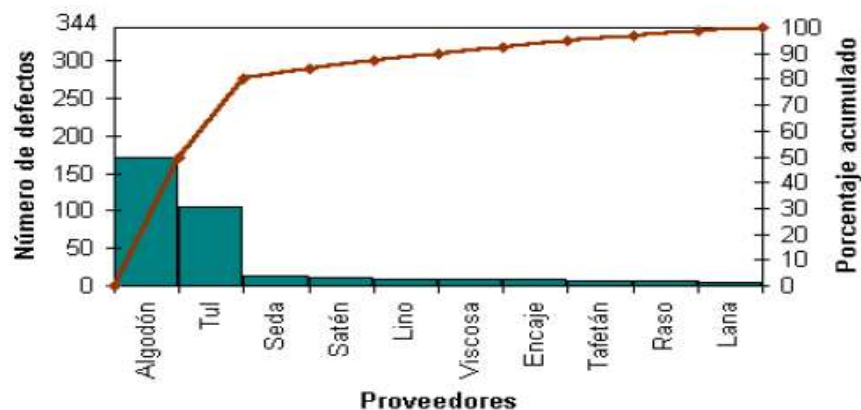


Figura 11: Diagrama de Pareto.

Fuente: http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/galler%y/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf.

ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo estándar para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Herramientas Empleadas en el Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

- **Cronómetro:** Es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente.
- **Cámara de videograbación:** Son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar la película de la operación y después estudiarla un cuadro a la vez, el analista puede registrar los detalles exactos del método usado y después asignar valores de tiempos normales.
- **Tabla de Tiempos:** Consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos. La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador.

Métodos de Medición del Estudio de Tiempo con Cronómetro

Método de Regreso a Cero:

El método de regreso a cero tiene ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempo usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. Entonces la lectura se inserta directamente en la columna de TO (tiempo observado). También se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una notación especial. Entre las desventajas del método de regreso a cero esta la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores.

Método Continuo:

El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regreso a cero. Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es más sencillo explicar y vender esta técnica de registro de tiempos.

TIEMPO ESTÁNDAR

Es una función del tiempo requerido para realizar una tarea, usando un método y equipos dados, bajo condiciones de trabajo específicas, por un trabajador que posea suficiente habilidad y aptitudes específicas para ejecutar la tarea en cuestión, y trabajando a un ritmo que permite que el operario haga el esfuerzo máximo sin que ello le produzca efectos perjudiciales.

Propósito del TE (tiempo estándar)

- Base para el pago de incentivos.
- Denominación común para la comparación de diversos métodos.
- Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de nuevo equipo.
- Base para elaborar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimiento de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de los planes de mantenimiento.

Pasos para Calcular el Tiempo Estándar

Una vez realizadas las mediciones del trabajo y registrados sus tiempos elementales, se obtiene el Tiempo Estándar de la operación como sigue:

1. Se analiza la consistencia de cada de cada elemento. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:
 - Si las variaciones son debidas a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.
 - Cuando las variaciones sean inexplicables, deben analizarse cuidadosamente antes de eliminarlas. Nunca debe aceptarse una lectura anormal como inexplicable. Si hay dudas, siempre es preferible repetir estudio.
2. En cada uno de los elementos se suman las lecturas (X) que han sido consideradas como consistentes.
3. Se anota el número de lecturas (n) que han sido consideradas para cada elemento.
4. Se divide para cada elemento la suma de las lecturas ($\sum X_i$) entre el número de lecturas (n), el resultado, es el tiempo Promedio por elemento.

$$TP = \sum X_i / n$$

5. Se suman todos los tiempos promedios de cada elemento, y así se obtiene el tiempo total promedio de la actividad.

$$TTP = \sum TP$$

6. Se calcula el tiempo normal de trabajo.

$$TN = TTP * Cv$$

7. Se calcula el tiempo Estándar de trabajo:

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

Determinación de Tolerancias

El tiempo normal de una operación no contiene ninguna tolerancia, es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a marcha normal; sin embargo, una persona necesita de cierto tiempo para atender necesidades personales, para reponer la fatiga, además existen otros factores que están fuera de su control que también consumen tiempo. Por lo tanto, La tolerancia es "el valor o porcentaje de tiempo mediante el cual se aumenta el tiempo normal, para la cantidad de tiempo improductivo aplicada, para compensar las causas justificables o los requerimientos de normas generales que necesita un tiempo de desempeño que no se mide en forma directa para cada elemento o tarea". Estas se aplican para cubrir tres áreas generales:

- **Necesidades Personales:** Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.
- **Fatiga:** Se considera como una disminución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desechos en los músculos, y en el torrente sanguíneo, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. La fatiga puede ser también

mental. Una persona debe ser colocada, de ser posible en el trabajo que más le agrade.

El método utilizado para determinar la fatiga es el método sistemático el cual incluye: criterios de temperatura, de ventilación, humedad, ruidos, duración de la actividad de repetición del ciclo, demanda física, demanda mental o visual, y de posición del operador. Cada criterio está conformado por varios niveles ponderados, y se evalúa de acuerdo a las condiciones observadas durante el estudio. La ponderación total (sumatoria de todos los criterios), se somete a una tabla que indica el porcentaje por fatiga, o si se requiere en minutos.

- **Demoras Inevitables:** Incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempo y otros, irregularidades en materiales, dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario.

Por otro lado, existen las demoras evitables, son interrupciones de la labor que incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, suspensiones del trabajo indebidas e inactividad distinta del descanso por fatiga normal; causadas intencionalmente por el obrero, por lo que no son consideradas en la determinación del tiempo estándar.

DIAGRAMAS DE PROCESOS

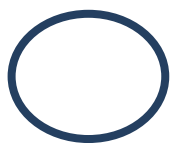
Se definen los diagramas de procesos representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye toda la información que se considera útil para una mejor definición del estudio del trabajo elegido, y presenta los hechos que

posteriormente se analizan, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Sirven o son utilizados para:

- Detallar el proceso, visualizar costos ocultos; y con el análisis se trata de eliminar las principales deficiencias en los procesos.
- Lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipos y áreas de trabajo dentro de la planta.
- Los diagramas de procesos representan uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos, ya que le permite tener a su disposición medios que le ayudan a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible.
- Se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas.

SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS



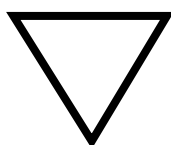
Operación: El símbolo utilizado para la operación es un círculo. Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto ; cuando dicho objeto es montado junto con otro, o desmontado de otro objeto y cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad.



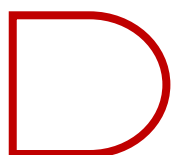
Inspección: El símbolo de la inspección es un cuadrado. Tiene lugar cuando un objeto es examinado para ser identificado o para verificar su conformidad de acuerdo a estándares establecidos de calidad o cantidad.



Transporte: El símbolo del transporte es una flecha cuya orientación se usa algunas veces para indicar el sentido del movimiento. Sucede cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dicho traslado forma parte de una operación o es realizado por el operario en su sitio de trabajo durante una operación o una inspección.



Almacenaje: El símbolo de almacenaje es un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo. Ocurre cuando un objeto se resguarda y protege contra un traslado no autorizado. Para que el objeto pueda ser sacado de este almacenaje, es necesaria una orden.



Demora: El símbolo de una demora es una letra D mayúscula. Se origina cuando las condiciones, excepto aquellas que cambian intencionalmente las características físicas o químicas del material, no permiten la inmediata realización de la siguiente acción planificada.



Actividad Combinada: Para indicar actividades realizadas conjuntamente, se combinan sus símbolos.

FINALIDAD DEL DIAGRAMA DE PROCESOS

- Es proporcionar una imagen clara en toda la secuencia de los acontecimientos en el proceso.
- Estudiar las fases del proceso en forma sistemática.
- Mejorar la disposición de locales y el manejo de materiales.

-
- Disminuir demoras.
 - Comparar dos métodos.
 - Estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se muestran los aspectos más resaltantes en relación al diseño metodológico empleado para llevar a cabo la investigación, describiendo el tipo de estudio, población y muestra, recursos y procedimientos empleados.

Tipo de Investigación

El presente trabajo está enmarcado en la modalidad de una investigación no experimental, ya que estudia los hechos tal y como se presentan en su contexto natural, sin alterar o influenciar ninguna de las variables, realizada a través de un estudio de campo de tipo descriptivo, y evaluativo, según el alcance de la misma.

Se considera de campo, ya que la información utilizada se obtuvo directamente de la realidad, es decir, del sitio donde se origina los hechos. Por ello, el estudio se realizó directamente en el Departamento de Gestión de la Calidad a través del seguimiento y la observación de las reparaciones de concreto, caras vistas del área de Estructura de Toma.

La investigación de campo se apoya en una investigación descriptiva, ya que el investigador se encontró en contacto directo con la problemática en estudio para detectar e indagar sobre todos los sucesos o dificultades que se presentan en las Reparaciones de concreto, caras vistas, a modo de exponer la situación actual del retrabajo que se ha presentado en las reparaciones.

Por otra parte, la investigación es de tipo evaluativa, ya que permite comparar las alternativas de mejoras al proceso actual de las reparaciones, para disminuir el retrabajo.

Población

Mohammad Naghi (2000), “se entiende por población, es el conjunto finito de personas, casos o elementos que presentan características comunes, de los cuales podemos indagar, para la cual serán validas las conclusiones obtenidas en la investigación”.

Muestra

Mohammad Naghi (2000), “La muestra es un subconjunto tomado de la población y es aquella a la que se aplican las herramientas para llevar a cabo la investigación”.

Por ello, tanto la población como la muestra son coincidentes y están representadas por las actividades u operaciones de las máquinas y equipos que entregarán al Departamento de Gestión de la Calidad para realizar las reparaciones, las cuales serán responsables del proceso de retrabajar esas reparaciones nuevamente.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En esta sección se detallan las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y análisis de la información.

Técnicas de Recolección de Datos:

- **Revisión Bibliográfica;** Se analizó todas las fuentes de información posible como: guías, manuales, publicaciones en Intranet, relacionados con el proceso de reparaciones.
- **Visita al Área de Trabajo;** Se realizó en el área de Estructura de Toma.
- **Observación Directa;** Estas permitieron percibir en forma directa el Proceso de reparación de concreto caras sumergidas con el fin de recopilar información necesaria del propio lugar donde ocurre el proceso y de esta misma forma estableció un diagnostico de la situación actual.
- **Entrevistas Informales;** Se realizó entrevistas no estructuradas a los inspectores del Departamento de Gestión de Calidad, así como los supervisores de las subcontratistas encargados de hacer las reparaciones, con el fin de conocer las posibles causas que dan origen al retrabajo de las reparaciones.

Materiales y Equipos Utilizados

A continuación se presenta todos los recursos utilizados para la perfecta ejecución de la investigación y recolección de datos.

Recurso Humano:

- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.
- Jefe de Departamento de Gestión de Calidad.
- Inspectores encargados de las reparaciones.
- Supervisores y Operadores de Subcontratista.
- Personal bibliotecario.

- Chofer para transportarme hasta el área.

Equipo De Protección Personal

Los equipos de protección personal están diseñados para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar de contacto con peligros químicos, radiológicos, químicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. A continuación se mencionan los distintos equipos de protección personal que fueron usados para la realización de este trabajo suministrado por la empresa:

- Camisa manga larga de jean.
- Botas de seguridad.
- Pantalón Jean color azul índigo.
- Lentes de seguridad claros y oscuros.
- Casco de protección.
- Mascarilla.
- Guantes.
- Protectores auditivos.
- Botas de seguridad, tipo caña Larga.

Recursos Físicos

Se presentan a continuación las herramientas necesarias para la ejecución del estudio dentro del área de trabajo.

- Papel tamaño carta.
- Lapiceros y lápices.
- Libreta de bolsillo.

- Computadora.
- Cámara Digital.
- Cronometro.
- Cinta métrica.
- Planos del área a trabajar.

Análisis de la Investigación

Una vez obtenidos los datos e información que se requiere, se procederá a realizar el análisis de la misma, de acuerdo a los objetivos planteados.

Procedimiento de la Investigación

Para realización de esta investigación y cumplir con los objetivos, se realizaron los siguientes pasos:

1. Charlas de inducción, donde se conoció el proceso de ejecución de la obra, los riesgos laborales existentes, las normas de seguridad y la política de calidad que tiene la empresa.
2. Consultas en el Centro de Información Tecnológica, manuales de inducción, informes, bibliografía, trabajos de Internet relacionados con el tema e Intranet, con el fin de obtener información teórica necesaria para la realización del estudio.
3. Revisión de los procedimientos para realizar los diferentes tipos de reparaciones en el área.
4. Visita al área, con el objetivo de familiarizarse con el proceso que se lleva a cabo en la misma, lo que permitió estar en contacto directo con el personal de trabajo, obteniéndose una mejor visualización de la situación actual, y de esta manera tener una perspectiva del problema que existe

en las reparaciones, y verificar cual de las reparaciones necesitan ser retrabajadas.

5. Entrevistas con el personal de Gestión de la Calidad encargados de las reparaciones, así como con los supervisores de la subcontratista que laboran en el área de Estructura de Toma. para conocer con exactitud cada una de las actividades que realiza y adquirir información acerca del proceso llevado a cabo en el área.
6. Recolección de datos referentes a los tipos e reparaciones que se hacen dependiendo del sitio donde se encuentren, así como las especificaciones para cada tipo de reparación dependiendo del daño
7. Establecimiento de las variables o causas a estudiar y la justificación de la selección de las mismas.
8. Aplicar los 7 pasos de mejora continua.
9. Presentación de un Plan de mejora continua que permita disminuir el retrabajo en el área de estructura de toma, del Proyecto Tocomá.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta una descripción general del área donde se realizó el estudio, describiendo las actividades que se efectúan, así como la descripción del proceso, la situación presente de las reparaciones de superficie de concreto.

REPARACIONES DE SUPERFICIES DE CONCRETO

Las reparaciones consisten en corregir las imperfecciones producidas por el desbaste de la superficie del concreto, donde será utilizado dependiendo del caso y la reparación que lo amerite, medios mecánicos e hidráulicos para lograr acondicionar el área específica.

El concreto dañado o defectuoso que contenga astillas, aristas rotas, concentraciones de agregados, cangrejeras o concreto sin consolidar, deberá ser removido hasta llegar al concreto sano. La reparación debe consistir en un corte inicial hecho alrededor de la parte defectuosa, con un disco de punta de diamante, luego se debe repicar toda el área recortada, hasta llegar al concreto sano y posteriormente sustituir el material extraído con mortero seco, mortero convencional, concreto con microsilice o con un mortero especial abrasivo. Todo acordado con CORPOELEC y Uriapari.

Ahora una vez se llegue al acero de refuerzo, este debe ser descubierto por completo a 2.50 cm, de profundidad por detrás de la barra antes de efectuar la reparación. No se debe efectuar ninguna reparación hasta que

CORPOELEC, haya inspeccionado la zona, aprobado los materiales a utilizar y métodos.

De un modo general, las áreas que son sometidas a reparaciones, se demarcan con una línea poligonal cerrada que no presente ángulos agudos. Las reparaciones a ejecutar en superficies sujetas a flujos hidráulicos, deben delimitarse con una línea demarcada con disco de corte, observado siempre que la misma no forme ángulos menores de 90° grados con la otra línea y tampoco formar una “x” en el encuentro de una línea con la otra.

La figura a continuación da una previa visualización de la forma de reparación de las superficies (Ver Figura 12).

En el caso de resultar en cavidad con la dimensión superior a los 15cm, se usa la alternativa de rellenar el área a ser reparada simultáneamente con la ejecución del concreto convencional de la capa correspondiente al trecho afectado. El concreto debe cernirse por el tamiz #4 (4,75mm) o 3/8” (9,5mm) según lo ordene CORPOELEC antiguamente CVG EDELCA. (Ver Figura 13).

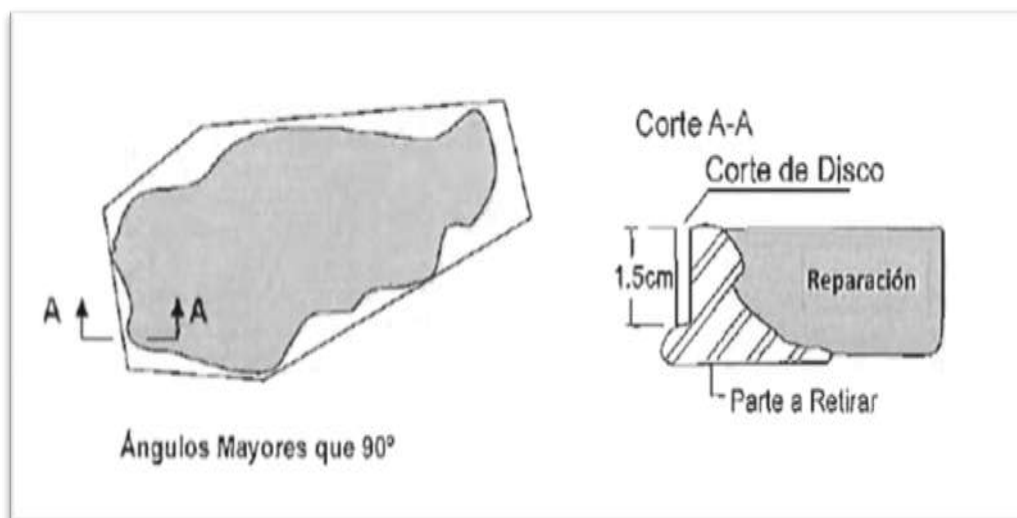


Figura 12: Reparaciones de Superficies.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

Situación Típica:

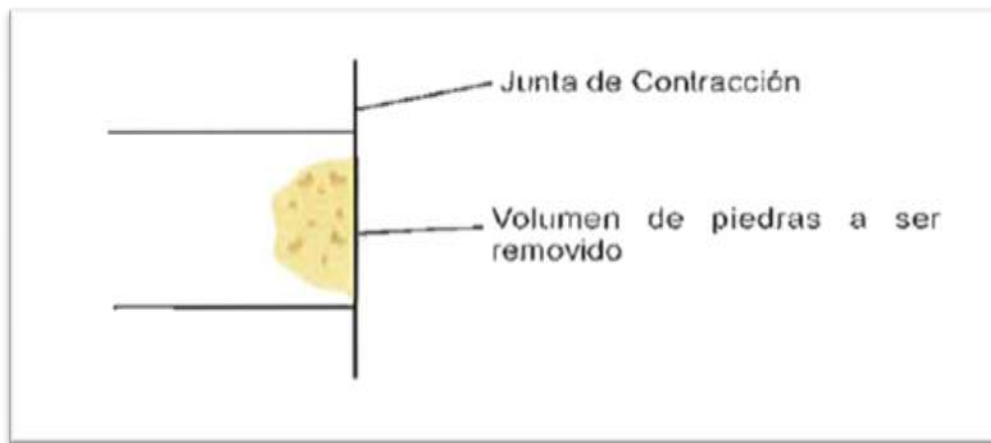


Figura 13: Situación típica con Cavidad con la Dimensión Superior a los 15cm.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS QUE SE DEBEN UTILIZAR EN UNA REPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO

- **Pistola de Proyección**, dotada de acople rápido para aire comprimido de doble agarre con embudo de 90° o pistola de succión de mortero a 45°.
- **Mezcla de Mortero Seco**, es un mortero con Microsílice, de máxima calidad y trabajabilidad, dosificado por volumen; los componentes de mortero, cemento, Microsílice y arena, son controlados y empaquetados por el laboratorio civil del consorcio O.I.V. Este mortero debe ser mezclado por trompos agregándole la cantidad de agua que requiera.
- **Compresor Compatible con el Método de Proyección**, debe tener la capacidad de mantener el flujo de aire sin variación hasta 200 psi y mínimo de 100psi.
- Regleta para nivelación, Cepillo de madera, Llana de albañilería y Moldes de madera de 30cm x 30cm x 0.5cm.

TIPOS DE REPARACIONES DE SUPERFICIES DE CONCRETO ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE ESTRUCTURA DE TOMA, TENIENDO EN CUENTA LA MANERA EN QUE DEBEN CORREGIRSE

Oquedades y/o Cangrejeras

Son vacíos u oquedades visibles en el concreto, causadas por defectos o por deficiencias en la colocación de concreto durante el vaciado, principalmente en la vibración. Para realizar la reparación de este tipo, se toma como alternativa la utilización de producto Sikatop 122 (SIKA) y también, puede ser empleado mortero de relación en peso 1:3 (cemento: área natural pasante por el tamiz #6 en peso) adicionada por lo menos con 5% de microsilice pulverizada en relación al peso del cemento en la composición del diseño. (Ver Figura 14).

A. Situación Típica:

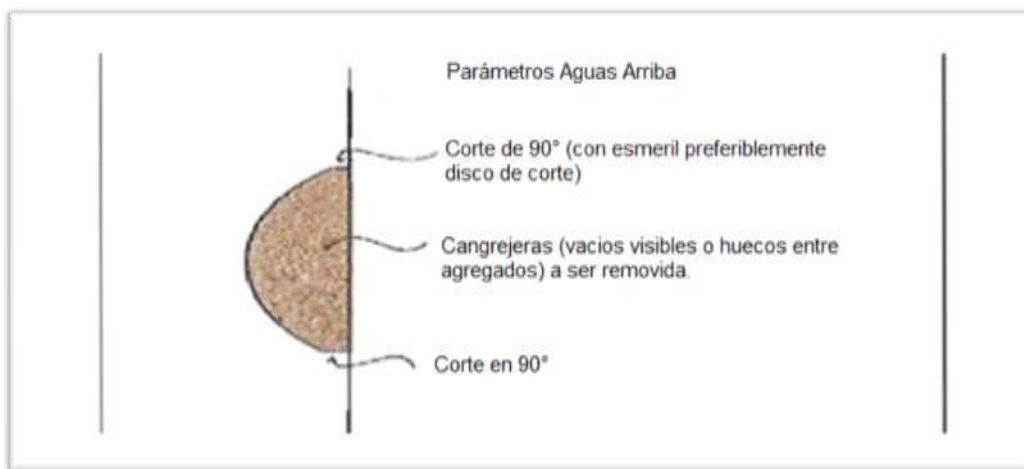


Figura 14: Situación Típica de Oquedades o Cangrejeras.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

B. Acciones Preventivas:

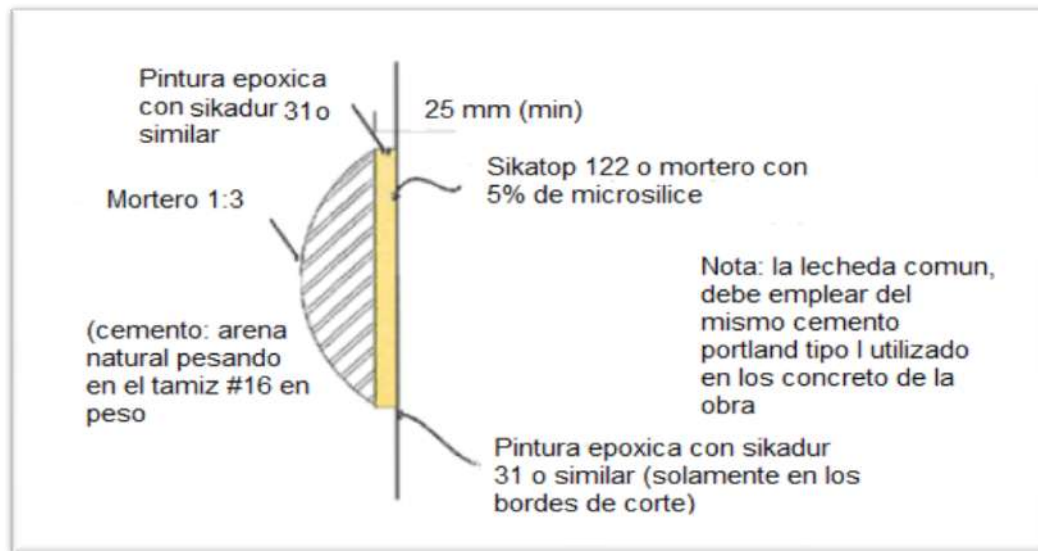


Figura 15: Acciones Preventivas de Oquedades o Cangrejas.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

C. Acción Correctiva:

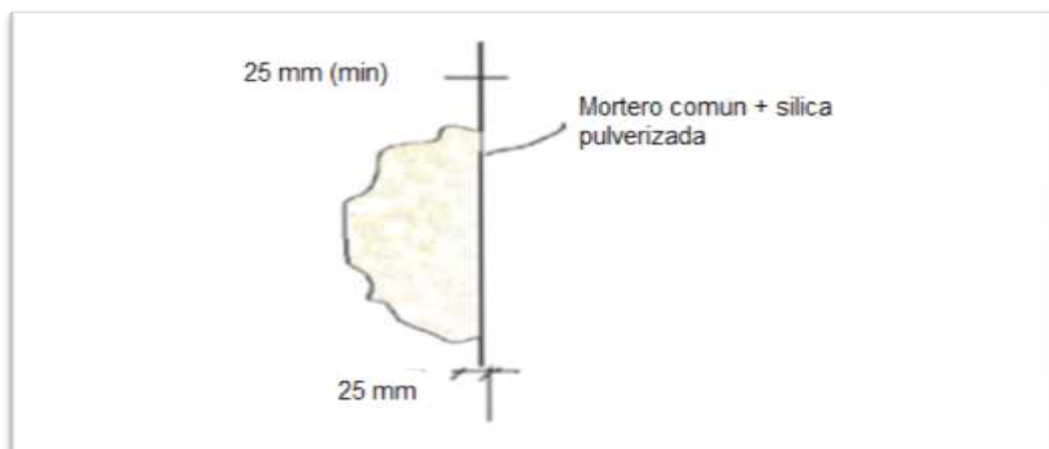


Figura 16: Acción Correctiva de Oquedades o Cangrejas.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil - Reparaciones*.

Juntas Frías o Discontinuidades entre Capas del Vaciado

Esta ocurre cuando se presenta discontinuidad en el vaciado de un elemento; la mezcla de concreto vaciada se endurece y al momento de continuar con la actividad de vaciado, el concreto colocado inicialmente presenta condiciones diferentes (temperatura, asentamiento, trabajabilidad, fraguado, etc.) al nuevo concreto. Tal interrupción es originada por lluvias intensas, defectos de equipos, u otra situación adversa que produzca atraso en el vaciado programado (Ver Figura 17).

En las juntas frías o de discontinuidad se remueve la arista en toda la extensión de estas. Se puede realizar la remoción por escarificación u otro recurso; todo el material de la superficie de la junta, extraño a la adherencia, se debe lavar y luego soplar el área de la reparación, manteniendo la superficie en la condición saturada superficialmente seca (Ver Figura 18):

- Aplicar Sikatop 122 o mortero común + microsilice pulverizada.

A. Situación Típica:

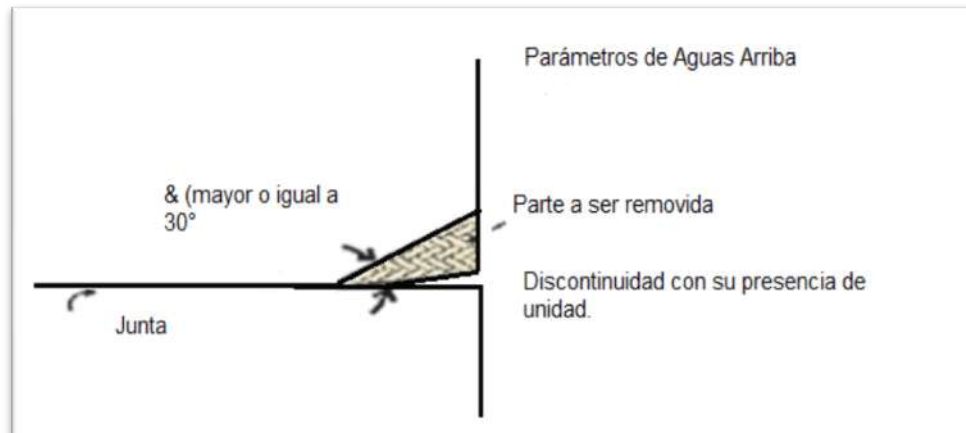


Figura 17: Situación Típica de Juntas Frías.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// Vitrine – civil- reparacion

A. Acción:

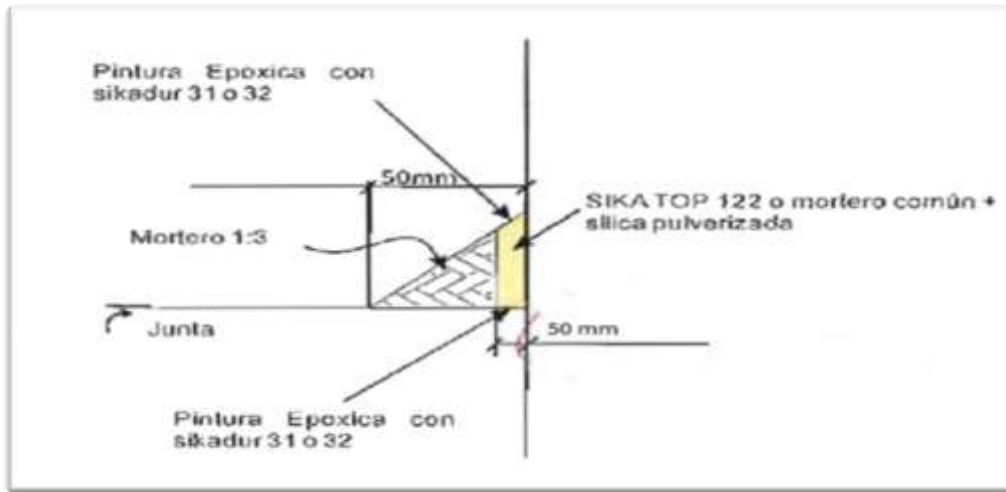


Figura 18: Acción Correctiva de Juntas Frías (1).

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

A. Acción Correctiva:

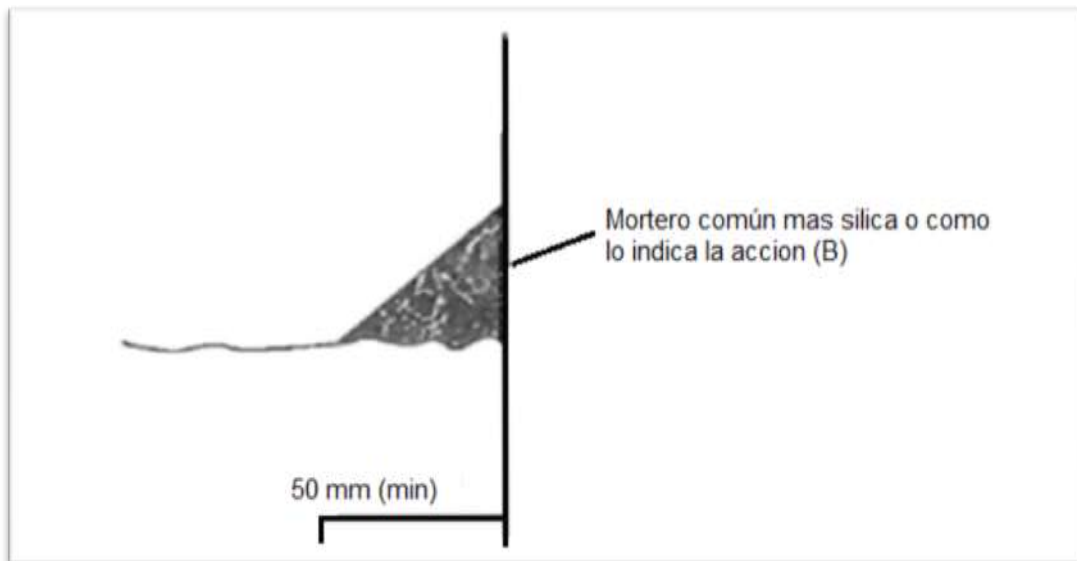


Figura 19: Acción Correctiva de Juntas Frías (2).

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

Agujeros de los Tensores de Fijación de Encofrado, (*Shebolts*)

Se remueve el tensor o segmento de la punta para garantizar el recubrimiento mínimo de 50mm; siguiendo los siguientes pasos:

- Limpiar y escarificar el espacio interior.
- Lavar y mantener en la condición saturada superficialmente seca.
- Aplicar los materiales de reparación.
- Donde fuera indicado el uso de pintura epóxica, el sustrato para la aplicación del material, debe estar completamente seco (Ver Figura 22).

I. Preparación Final:

A. Situación Actual:

Se debe realizar de acuerdo a la acción A (Ver figura 20).

B. Acción Correctiva:

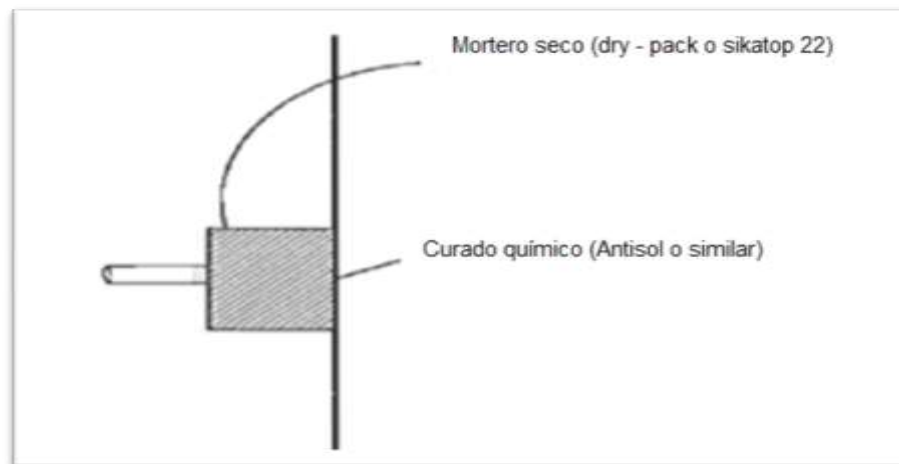


Figura 20: Situación Actual, Acción Correctiva de los Agujeros de los Tensores.

Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

II. Preparación Final:

A. Situación Típica:

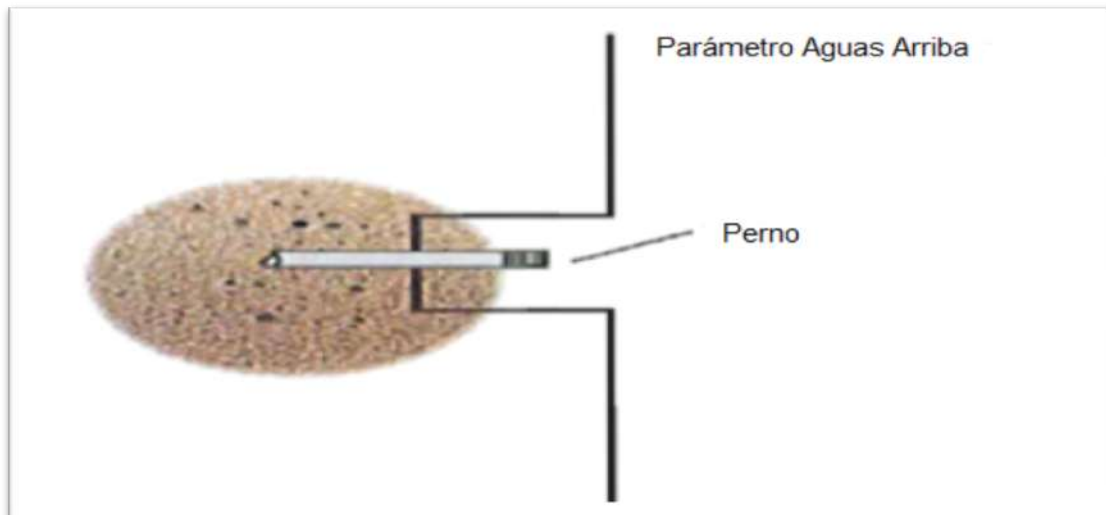


Figura 21: Situación Típica de los Agujeros de los Tensores.
Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

B. Acción Correctiva:

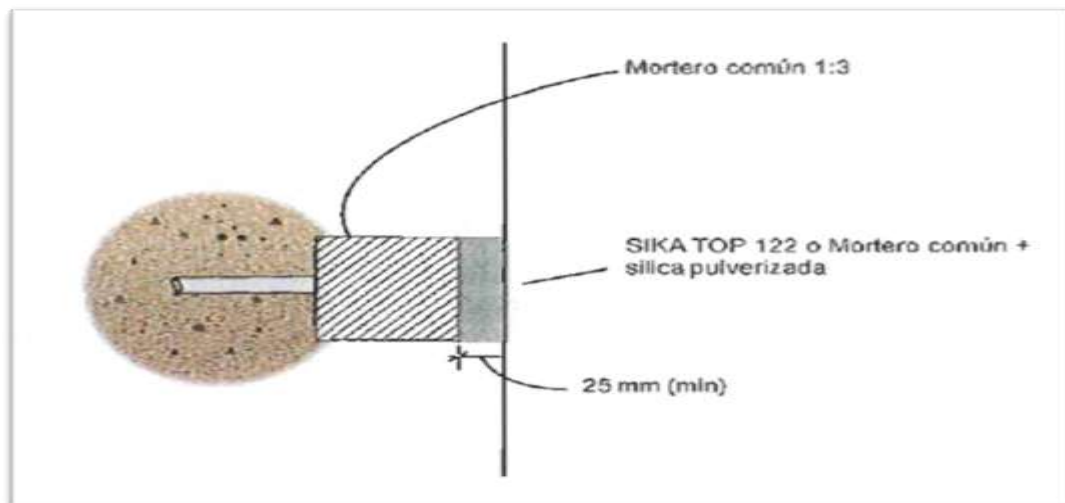


Figura 22: Acción Correctiva de los Agujeros de Tensores.
Fuente: Departamento de Gestión de la Calidad// *Vitrine – Civil*.

Otras situaciones de Reparaciones

Se puede presenciar que en la construcción de la central hidroeléctrica, Manuel Carlos Piar, existe evidencias de otras situaciones de reparaciones como lo son (grietas y fisuras) realizada mediante la inyección de grietas con productos de alta resistencia, donde no se necesita un proceso de reparación de gran magnitud, al igual que el de las aristas y esquinas. Al momento de realizar el trabajo investigativo, no fueron de gran peso para el área de Estructura de Toma.

Cuando se requiera la ejecución de otros tipos de reparaciones no indicadas en algún procedimiento, estas deben ser avaladas y establecidas bajo las condiciones y orientadas bajo gestión de la calidad, incorporándolas a los ya existentes procedimientos.

Diagrama de Proceso de Reparaciones de Superficie de Concreto (Shebolts).

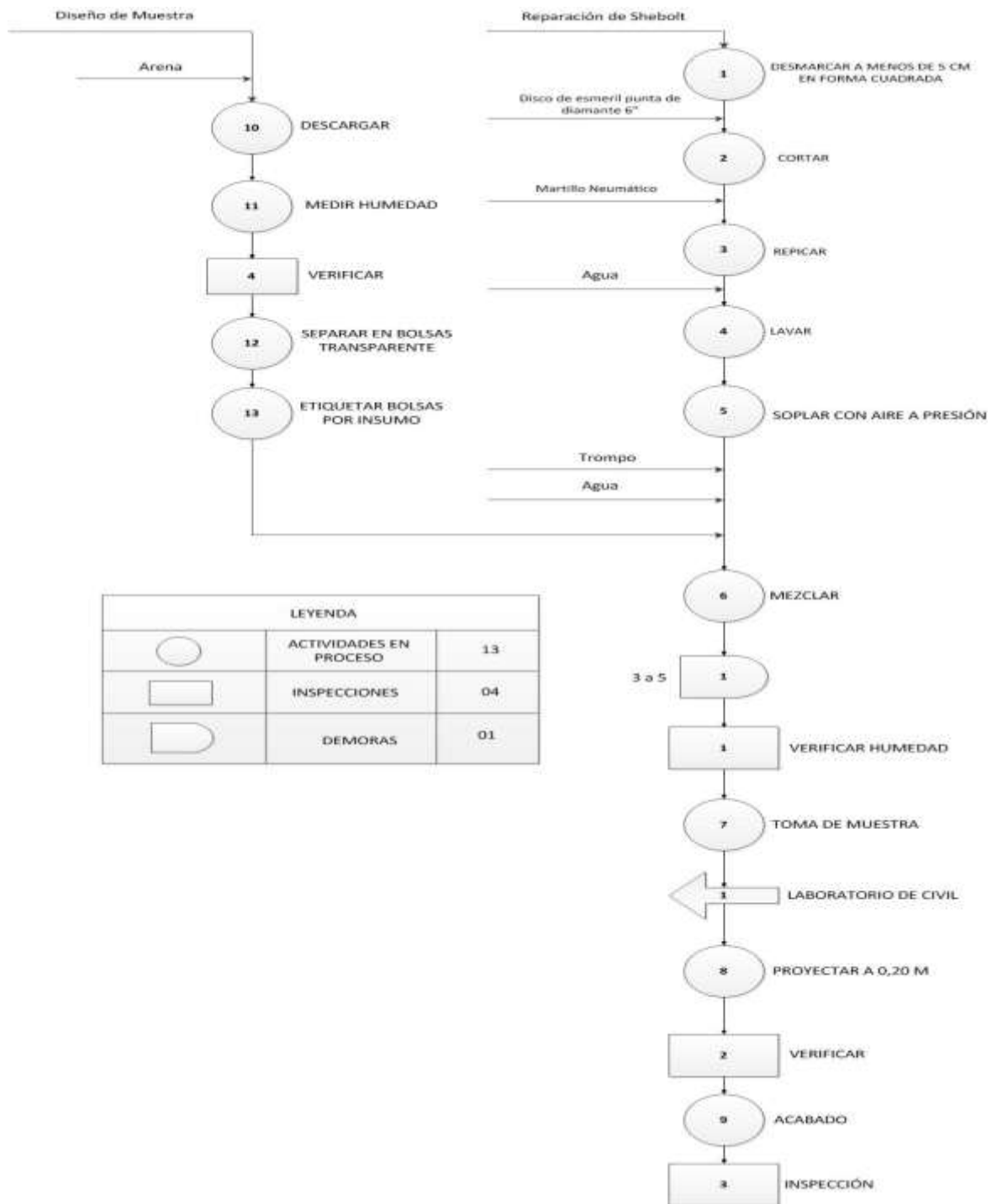


Figura 23: Reparaciones de Shebolts.

Fuente: Propia del Autor.

Diagrama de Procesos de Reparaciones de Superficie de Concreto de Juntas.

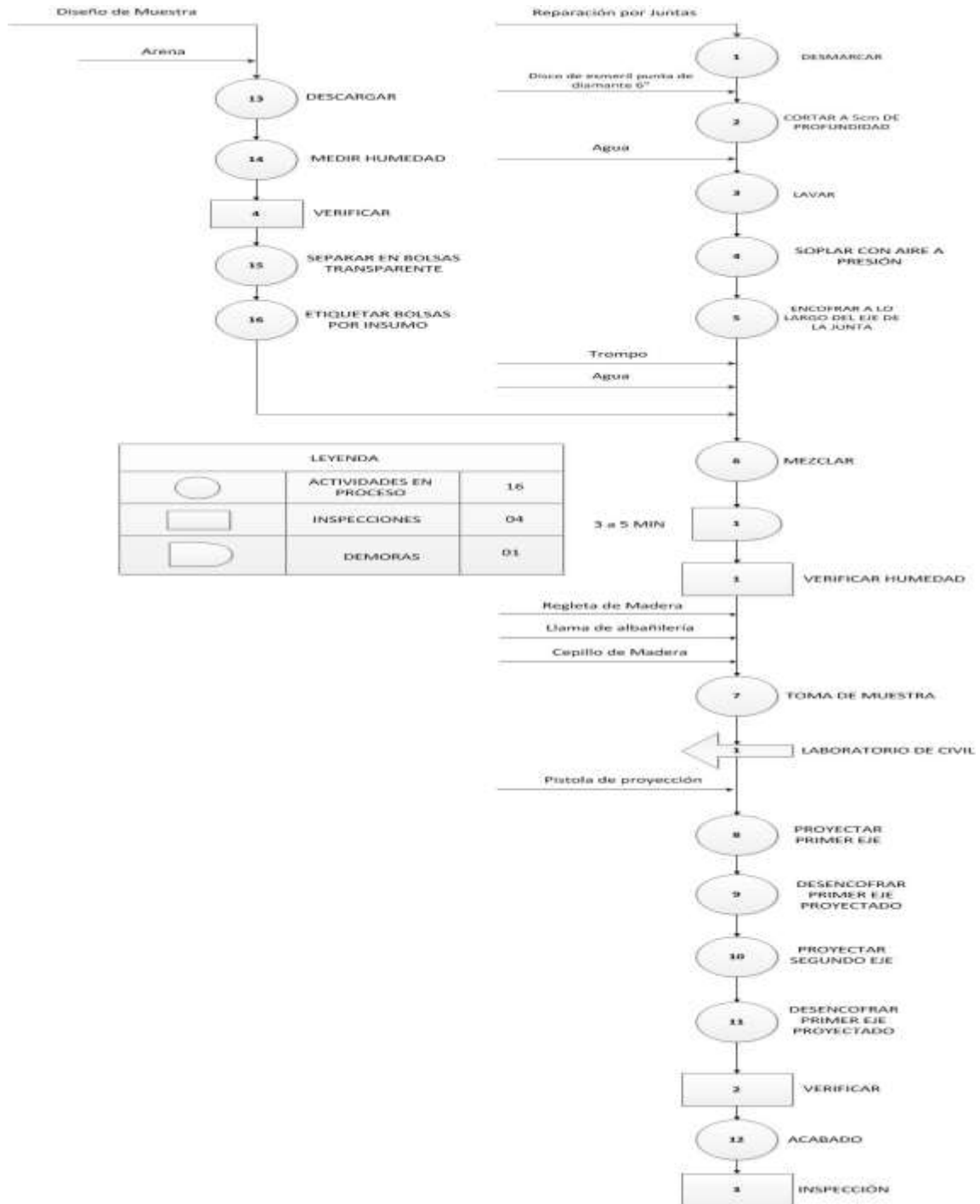


Figura 24: Reparaciones de Juntas.

Fuente: Propia del Autor.

Diagrama de Proceso de Reparaciones de Superficie de Concreto de Oquedades o Cangrejas.

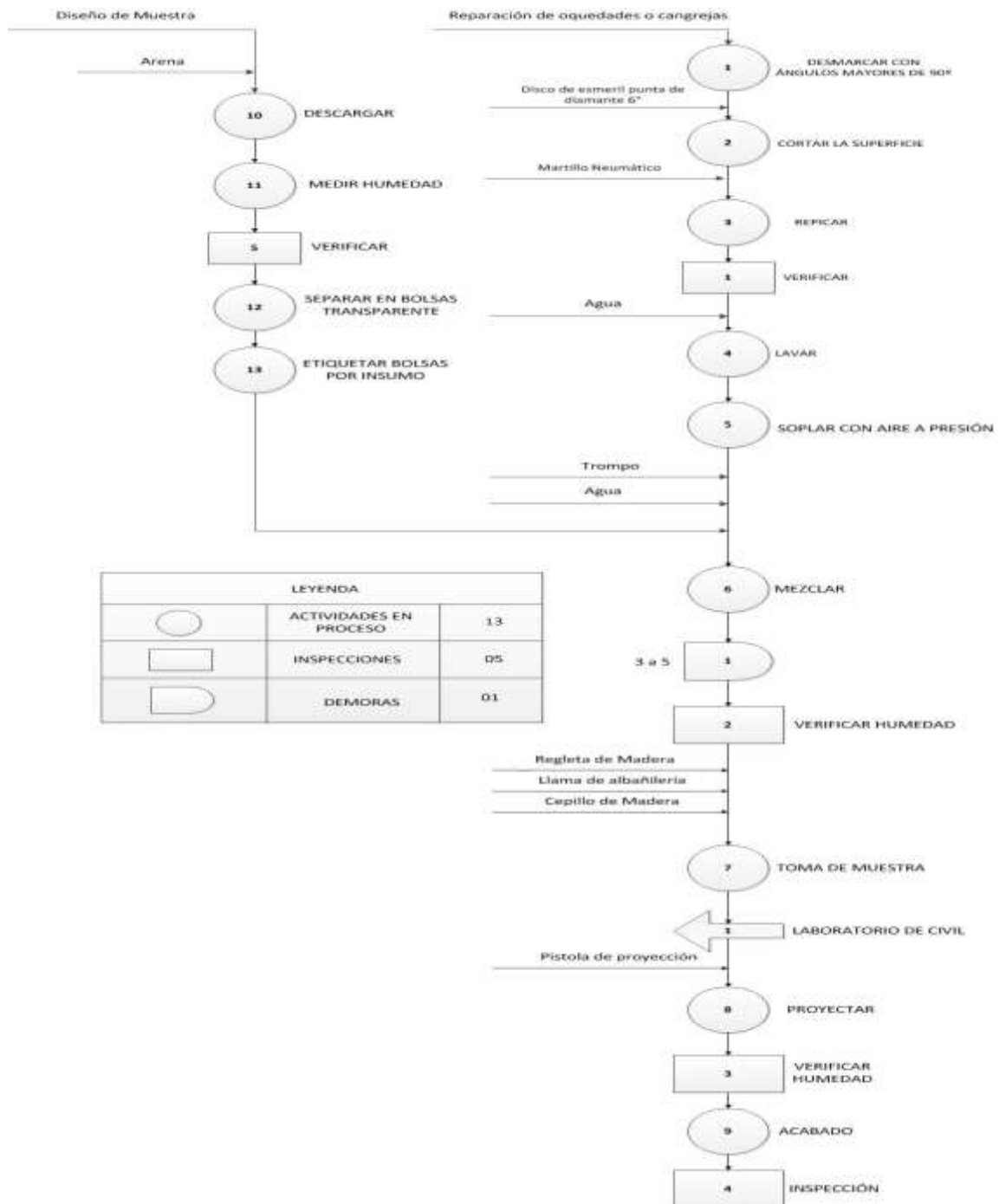


Figura 25: Reparaciones de Oquedades o Cangrejas.

Fuente: Propia del Autor.

Preparación del Área para las Reparaciones de Superficie de Concreto (*Shebolts*).

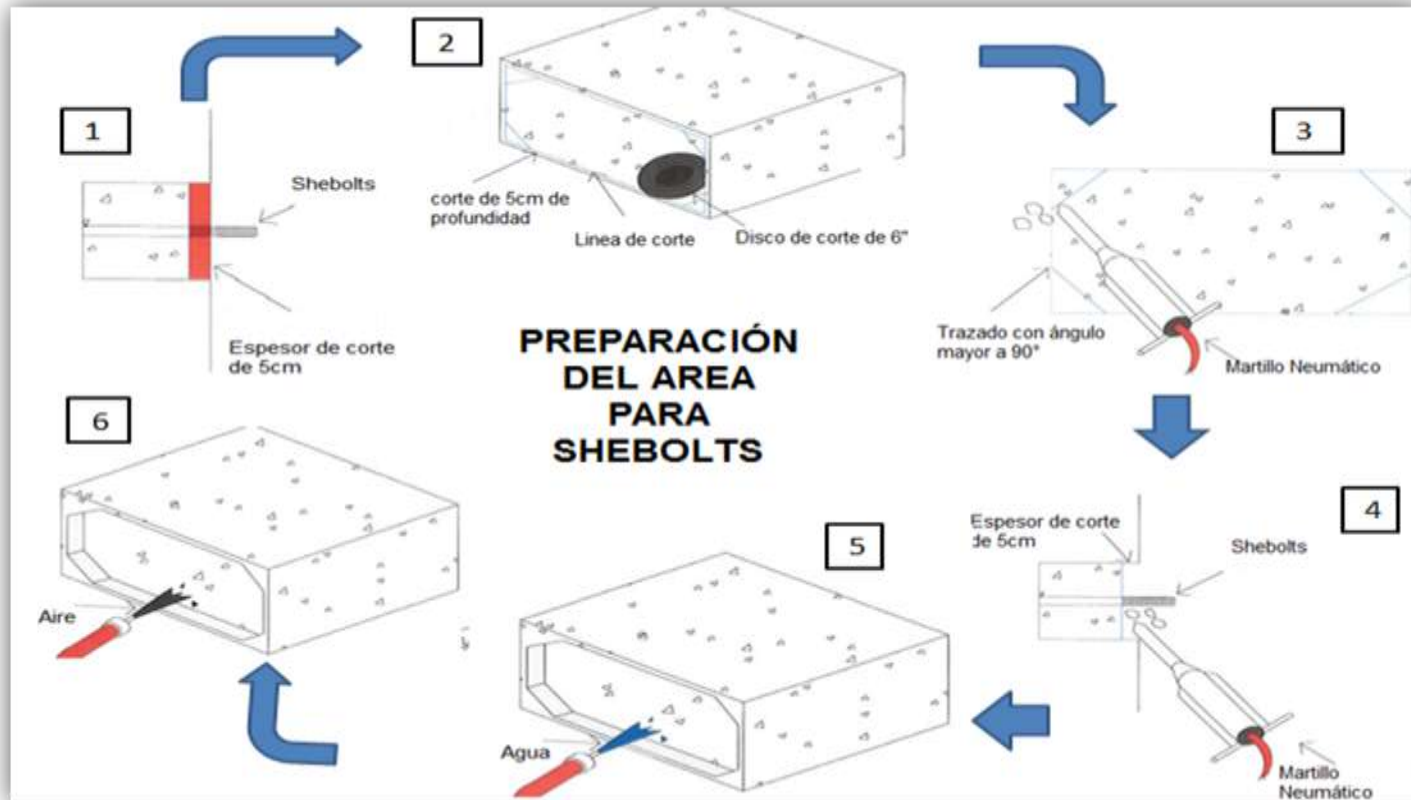


Figura 26: Proceso para la Preparación del Área, para *Shebolts*.

Fuente: Propia del Autor.

Toma de Muestra de las Reparaciones de Superficie de Concreto.

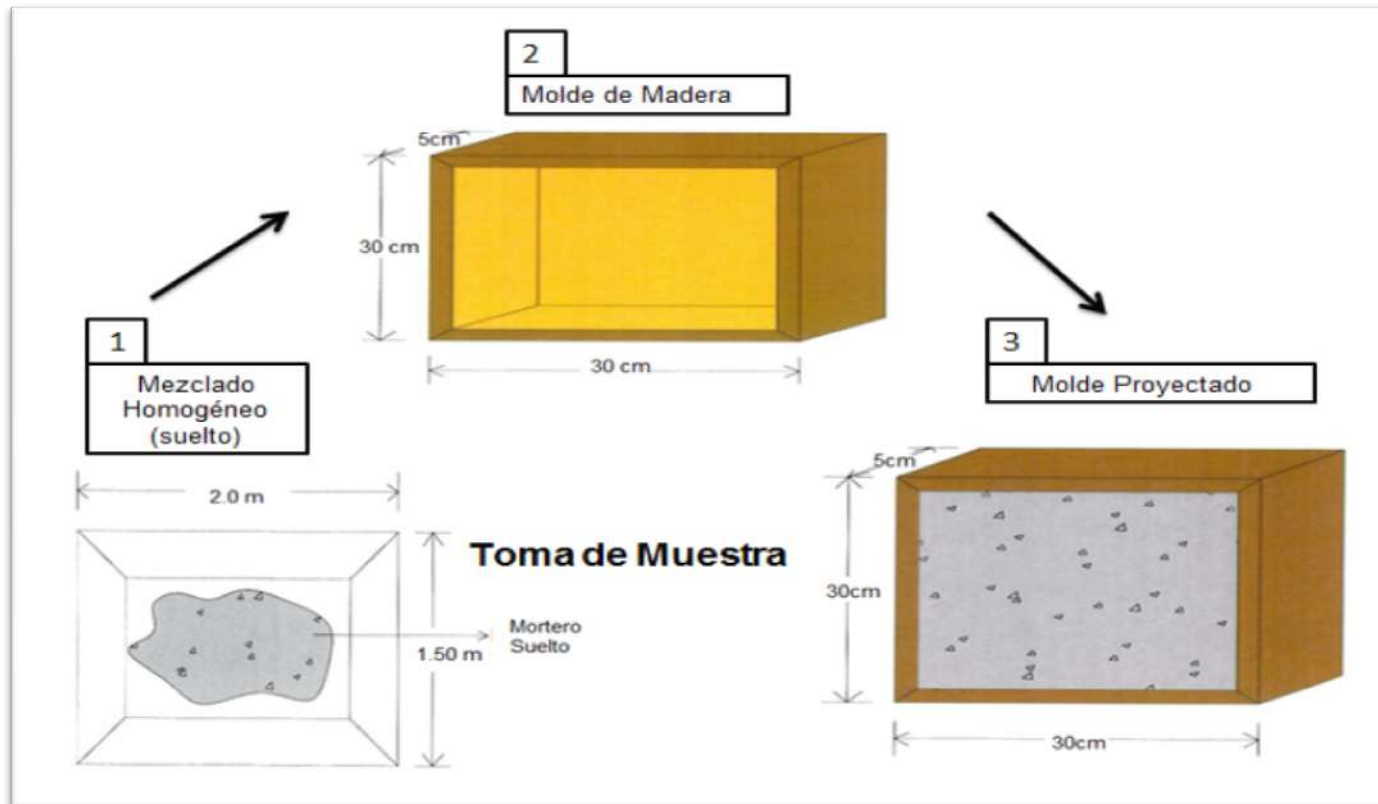


Figura 27: Toma de Muestra de Reparación.

Fuente: Propia del Autor.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Una vez descrita y evaluada la situación actual presente en el área de Estructura de Toma, la cual está involucrada con el problema de retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto se pudieron detectar muchas irregularidades y fallas, entre las cuales cabe resaltar las siguientes:

- Falta de comunicación entre subcontratista - inspección, trayendo como consecuencia que los trabajos no se realicen bajo los procedimientos de reparación de superficies de concreto ya establecidos, para el área donde se requiera ser reparada. Los inspectores del Consorcio Uriapari, son los encargados de realizar la inspección de la obra, toda reparación debe ser previamente supervisada por inspección.
- Escaso personal calificado para realizar las proyecciones de áreas afectadas, trayendo como consecuencia gran pérdida de recursos, y horas hombres trabajadas, ya que esos trabajos se deben repetir.
- Inspecciones no recurrentes, el personal que debe supervisar que las reparaciones sean avaladas por inspectores de gestión de la calidad no son periódicos, de igual manera por parte de la inspección (Consorcio Uriapari), se observó que eran muy pocos los encargados de supervisar las reparaciones.
- Condiciones ambientales del área donde se realizará la reparación afectan la mezcla, ocasionando que esta sea ineficiente para reparar, esto debido a que puede alterar los niveles de humedad, compactación, adherencia que debe tener dicha mezcla.
- Las subcontratistas no siempre se rigen por los procedimientos, tomando en cuenta cada una de las pautas previas la reparación.

Debido a lo antes expuesto, surge la necesidad de realizar un estudio exhaustivo respecto al retrabajo ocasionado en las reparaciones de superficies de concreto, del área de Estructura de Toma, esto con la finalidad de proponer mejoras aplicables para disminuir el retrabajo y optimizar el proceso.

Todas las reparaciones de superficies de concreto, del área de estructura de Toma, que han sido realizadas excluyendo los procedimientos avalados por CORPOELEC no son registradas, no se toman en cuentas aquellas reparaciones que han sido repetidas porque no se cumplieron los métodos adecuados para la ejecución de dicha reparación. Del mismo modo no se tiene el porcentaje de los costos asociados al valor real de las reparaciones.

CAPÍTULO VI

DISEÑO Y PROPUESTA

Ante la problemática que presenta el área, del estructura de toma con el retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua, es importante destacar que las reparaciones en las cuales se evidencio retrabajo no se encuentran documentadas, solo aquellas que son liberadas por Uriapari.

Causas y efectos del retrabajo en las reparaciones de superficie de concreto del área de Estructura de Toma

En una Central Hidroeléctrica, la Estructura de Toma se encarga de asegurar, canalizar y controlar la demanda de flujo de agua hacia la zona turbogeneradora. La Estructura de Toma del proyecto Tocomá es la estructura aguas arriba de la Casa de Máquinas Integrada, que funge como Presa Principal del Proyecto. La Estructura de Toma junto con la Presa de Enrocado Izquierda con pantalla de concreto, la Presa de Transición Izquierda, la Nave de Montaje, la Presa de Transición Intermedia, el Aliviadero, la Presa de Transición Derecha y la Presa Derecha conforman los Macro Componentes que represarán las aguas para la formación del lago artificial de Tocomá, para producir una energía promedio anual de 12,100 GWh.

El área de Estructura de Toma está compuesta por cinco monolitos, cada monolito a su vez lo constituyen dos unidades y cada unidad contiene tres ductos, los cuales harán un total de diez unidades y treinta ductos todos con una elevación que va desde la cola 76 m hasta la 130 m. cada ducto dispone de tres compuertas.

Reja contra basura (RTO).

Compuerta de Mantenimiento (CMA).

Compuerta de Emergencia (CTO).

Cabe destacar que las pilas de los monolitos 5 y 6 fueron vaciadas desde la cota 76 m hasta la elevación 105,50 m con encofrado convencional, de esta ultima elevación se preparo el siguiente vaciado con encofrado deslizante aprobado por CORPOELEC hasta la elevación 124,44m. En cambio las pilas de los monolitos 7, 8 y 9 se realizaron con encofrado deslizante desde la cota 76 m hasta la elevación 124,44 m, esto debido a que los vaciados ejecutados mediante el proceso de encofrado deslizante logran que se reduzca significativamente el tiempo y así el avance es mayor, evitando mayores retrasos a la obra.

Superficies de Concreto Cubiertas con Relleno

En las superficies de concreto, que serán zona de contacto con el material impermeable, se deberán reparar todas las imperfecciones, en las demás zonas de contacto se deberán reparar las cangrejeras y huecos dejados como consecuencia del uso de elementos de sujeción de encofrados, así como las irregularidades que perjudiquen las propiedades estructurales de la obra, siempre y cuando así lo apruebe CORPOELEC.

Superficies de Concreto Expuestas, No Destacadas a la Vista

A excepción del curado especificado, no se requerirá que las superficies de concreto que no van a destacarse a la vista, sean alisadas, o tratadas, excepto lo requerido para la reparación de las cangrejeras, agregado expuesto, desconchamientos, segregaciones o incrustaciones, o de otros

defectos en el concreto, especialmente si los perjudican las propiedades estructurales de la obra, siempre y cuando así lo apruebe CORPOELEC.

TIPOS DE REPARACIONES

Reparación Tipo 1

Reparación de *Shebolts* o agujeros de tensores con 2,5cm de profundidad, se realiza a consecuencia de los encofrados convencional, este tipo de reparación se realiza con el método de aplicación de taqueado teniendo una mezcla denominada Mor 12, utilizadas en superficies de concreto que tendrán contacto con el agua.

Reparación Tipo 2

Reparación de *Shebolts* o agujeros de tensores este tipo de reparación se realiza como consecuencia de encofrado convencional, para ajustar el encofrado se colocan *Shebolts* dentro del vaciado que luego necesitan ser reparados de la manera ya que estos se encuentran en superficies que tendrán contacto con el agua. Estas reparaciones expuestas al contacto con el agua deben quedar totalmente lisas y con la máxima adherencia al concreto ya fraguado, este tipo de reparación debe hacerse por medio del método de proyección, Con una mezcla de Mor 12, Se debe cortar la superficie cuando exista segregación $\leq 2,5\text{cm}$.

Reparación Tipo 3

Este tipo de reparaciones corresponden a las oquedades o juntas con segregación de concreto $> 2,5\text{cm}$ hasta 5cm sin descubrir el acero (cabilla) este tipo de reparación deberá realizarse por medio de corte con disco lo

más cercano a la cangrejera o junta con el fin de no dañar el concreto solidificado que se encuentra en perfectas condiciones. Se debe proyectar dejando una superficie lisa con una mezcla de Mor 12, para la superficie expuestas al contacto con el agua.

Reparación Tipo 4

Este tipo de reparación corresponde a las oquedades o juntas con segregación de concreto $> 2,5\text{cm}$ en el cual se descubre el acero (cabilla) mediante el proceso de repicado, este se debe seguir repicando hasta conseguir concreto sano sin segregación, una vez determinado el tipo de reparación se deberá encofrar y vaciar dejando un acabado de la superficie liso ya que este tipo de reparación estará en contacto con el agua. De igual manera la mezcla a utilizar será el Mor 12.

El Mor 12 es la codificación que se le da al diseño de mezcla que se utiliza para las reparaciones de superficies de concreto expuestas al contacto con el agua. Componentes de la mezcla Mor 12: (Ver Tablas 9 y 10).

Tabla 9. Insumos del Diseño de Mezcla, Caras Expuestas al Contacto con Agua (Dosificado en Campo).

Dosificado en Campo	Teórico	Por Saco de Cemento
Cemento <i>Portland</i> Tipo II (Kg)	416	42,6
Microsílice (Kg)	31	3,167
Agua (L)	150	15,3
Arena Fina Metso (Kg)	1040	106,3

Fuente: Laboratorio Civil de Consorcio O.I.V.

Tabla 10. Insumos del Diseño de Mezcla, Caras Expuestas al Contacto con Agua (Dosificado por tobo).

Dosificado por Tobo	UND.	Dosificación
Cemento Portland II	Kg	42,5
Microsílice	Kg	3,167
Agua	Tobos	1 ¼
Arena Fina Metso	Tobos	7 ½

Fuente: Laboratorio Civil de Consorcio O.I.V.

A continuación se presentan los Equipos Materiales, y herramientas utilizados en las Reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua, del área de Estructura de Toma, específicamente por estructuras a ser reparadas. (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Equipos.

Reparaciones de Superficies de Concreto (caras Expuestas al Contacto con el Agua)	Cantidad
• Trompo Manual	1
• Martillo Neumático con Mecha de Repique	2
• Piedra de Esmeril y Rotamil	4
• Pistola de Proyección, dotada de Acople Rápido para Aire Comprimido de Doble Agarre con Embudo a 90°	2
• Compresor con Flujo de Aire hasta 200 psi y mínimo 100 psi	1
Total	10

Fuente: Propia del Autor.

Costos asociados al valor real de las reparaciones de superficies de concreto, se debe tener en cuenta que estos equipos, materiales y

herramientas son utilizados en una estructura a ser reparada, las empresas contratistas realizan trabajos simultáneos, y sus cuadrillas oscilan entre cinco a siete cuadrillas, dependiendo de la cantidad de trabajos que se les haya asignado o responsabilizados.

El precio de alquiler o costo de los equipos, herramientas y materiales fueron extraídos de la página de APV Obras, donde muestran los costos actualizados, siendo realizadas las reparaciones para en un lapso de 90 días para la ejecución de las reparaciones y la depreciación de los mismos. (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Costos Asociados a las Reparaciones de Superficies de Concreto de los Equipos.

Equipos	Cantidad	Precio	Costo Total	Depreciación
	N° de Equipos	Bs.	Bs.	
Trompo	1	250	22500	1,000000
Martillo Neumático	2	4772	9544	1,000000
Esmeril o Rotamil	4	90,00	32400	1,000000
Pistola de Proyección	2	100	1500	0,040000
Compresor	1	200	18000	1,000000
Total			83944	-

Fuente: Propia del Autor.

Tabla 13. Herramientas.

Reparaciones de Superficies de Concreto (Caras Expuestas al Contacto con el Agua)	Cantidad
• Tobo de Albañilería	5
• Llana de Esponja	6
• Regleta	3
• Cuchara 6"	2
• Pala Rectangular	1
Total	17

Fuente: Propia del Autor.

Tabla 14. Costos Asociados a las Reparaciones de Superficies de Concreto de las Herramientas.

Herramientas	Cantidad	Precio	Costo Total	Depreciación
	N° de Equipos	Bs.	Bs.	
Tobo de Albañilería	6	50,00	300,00	1,000000
Llana de Esponja	6	61,94	371,64	1,000000
Regleta de Albañil	2	62,68	11282,40	0,040000
Cuchara de 6"	2	127,00	762,00	0,010000
Pala Rectangular	1	125,00	375,00	1,000000
Total			13090,40	-

Fuente: Propia del Autor.

A continuación se presentan los costos asociados al valor real de mano de obra, teniendo en cuenta que el personal trabaja 12 horas al día. Las empresas contratistas realizan trabajos simultáneos, y sus cuadrillas oscilan entre cinco a siete cuadrillas, dependiendo de la cantidad de trabajos que se les haya asignado o responsabilizados.

Los salarios fueron extraídos del tabulador de oficios y salarios básicos de la convención colectiva de trabajo 2010-2012, las reparaciones de superficies de concreto del área de Estructura de Toma fueron realizadas en un lapso de 90 días, el personal que a continuación se presenta, forma parte de la cuadrilla atípica para ejecutar reparaciones en una estructura. (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Mano de Obra.

Reparaciones de Superficies de Concreto (caras Expuestas al Contacto con el Agua)	Cantidad
• Supervisor	1
• Caporal	1
• Operador	1
• Albañiles	2
• Ayudantes	4

Fuente: Propia del Autor.

Costos Asociados al Valor Real a las Reparaciones de Superficies de Concreto

Horas-Hombre = n° personas * n° horas/día * total días de trabajo.

Costo de Mano de Obra Directa = n° personas * n° hr/día * total días de trabajo * salario.

Estos cálculos se realizaron para cada uno de los cargos descritos en las reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua tal como se muestra a continuación en la Tabla 16.

Ejemplo para el Cálculo de Horas – Hombres y Costos de Mano de Obra Directa

Horas - hombre Supervisor= $1 \times 12 \times 90 = 1080$

Horas - hombre Albañil= $2 \times 12 \times 90 = 2160$

Horas – hombre ayudante= $4 \times 12 \times 90 = 4320$

Costos de Mano de Obra Directa Supervisor= $1 \times 12 \times 90 \times 166,05 = 179334$.

Costo de Mano de Obra Directa Albañil= $2 \times 12 \times 90 \times 130,18 = 281188,8$.

Costo de Mano de Obra Directa Ayudante= $4 \times 12 \times 90 \times 103,81 = 448459,2$

Tabla 16. Análisis de Costos Asociados a las Reparaciones de Superficies de Concreto.

Mano de Obra	Cantidad	N° de Horas al Día	Salario	Costo Total	Horas Hombre
	N° Personas	Hr/Día	Diario	Bs.	H-H
Supervisor	1	12	166,05	14944,5	1080
Caporal	1	12	116,39	10475,1	1080
Operador	1	12	130,18	11716,2	1080
Albañil	2	12	130,18	23432,4	2160
Ayudante	4	12	103,81	37144,8	4320
Total de Mano de Obra				97713	9720
Factor de Costos Asociados			750%	732847,5	-
Costo de Mano de Obra				830560,5	

Fuente: Propia del Autor.

A continuación se refleja, mediante un diagrama Causa - Efecto los principales problemas que influyen en el retrabajo de las reparaciones de superficie de concreto, caras expuestas al contacto con el agua, del área de estructura de Toma. (Ver Figura 28).

Diagrama Causa – Efecto del Retrabajo en las Reparaciones de Superficie de Concreto, Caras en Contacto con el Agua

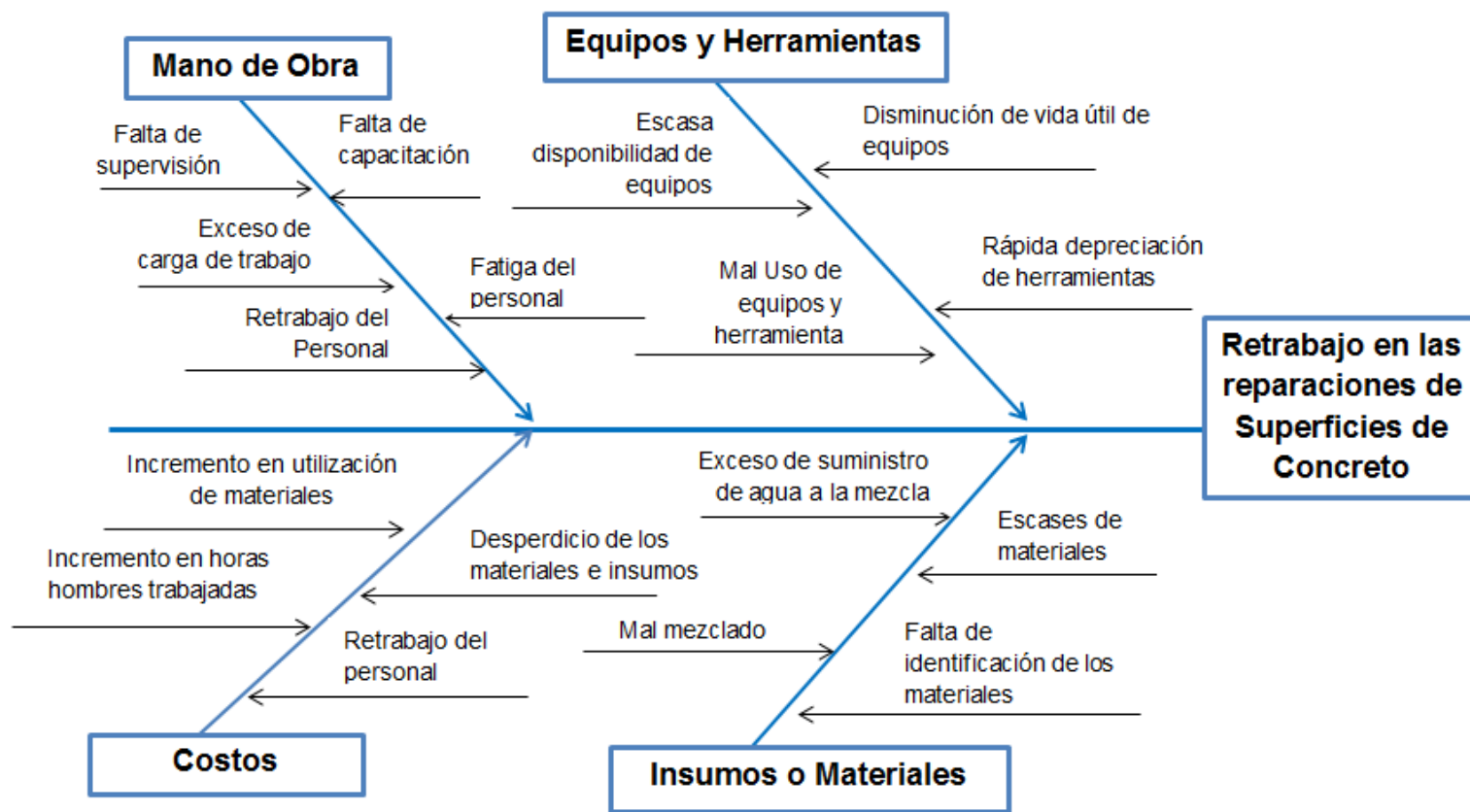


Figura 28: Diagrama Causa – Efecto.
Fuente: Propia del Autor.

Los vaciados realizados con encofrado convencional están compuestos por moldes de altura variable según las exigencias del edificio a construir. Estos van anclados a los muros ya hormigonados mediante pernos de anclaje que van siendo dejados en la etapa anterior, todos esos pernos anclados deben ser reparados y se encuentran en toda la estructura trayendo como consecuencia que hayan alto porcentaje de retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto hecho que ha generado quejas e inconvenientes en el área de Estructura de Toma, cuyo resultado se ve reflejado en la insatisfacción de su principal cliente, en este caso CORPOELEC.

Para efectos de este estudio sólo se tomó la mano de obra, equipos y herramientas, costos y los insumos y materiales; ya que estos son los cuatro (04) factores fundamentales que contribuyen en gran medida al problema existente en el área de estructura de Toma que trae como consecuencia retrabajo en las superficies de concreto.

Mano de Obra

La mano de obra para las reparaciones de superficies de concreto conlleva al retrabajo del personal debido a la falta de adiestramiento y personal calificado para realizar estas reparaciones, por otra parte hay escaso personal supervisando los trabajos, generando a su vez exceso de trabajo y fatiga en el personal.

Equipos y Herramientas

Los equipos utilizados en las reparaciones de superficies de concreto tienen una vida útil corta debido a los trabajos realizados, las condiciones en que son utilizados, muchas veces por personal no calificado ni con el debido adiestramiento para realizarlas.

Insumos y Materiales

Se debe tener en cuenta que los materiales deben cumplir con ciertas especificaciones, para su identificación, almacenamiento, mezclado y proyección. En las reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua se han presentado problemas con respecto a la falta de identificación de los insumos a utilizar en la mezcla, del mismo modo se percibió que el retrabajo muchas veces se presento porque la mezcla tenia exceso de agua, debido al mal mezclado.

Costos

Para las reparaciones de superficies de concreto una de las principales fallas que existen están asociados a los costos, debido a la falta de inexperiencia del personal que labora ocasionando retrabajo, de la misma manera se percibió incremento de horas hombres trabajadas, utilización de materiales y desperdicios de los mismos.

Causas que Originan el Retrabajo en las Reparaciones de Superficies de Concreto, Expuestas al Contacto con el Agua, del Área de Estructura de Toma

Según las entrevistas realizadas al personal que labora en el área de Estructura de Toma, tanto a inspectores como supervisores de los trabajos en dicha área realizados, cabe destacar que en la ejecución de la obra se percibieron muchas reparaciones y en su defecto retrabajo a la hora de ser reparadas las estructuras afectadas, las causas que originan el Retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto, (Ver Tabla 17).

Para detallar de manera más clara dicha situación, se presenta un Diagrama de Pareto para los meses Junio, Julio y Agosto haciendo diariamente un seguimiento a las reparaciones de concreto. Solo para el área de Estructura de Toma.

Se debe tener en cuenta que en la construcción de la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar” (Tocoma). Las reparaciones de las superficies son ejecutadas por diversas subcontratistas.

Tabla 17. Diagrama de Pareto de las Causas de Retrabajo en las Reparaciones de Superficies de Concreto.

Defectos	Causas	Simbología
Retrabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos con Premuras. • Mala Proyección. • Falta de Comunicación entre Subcontratista - Inspección. • Falta de Comunicación entre Subcontratista - caporal y éste con el Operario • Condiciones Ambientales poco aptas para realizar Trabajos 	A
Escaso Personal Calificado	<ul style="list-style-type: none"> • Adiestramiento Insuficiente. • Elevados Costos de Mano de Obra. 	B
Inspección No Recurrente	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de Contrataciones • Escasos Inspectores • Muchas Reparaciones en la Obra 	C

Fuente: Propia del Autor.

Diagrama de Pareto para el Mes de Junio

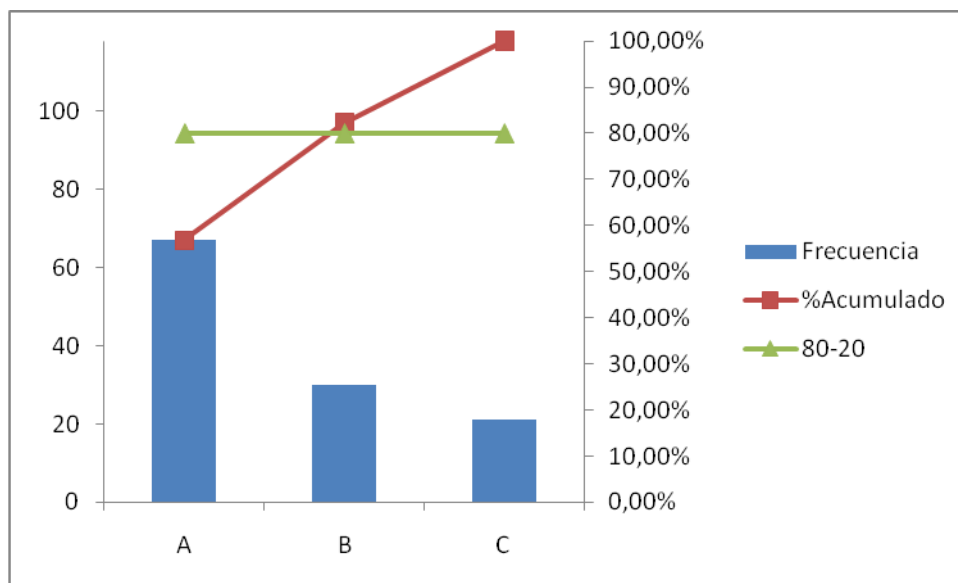
Para el mes de Junio se percibió la siguiente variación en cuanto al retrabajo causado en las reparaciones de superficies de concreto. (Ver Tabla 18).

Tabla 18. Número de Defectos en las Reparaciones para el Mes de Junio.

Causas	Nro. De Frecuencia de los Defectos	Nro. De Frecuencia Acumulada	Porcentaje % Total	Porcentaje % Acumulado
A	67	67	56,779	56,78
B	30	97	25,423	82.2
C	21	118	17,796	100
Total	118	-	-	-

Fuente: Propia del Autor.

Gráfico 1. Causas de Retrabajo en Reparaciones para el Mes de Junio



Fuente: Propia del Autor.

Diagrama de Pareto del Mes de Julio

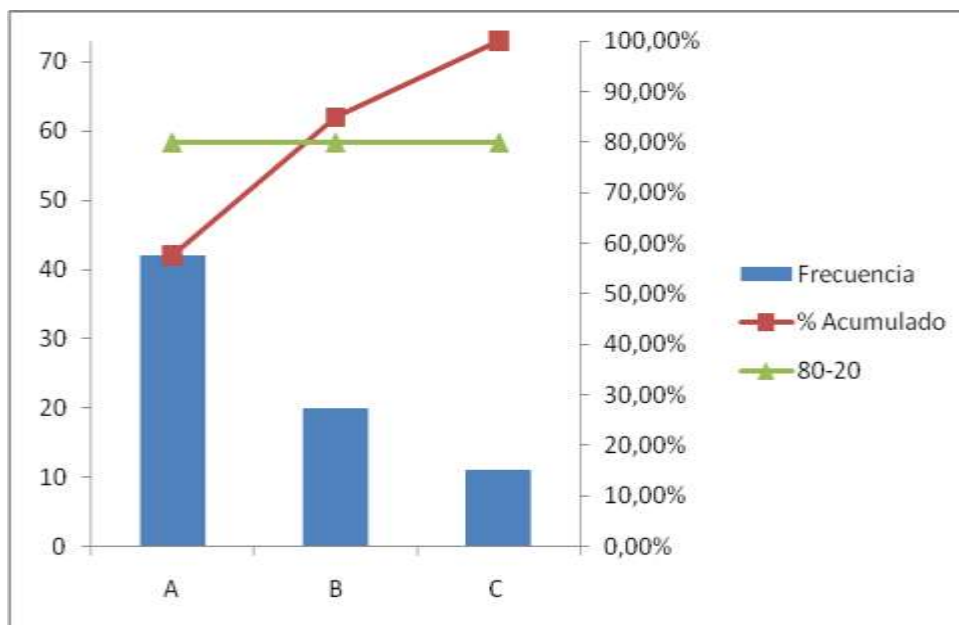
Para el mes de Julio se percibió la siguiente variación en cuanto al retrabajo causado en las reparaciones de superficies de concreto. (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Número de Defectos en las Reparaciones para el Mes de Julio.

Causas	Nro. De Frecuencia de los Defectos	Nro. De Frecuencia Acumulada	Porcentaje % Total	Porcentaje % Acumulado
A	42	42	57,534	57,53
B	20	62	27,397	84,93
C	11	73	15,068	100
Total	73	-	-	-

Fuente: Propia del Autor.

Gráfico 2. Causas de Retrabajo en Reparaciones para el Mes de Julio



Fuente: Propia del Autor.

Diagrama de Pareto del Mes de Agosto

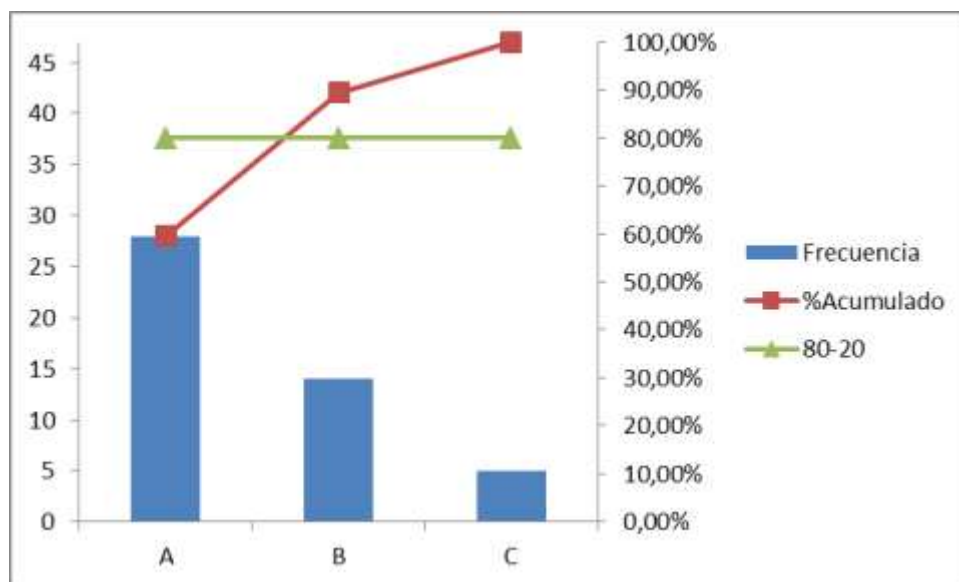
Para el mes de Agosto se percibió la siguiente variación en cuanto al retrabajo causado en las reparaciones de superficies de concreto. (Ver Tabla 20).

Tabla 20. Número de Defectos en las Reparaciones para el Mes de Agosto.

Causas	Nro. De Frecuencia de los Defectos	Nro. De Frecuencia Acumulada	Porcentaje % Total	Porcentaje % Acumulado
A	28	28	59.574	59.574
B	14	42	29.787	29.787
C	5	47	10.638	100
Total	47	-	-	-

Fuente: Propia del Autor.

Gráfico 3. Causas de Retrabajo en Reparaciones para el Mes de Agosto



Fuente: Propia del Autor.

En los diagramas mostrados anteriormente, se pueden observar que durante los últimos tres meses, el mes que presentó mayor incremento en los defectos causados en las reparaciones de superficies de concreto debido al retrabajo es el mes de Junio, esto debido que en los últimos meses las estructuras son vaciadas con encofrado tipo deslizante, generando esto que sean menos las reparaciones a ejecutar.

PRIMER PASO: Selección de los Problemas

En este paso se identifican los problemas existentes en el área de Estructura de Toma en el proceso de las reparaciones de superficies de concreto y las oportunidades de mejora del mismo, utilizando para ello el Diagrama de Caracterización dónde se resumen los proveedores, insumos, procesos, productos y clientes del departamento (Ver Figura 29).

Diagrama de Caracterización

El diagrama de caracterización es una herramienta que permite visualizar esquemáticamente los principales componentes de un proceso, tales como: proveedores, insumos/entradas, subprocesos, salidas/productos y los clientes/usuarios. Del mismo modo, muestra cuáles son los atributos de entrada y salida del proceso así como los factores claves que deben llevarse a cabo para lograr el éxito de la gestión. Además muestra los indicadores que deben establecerse en determinadas etapas del proceso.

El diagrama de caracterización es de gran utilidad, puesto que, permite la identificación de todos los factores que intervienen en un proceso y que se deben controlar, por lo tanto, es la base para gerenciarlo.

A continuación se muestra el diagrama de caracterización propuesto para el proceso “*Reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua, del área de Estructura de Toma*”. (Ver Figura 29).

Objetivo: Ejecutar Reparaciones de Superficies de Concreto.

Área: Estructura de Toma.

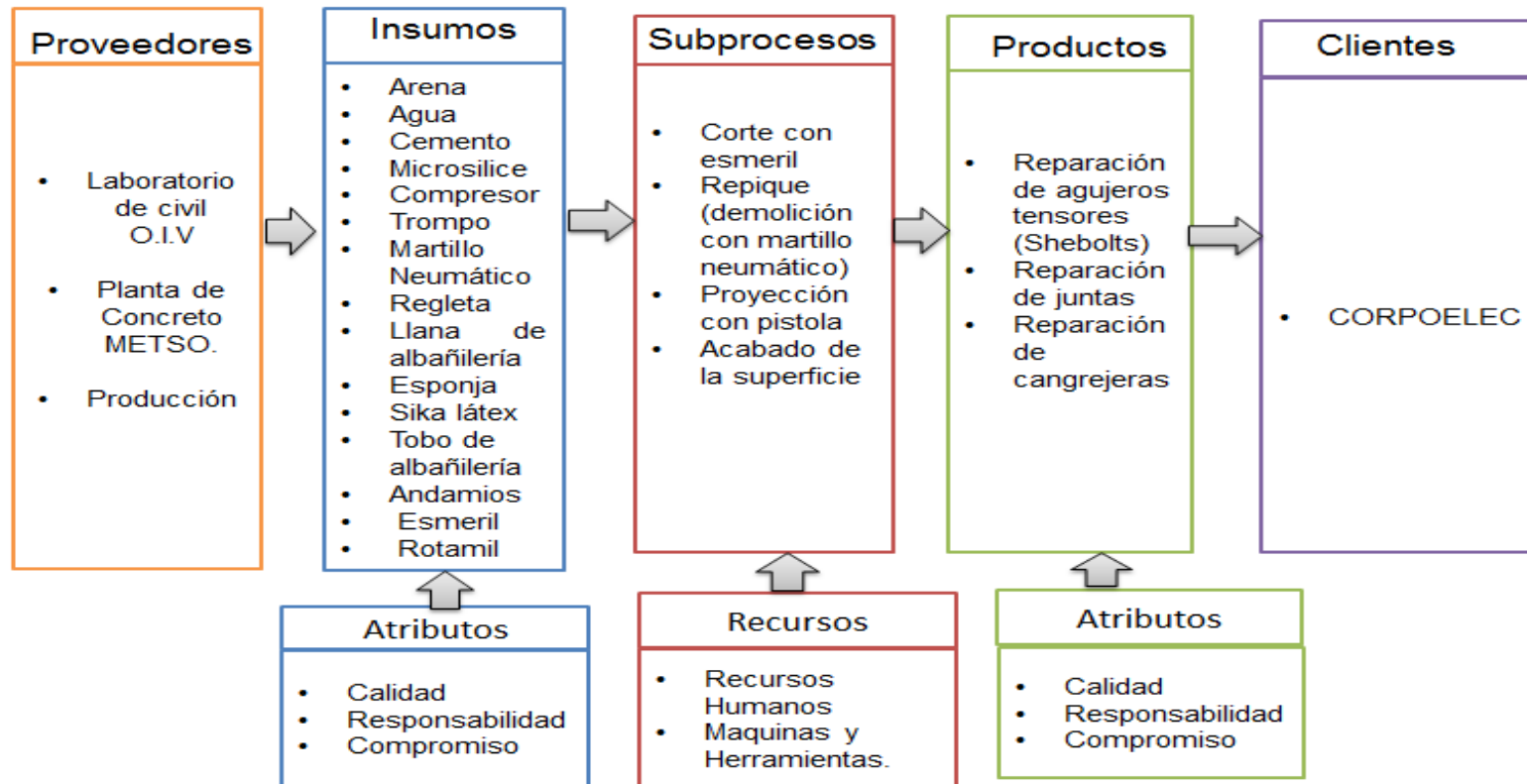


Figura 29: Diagrama de Caracterización de las Reparaciones de Superficies de Concreto.

Fuente: Propia del Autor

De acuerdo con la problemática planteada en el área de Estructura de Toma de la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar” (Tocoma) debido al retrabajo ocasionado en las Reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua, se realizó una tormenta de ideas, con el fin de generar los posibles problemas que podrían ocasionarlo. Entre ellas están:

- Escaso personal calificado, para realizar las reparaciones.
- Inspecciones no recurrentes.
- No cumplir con los procedimientos y control de materiales.
- Almacenamiento inadecuado de materiales.
- Deficiente preparación de superficie a reparar.
- Escases de materiales para cumplir con el cronograma de trabajo.
- Método de trabajo Inadecuado
- Fallas en el proceso de construcción de la estructura:
 - ✓ Juntas frías.
 - ✓ Falta de colocación de encofrado.
 - ✓ Desencofrado prematuro o tardío del encofrado deslizante.

Para la selección de las oportunidades de mejora se usó la técnica de Grupo Nominal (TGN), ya que éste permite llegar a un consenso de un determinado problema de acuerdo a su nivel de importancia o prioridad.

Es importante señalar que para la evaluación de cada una de las oportunidades de mejora se fijó una escala del 1 al 10.

Tabla 21. Listado de Oportunidades de Mejora (Problema).

Nro.	Oportunidad de Mejora	Ponderación	Jerarquía
1	Retrabajo en las Reparaciones de Superficies de Concreto.	10	1
2	Escaso Personal Calificado	6	2
3	Inspecciones No Recurrentes.	5	3
4	Almacenamiento Inadecuado.	4	4
5	No cumplir con los Procedimientos.	3	5
6	Escases de Materiales.	2	6
7	Deficiente Preparación de Superficies.	1	7

Fuente: Propia del Autor.

Una vez realizada la jerarquización en la TGN, se selecciona oportunidad de mejora de mayor ponderación, resultando ser el *Retrabajo en las reparaciones*. Posteriormente dicho resultado se evaluó mediante una Matriz de Selección (Ver Tablas 22 y 23.), cuya puntuación fue designada de acuerdo a su importancia.

Tabla 22. Criterios de Selección.

	Criterios	Peso
C1	Tiempo de Entrega	40
C2	Calidad	35
C3	Costos	20
C4	Disponibilidad de Maquinarias y Equipos	10

Tabla 23. Escala de Evaluación.

valor	Significado
1	Poco importante
3	Importante
5	Muy Importante

Fuente: Propia del Autor.

Fuente: Propia del Autor.

Tabla 24. Matriz de Selección de la Oportunidad de Mejora.

Oportunidad de Mejora	C1%	C2%	C3%	C4%	Total	Jerarquía
Retrabajo en las Reparaciones de Superficies de Concreto	5 200	5 150	5 125	3 45	520	1
Escaso Personal Calificado	5 200	5 150	3 75	1 15	440	2
Inspecciones No Recurrentes	5 200	5 150	1 25	3 45	420	3

Fuente: Propia del Autor.

La oportunidad de mejora seleccionada de acuerdo a los resultados arrojados por la Matriz de selección de mejora es el “*Retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto*”.

SEGUNDO PASO: Cuantificación y Subdivisión del Problema u Oportunidad de Mejora Seleccionada

En este paso se busca precisar mejor la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en sub problemas a causas síntomas. El indicador seleccionado es el porcentaje (%) el cual es el resultado de dividir la cantidad de reparaciones de superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua, que han sido liberadas por personal encargado de inspección Uriapari y personal de inspección de calidad O.I.V., entre la cantidad re trabajo percibido en las reparaciones de superficies de concreto, caras en contacto con el agua encontrados en el área de estructura de Toma, el resultado se multiplica por cien.

Las reparaciones que han sido liberadas del área de Estructura de Toma son aquellas encontradas en el Monolito 05, se evaluó por ductos, teniendo en cuenta la cantidad de reparaciones encontradas en: pisos, paredes, y techos. Así como también las pantallas frontales del monolito por cada ducto y las pilas que conforman el monolito.

Se especificó en cada ducto que desde la reja contra basura hasta la compuerta de Toma sería aguas arriba, y desde la compuerta de Toma hasta la junta que separa la estructura de toma de casa de maquinas estaría representado aguas abajo.

La cota de aguas debajo de la estructura va desde elevación 75,00 m hasta la 100,00 m. Y la cota de aguas arriba va desde la elevación 100,00 m hasta la elevación 129,00 m.

Tabla 25. Reparaciones liberadas en el área de Estructura de Toma, Monolito 05.

	Ducto 1	Ducto 2	Ducto 3	Ducto 4	Ducto 5	Ducto 6
Piso	0	0	0	0	0	0
Techo	72	30	28	20	25	23
Pantalla	68	43	62	61	60	67
Pila	21	25	41	15	21	0
Pared Izquierda	108	51	52	66	44	44
Pared Derecha	95	60	53	66	53	86
Total	364	209	236	228	203	220

Fuente: Propia del Autor.

Gráfico 4. Total de Reparaciones del Monolito 05.



Fuente: Propia del Autor.

La tabla anterior descrita representa la cantidad de reparaciones liberadas de todos los elementos involucrados por ducto, *Shebolts* taponeado (taqueado), *Shebolts* proyectado, oquedades proyectadas, juntas de contracción y de construcción.

El Monolito 05 fue vaciado con encofrado convencional; a este tipo de encofrado se le debe hacer mayor cantidad de reparaciones en comparación con un vaciado con encofrado deslizante.

Tabla 26. Retrabajo en las Reparaciones Liberadas en el Área de Estructura de Toma, Monolito 05.

	Ducto 1	Ducto 2	Ducto 3	Ducto 4	Ducto 5	Ducto 6
Piso	0	0	0	0	0	0
Techo	0	0	1	0	0	1
Pila	12	4	0	2	14	6
Pantalla	20	10	12	7	2	4
Pared Izquierda	35	15	5	5	4	10
Pared Derecha	23	7	4	10	5	3
Total	78	29	22	24	25	23

Fuente: Propia del autor.

Gráfico 5. Total de Retrabajos del Monolito 05.



Fuente: Propia del Autor

La tabla anterior muestra la cantidad de retrabajos que se percibieron por cada elemento del monolito 05, en las reparaciones que ya fueron liberadas por el personal de calidad, y de inspección (Consortio Uriapari).

Tabla 27. Producción de Reparaciones y Retrabajos Obtenidas en el Área de Estructura de Toma.

	Ducto 1	Ducto 2	Ducto 3	Ducto 4	Ducto 5	Ducto 6
Reparaciones	364	209	236	228	203	220
Porcentaje	0.2493	0.1431	0.1616	0.1561	0.1390	0.1506
Retrabajos	78	29	22	24	25	23
Porcentaje	0.3880	0.1442	0.1094	0.1194	0.1243	0.1144
Indicador	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: Propia del Autor.

Tabla 28. Total de Reparaciones y Retrabajos del Área de Estructura de Toma, Monolito 05.

Estructura de Toma (Monolito 05)	Total
Reparaciones de Superficies de Concreto, Caras Sumergidas.	1460
Porcentaje	0,9997
Retrabajos	201
Porcentaje	0.9995

Fuente: Propia del Autor.

Se procede a subdividir el problema existente en el área de Estructura de Toma, específicamente en las reparaciones de superficies de Concreto Caras expuestas al contacto con el agua.

- ✓ Inspecciones no recurrentes.
- ✓ Personal no calificado
- ✓ Almacenamiento inadecuado de materiales.
- ✓ Método de trabajo inadecuado.
- ✓ Escases de materiales.

Para cuantificar el impacto de cada subdivisión y darle respectiva prioridad e importancia se utilizó la técnica de grupo nominal (TGN) con el fin de realizar la jerarquización.

Para la evaluación de cada una de las subdivisiones del problema se fijó una escala del 1 al 10.

Tabla 29. Selección de Sub-problemas.

Nro.	Sub-Problemas	Ponderación
1	Personal No Calificado	10
2	Inspecciones No Recurrentes	7
3	Almacenamiento Inadecuado de Materiales	3
4	Método de Trabajo Inadecuado	1
5	Escases de Materiales	1

Fuente: Propia del Autor.

TERCER PASO: Análisis de las Causas Raíces Específicas

El objetivo de este paso es identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará disminuir el retrabajo en las reparaciones de las superficies de concreto, caras expuestas al contacto con el agua. Por ello para cada subdivisión, se procede a listar las causas de ocurrencia aplicando una tormenta de ideas.

Escaso Personal Calificado

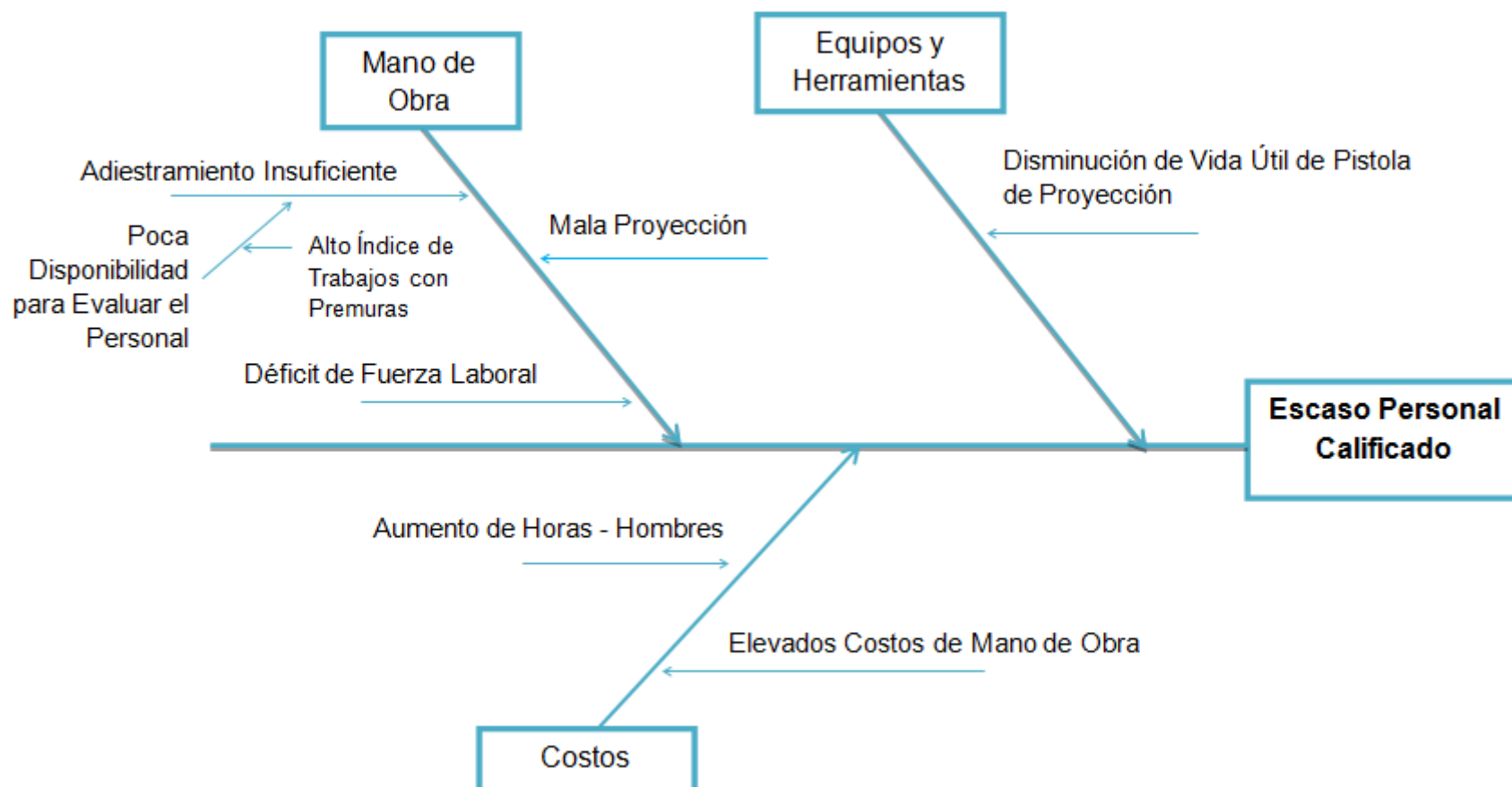
- Adiestramiento insuficiente.
- Elevados costos de mano de obra.
- Alto índice de trabajos con premuras.
- Poca disponibilidad para evaluar el personal.
- Déficit de fuerza laboral.
- Mala proyección por parte del personal a cargo.
- Aumento de horas hombres trabajados.
- Disminución de vida útil de los equipos y herramientas.

Inspecciones No Recurrentes

- Falta de contrataciones.
- Muchas reparaciones en la obra.
- Déficit de personal.
- Falla en las inspecciones.
- Elevados costos de mano de obra.
- Alto porcentaje de rotación.
- Falta de compromiso con el trabajo a inspeccionar.
- Retraso en las liberaciones.

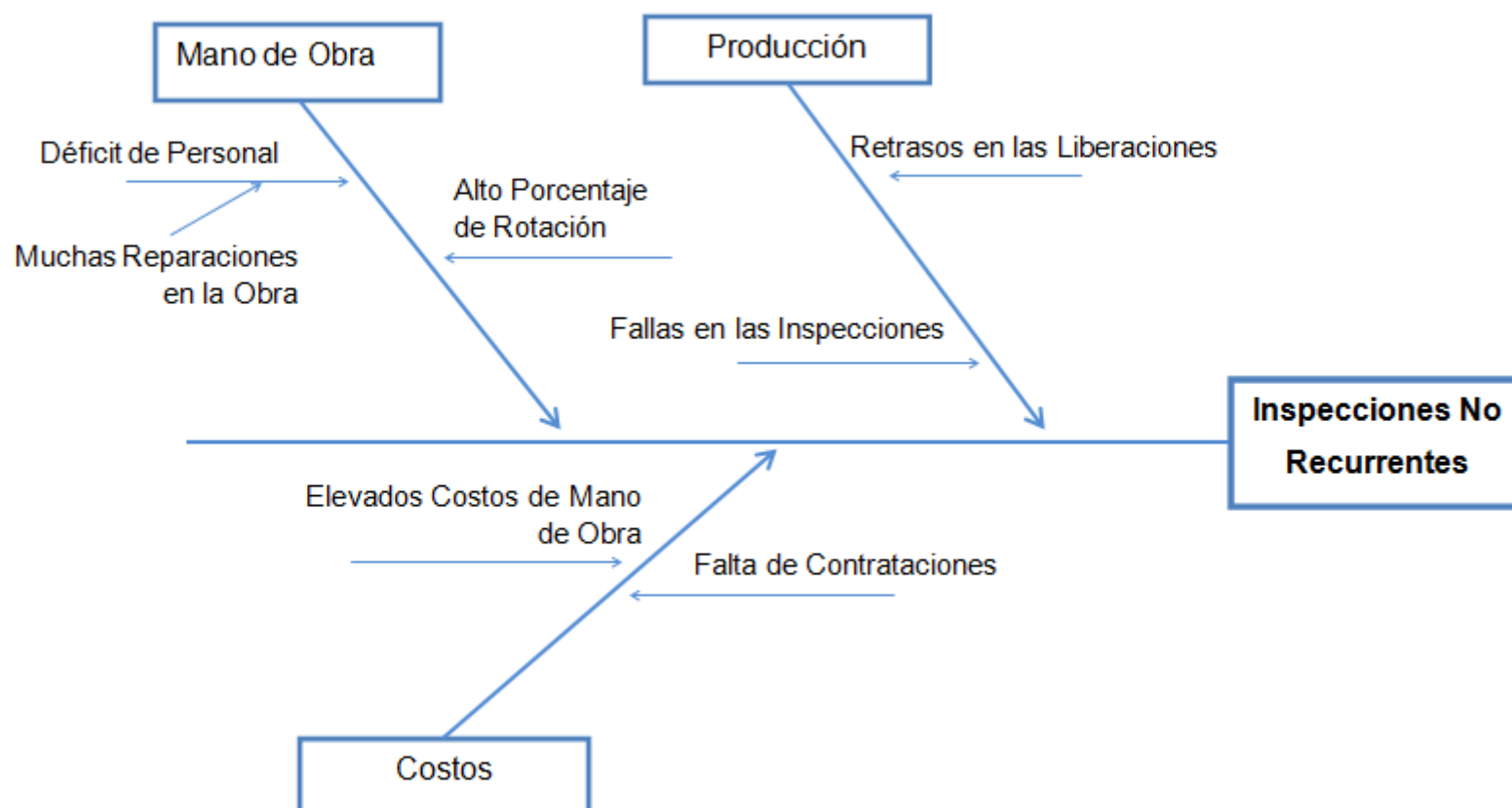
Una vez listadas las causas se uso un Diagrama de Causa-Efecto para agruparlas según su afinidad (Ver Figuras 30 y 31 respectivamente).

Figura 30: Diagrama Causa – Efecto Escaso Personal Calificado.



Fuente: Propia del Autor.

Figura 31: Diagrama Causa - Efecto de las Inspecciones No Recurrentes.



Fuente: Propia de Autor.

El escaso personal calificado y las inspecciones no recurrentes fueron dos de las causas que dieron origen el retrabajo en el área de Estructura de Toma específicamente, en las reparaciones de superficies de concreto, caras en contacto con el agua.

Escaso Personal Calificado

❖ Mano de Obra:

Debido a que la Central Hidroeléctrica “Manuel Carlos Piar” (Tocoma), tiene retrasos en la entrega oficial se están haciendo trabajos con premuras, trayendo esto, como consecuencia que la gerencia de Gestión de la Calidad del Consorcio O.I.V. tenga poca disponibilidad para evaluar al personal, del mismo modo, calificar a los proyectista que trabajaran en las reparaciones de superficies caras expuestas al contacto con el agua, teniendo como resultado que en muchos casos se perciba mala proyección de mortero. Esto a su vez conlleva que el personal tenga insuficiente adiestramiento para realizar los trabajos con calidad.

❖ Equipos y Herramientas:

Debido a la inexperiencia del personal encargado de ejecución de las reparaciones se percibe que los equipos y herramientas son manipulados erróneamente trayendo como consecuencia que su vida útil disminuya, como lo es el caso de la pistola de proyección.

❖ Costos:

La construcción de una obra de gran envergadura como lo es el proyecto Tocoma conlleva altos costos asociados, del mismo modo pasa con las reparaciones de superficies de concreto, ya que son muchas las que se encuentran en la obra cuenta entonces con elevados costos de mano de obra, y a su vez incremento de horas hombres.

Inspecciones No Recurrentes

❖ Mano de Obra:

En los recorridos realizados se percibieron muchas reparaciones por realizar, solo se han hecho en el Monolito 05 y Estructura de Toma cuenta con un total de 05 monolitos los cuales deben ser reparados, existe un déficit de personal para inspeccionar dichas reparaciones, del mismo modo se observó alto porcentaje de rotación del personal.

❖ Producción:

Las reparaciones de superficies de concreto no forman parte de las partidas de la producción, pero son parte fundamental para la entrega y puesta en marcha de la que es hoy proyecto (Tocoma). Existe una perdida en la producción, cuando hay retrasos en las liberaciones de reparaciones de superficies de concreto, de igual manera cuando hay fallas en las inspecciones.

❖ Costos:

Debido a la distancia donde se encuentra situado lo que será la central hidroeléctrica Manuel Carlos Piar, a las poblaciones más cercanas a esta, así como también los riesgos que implican esta construcción, acarrea costos elevados a la mano de obra. Por tal motivo hay falta de contrataciones para culminar con este proyecto.

Para la cuantificación de las causas (o nueva subdivisión) se utilizó una Matriz de Selección (Ver Tablas 29 y 30 respectivamente), con el fin de verificar su impacto y relación con el problema para así, generar jerarquizar y seleccionar las causas raíces más relevantes.

Tabla 30. Criterios de Selección.

	Criterios	Peso
C1	Tiempo de Entrega	40
C2	Calidad	35
C3	Costos	20
C4	Disponibilidad de Maquinarias y Equipos	10

Fuente: Propia del Autor.

Tabla 31. Escala de Evaluación.

Valor	Significado
1	Poco importante
3	Importante
5	Muy Importante

Fuente: Propia del Autor

Tabla 32. Matriz de Selección para Nueva Subdivisión (Escaso Personal Capacitado).

Nueva Subdivisión	C1	C2	C3	C4	Total	Jerarquía
Adiestramiento insuficiente.	5 200	5 175	5 100	1 10	485	1
Elevados costos de mano de obra	3 120	3 105	5 100	3 30	355	6
Alto índice de trabajos con premuras	5 200	3 105	5 100	3 30	435	2
Poca disponibilidad para evaluar el personal	3 120	5 175	3 60	1 10	365	5
Déficit de fuerza laboral	3 120	1 35	3 60	1 10	225	7
Mala proyección por parte del personal	5 200	3 105	3 60	5 50	415	3
Aumento de horas hombres trabajadas	1 40	1 35	5 100	1 10	185	8
Disminución de vida útil de equipos y herramientas.	3 120	3 105	5 100	5 50	375	4

Fuente: Propia del Autor

Tabla 33. Matriz de Selección para Nueva Subdivisión (Inspecciones No Recurrentes).

Nueva Subdivisión	C1	C2	C3	C4	Total	Jerarquía
Falta de contrataciones	3 120	1 35	3 60	1 10	225	7
Muchas reparaciones en la obra	5 200	5 175	3 60	3 30	465	3
Déficit de Personal	5 200	3 105	1 20	1 10	335	6
Elevados costos de mano de obra	1 40	1 35	5 100	1 10	185	8
Alto porcentaje de rotación	3 200	3 105	3 60	1 10	375	5
Falta de compromiso con el trabajo a inspeccionar	5 200	5 175	5 100	1 10	485	1
Falla en las inspecciones	5 200	5 175	5 100	1 10	485	2
Retraso en las liberaciones	5 200	1 35	5 100	5 100	435	4

Fuente: Propia del Autor

La oportunidad de mejora seleccionada de acuerdo a los resultados arrojados por la Matriz de Selección para la nueva subdivisión se presenta a continuación (Ver Tabla 34).

Tabla 34. Resultados Arrojados por la Matriz de Selección para la Nueva Subdivisión.

Causa	Nueva Subdivisión según Matriz de Selección
Escaso Personal Calificado.	Adiestramiento Insuficiente
Inspecciones No Recurrentes.	Falta de Compromiso con el Trabajo

Fuente: Propia de Autor.

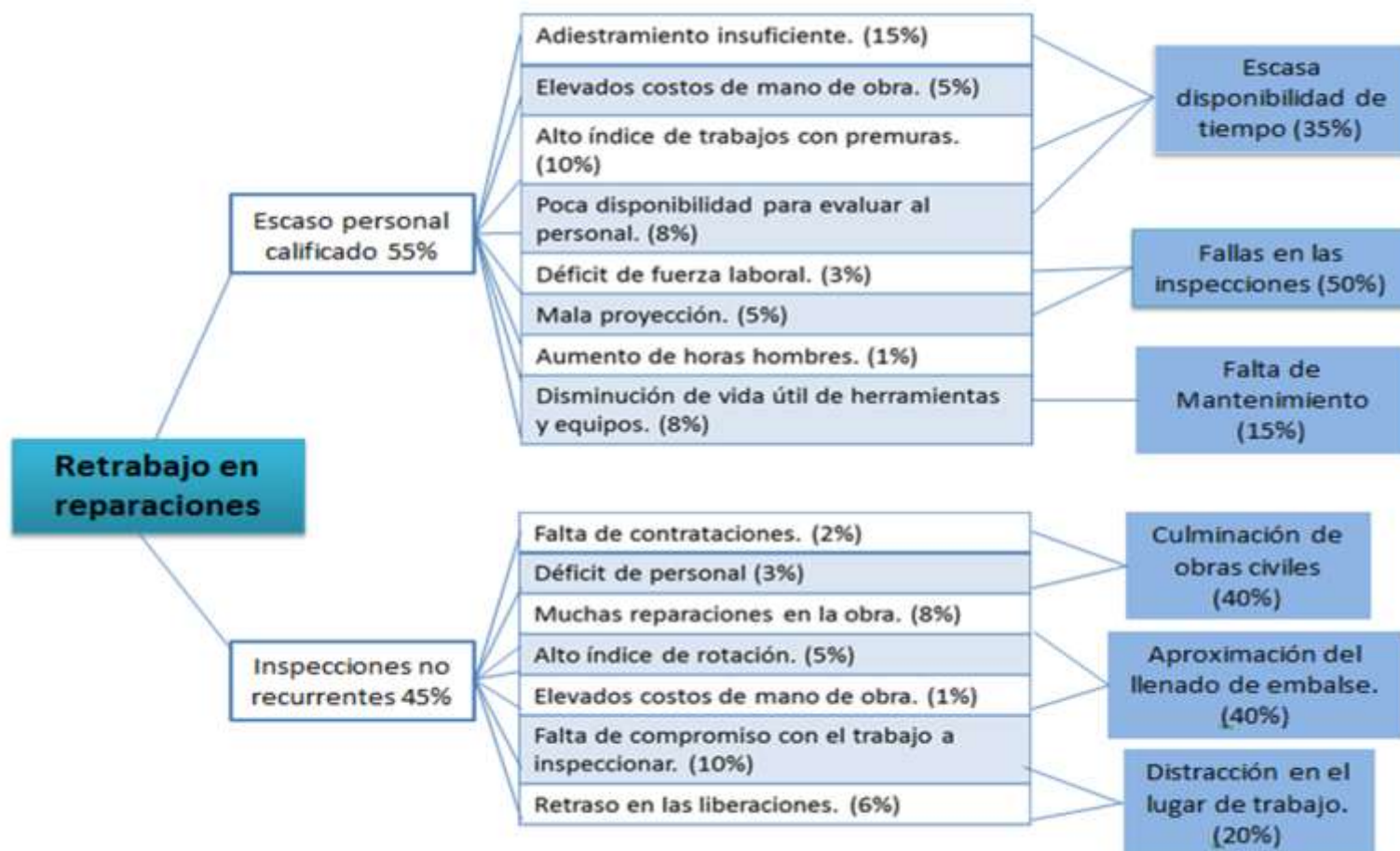
CUARTO PASO: Establecimiento de Nivel de Desempeño Exigido (Metas de Mejoramiento)

El objetivo de este paso es establecer el nivel de desempeño exigido al sistema o unidad, y las metas a alcanzar sucesivas.

Para los meses Junio, Julio y Agosto del año en curso, el porcentaje total de retrabajos de superficies de concreto en el monolito 05 del área de Estructura de Toma, es de 0.9995% que a pesar que el porcentaje para cada mes no sobrepasa el indicador establecido por el Consorcio (0.5%) genera insatisfacción por parte de su cliente inmediato Consorcio OIV, y este a su vez a CORPOELEC quien es principal cliente del proyecto.

Mediante un Diagrama de Árbol se procede a calcular el potencial de mejora considerando las subdivisiones seleccionadas, las causas primarias analizadas y las causas raíces cuantificadas asociadas a cada una de las causas primarias, con el fin de evaluar y seleccionar las causas raíces a eliminar y de esta manera establecer el nivel de exigencia al proceso de reparar superficies de concreto sumergidas, del área de Estructura de Toma. (Ver Figura 32).

Figura 32: Diagrama de Árbol.



Fuente: Propia del Autor.

Tabla 35. Cálculo de Potencial de Mejora.

Subdivisión	Causa Primaria	Causa Raíz	Subdivisión Causa Raíz	Disminución	Potencial de Mejora
0.009995	0.55	0.15	0.35	1	0.000288
0.009995	0.55	0.05	-	1	0.000274
0.009995	0.55	0.10	0.35	1	0.000192
0.009995	0.55	0.08	0.35	1	0.000153
0.009995	0.55	0.03	0.50	1	0.000082
0.009995	0.55	0.05	0.50	1	0.000137
0.009995	0.55	0.01	-	1	0.000054
0.009995	0.55	0.08	0.15	1	0.000065
0.009995	0.45	0.02	0.40	1	0.000035
0.009995	0.45	0.03	0.40	1	0.000053
0.009995	0.45	0.08	-	1	0.000359
0.009995	0.45	0.05	0.40	1	0.000089
0.009995	0.45	0.01	0.40	1	0.000017
0.009995	0.45	0.10	0.20	1	0.000089
0.009995	0.45	0.06	0.20	1	0.000053
Total					0.00319
Total en Porcentaje (%)					0.319

Fuente: Propia del Autor.

El potencial de mejora para disminuir el retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto, del área de Estructura de Toma es de 0.00319 Porcentaje (%) 0.319.

QUINTO PASO: Diseño y Programación de Soluciones

El objetivo de este paso es identificar y programar las soluciones que incidirán significativamente en la eliminación de las causas raíces. Para ello, se aplicó una tormenta de ideas, con el fin de listar cada una de las posibles soluciones excluyentes.

Escaso Personal Calificado

Adiestramiento Insuficiente.

- ✓ Diseñar un plan de acción para garantizar de esta manera que se cumpla con la instrucción que requiere el personal que realiza las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.
- ✓ Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.

Elevados Costos de Mano de Obra.

- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno en cuanto a la ejecución de las reparaciones de superficies de concreto.
- ✓ Supervisar todos los trabajos realizados, para que haya ocio en las jornadas de trabajo.

Alto Índice de Trabajos con Premuras.

- ✓ Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativa
- ✓ Planificar futuras reparaciones de superficies de concreto, en el área de estructura para que el personal esté al tanto de los trabajos que restan por realizar, para que de esta forma preparen sus equipos, sepan el tipo de reparaciones que están próximas a ejecutarse.

Poca Disponibilidad para Evaluar al Personal.

- ✓ Realizar un cronograma de talleres Teórico- Práctico para evaluar al personal de cada una de las subcontratistas que trabajan en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.
- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turnos de trabajo, para que se cumpla con el cronograma de talleres.

Déficit de Fuerza Laboral.

- ✓ Reforzar el control de asistencia del personal de las diferentes subcontratistas.
- ✓ Incentivar al personal con bonos por asistencia, motivándolos a que cumplan con sus puestos de trabajo, brindarle seguridad, ya que es de mucho riesgo trabajar en el área de estructura de toma.

Mala Proyección de Mortero.

- ✓ Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.
- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turnos de trabajo, para supervisar al personal que está proyectando los diferentes tipos de reparaciones.

Aumento de Horas-Hombres.

- ✓ Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado para ello, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos.
- ✓ Planificar las reparaciones a realizar, tener en cuenta las herramientas, equipos que se utilizaran, y que las cuadrillas atípicas de cada subcontratista estén completas para evitar retrasos.

Disminución de Vida Útil de las Herramientas y Equipos.

- ✓ Dictar charlas instructivas para explicar a los operarios, y demás personal como deben usar cada una de las herramientas y equipos, para fomentar el buen uso de estas.
- Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno para aumentar la vida útil de las herramientas y equipos.

Inspecciones No Recurrentes

Falta de Contrataciones.

- ✓ Gestionar nuevos convenios con el cliente CORPOELEC, para que este se comprometa a cancelar deudas pendientes, para de esta manera el Consorcio OIV estudie la posibilidad de contratar mayor número de trabajadores para así terminar las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas en el tiempo estipulado.

Déficit de Personal.

- ✓ Planificar todas las reparaciones faltantes por ser ejecutadas, ajustándose a la cantidad de personal que posee cada subcontratista, sin que esto conlleve a mayores retrasos.
- ✓ Dictar charlas de concientización, para que el personal se sienta comprometido con el trabajo a realizar.

Muchas reparaciones de superficies de concreto en la obra.

- ✓ Realizar un cronograma de todas las reparaciones faltantes por ejecutar, para que no haya más retrasos.
- ✓ Planificar todas las reparaciones que faltan por ejecutarse en estructura de toma, asignándole cada estructura a las subcontratistas, y estas a su vez realicen su planificación.
- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno para que se cumpla con el cronograma y la planificación.

Alta Rotación de Personal.

- ✓ Aplicación de informes, donde describan los trabajos ejecutados en el turno anterior para que todos estén al tanto de lo que se está haciendo en la obra.
- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno para que se cumpla con la ejecución de los informes.
- ✓ Dictar charlas instructivas, donde se dé a percibir como deben redactarse los informes.

Elevados costos de Mano de Obra.

- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno en cuanto a la ejecución de las reparaciones de superficies de concreto.
- ✓ Supervisar todos los trabajos realizados, para que haya ocio en las jornadas de trabajo.
- ✓ Planificar las reparaciones que faltan por ejecutar en el área de estructura de toma, para que no haya más retrasos y por lo tanto mayor costo de mano d obra.

Falta de compromiso con el trabajo a inspeccionar.

- ✓ Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.
- ✓ Incentivar al personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto, sentirse comprometidos con el trabajo, que se sienta cómodo realizando su oficio, ya que es para un bien común.
- ✓ Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control donde todos los trabajadores trabajaran en conjunto para lograr una mejora continua.

Retraso en las liberaciones.

- ✓ Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado para ello, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos.
- ✓ Planificar las reparaciones a realizar, tener en cuenta las herramientas, equipos que se utilizaran, y que las cuadrillas atípicas de cada subcontratista estén completas para evitar retrasos.

Para analizar, comparar y seleccionar las soluciones alternativas se aplicó la Técnica de Grupo Nominal (Ver Tablas 36 y 37).

Tabla 36. Criterios de Selección.

	Criterios	Peso
C1	Tiempo de Entrega	40
C2	Calidad	35
C3	Costos	20
C4	Disponibilidad de Maquinarias y Equipos	10

Tabla 37. Escala de Evaluación.

Valor	Significado
1	Poco importante
3	Importante
5	Muy Importante

Fuente: Propia del autor.

Fuente: Propia del Autor.

A continuación se presenta la tabla de selección de soluciones alternativas (Ver Tabla 38).

Tabla 38. Selección de Soluciones Alternativas.

Oportunidad de Mejora	C1	C2	C3	Total	Jerarquía
Diseñar un plan de acción para garantizar de esta manera que se cumpla con la instrucción que requiere el personal que realiza las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.	5 250	5 175	5 100	525	1
Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.	5 250	5 175	5 100	525	1
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno en cuanto a la ejecución de las reparaciones de superficies de concreto.	5 250	5 175	5 100	525	1
Supervisar todos los trabajos realizados, para que no haya ocio en las jornadas de trabajo.	5 250	5 175	5 100	525	1
Planificar futuras reparaciones de superficies de concreto, en el área de estructura para que el personal este al tanto de los trabajos que restan por realizar, para que de esta forma preparen sus equipos, sepan el tipo de reparaciones que están próximas a ejecutarse.	5 250	5 175	5 100	525	1
Realizar un cronograma de talleres Teórico- Práctico para evaluar al personal de cada una de las subcontratistas que trabajan en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas	5 250	5 175	5 100	525	1
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turnos de trabajo, para que se cumpla con el cronograma de talleres.	5 250	5 175	3 60	485	2
Reforzar el control de asistencia del personal de las diferentes subcontratistas.	5 250	3 105	3 60	415	3
Incentivar al personal con bonos por asistencia, motivándolos a que cumplan con sus puestos de trabajo, brindarle seguridad, ya que es de mucho riesgo trabajar en el área de estructura de toma.	5 250	5 175	5 100	525	1
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turnos de trabajo, para supervisar al personal que esta proyectando los diferentes	5 250	5 175	5 100	525	1

Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado para ello, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos	5 250	5 175	5 175	525	1
Planificar las reparaciones a realizar, tener en cuenta las herramientas, equipos que se utilizarán, y que las cuadrillas atípicas de cada subcontratista estén completas para evitar retrasos.	5 250	5 175	5 100	525	1
Dictar charlas instructivas para explicar al personal como deben usar las herramientas y equipos, para fomentar el buen uso de estas.	3 150	3 105	5 100	350	4
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno para aumentar la vida útil de las herramientas y equipos.	3 150	3 105	5 100	350	4
Gestionar nuevos convenios con el cliente CORPOELEC, para que este se comprometa a cancelar deudas pendientes, para de esta manera el Consorcio OIV estudie la posibilidad de contratar mayor número de trabajadores para así terminar las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas en el tiempo estipulado. Planificar todas las reparaciones faltantes por ser ejecutadas, ajustándose a la cantidad de personal que posee cada subcontratista, sin que esto conlleve a mayores retrasos.	5 250	5 175	5 100	525	1
Planificar todas las reparaciones que faltan por ejecutarse en estructura de toma, asignándole cada estructura a las subcontratistas, y estas a su vez realicen su planificación.	5 250	5 175	5 100	525	1
Aplicación de informes, donde describan los trabajos ejecutados en el turno anterior para que todos estén al tanto de lo que se está haciendo en la obra	5 250	5 175	5 100	525	1
Incentivar al personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto, sentirse comprometidos con el trabajo, que se sienta cómo realizando su oficio, ya que es para un bien común	5 250	5 175	5 100	525	1

Fuente: Propia del Autor.

Mediante la técnica desarrollada anteriormente destacan 8 soluciones que de alguna u otra manera permiten disminuir el retrabajo que se evidencia en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.

- Diseñar un plan de acción para garantizar de esta manera que se cumpla con la instrucción que requiere el personal que realiza las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.
- Planificar futuras reparaciones de superficies de concreto, en el área de estructura para que el personal esté al tanto de los trabajos que restan por realizar, para que de esta forma preparen sus equipos, sepan el tipo de reparaciones que están próximas a ejecutarse.
- Realizar un cronograma de talleres Teórico- Práctico para evaluar al personal de cada una de las subcontratistas que trabajan en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.
- Gestionar nuevos convenios con el cliente CORPOELEC, para que este se comprometa a cancelar deudas pendientes, para de esta manera el Consorcio OIV estudie la posibilidad de contratar mayor número de trabajadores para así terminar las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas en el tiempo estipulado.
- Incentivar al personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto, a sentirse comprometidos con el trabajo, que se sienta cómodo realizando su oficio, ya que es para un bien común.
- Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos.

Tabla 39. Cronograma de Actividades.

Actividades	Mes											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Diseñar un plan de acción para garantizar de esta manera que se cumpla con la instrucción que requiere el personal que realiza las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.	X	X										
Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.		X	X									
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno en cuanto a la ejecución de las reparaciones de superficies de concreto	X	X										
Supervisar todos los trabajos realizados, para que no haya ocio en las jornadas de trabajo.			X	X								
Planificar futuras reparaciones de superficies de concreto, en el área de estructura para que el personal esté al tanto de los trabajos que restan por realizar, para que de esta forma preparen sus equipos, sepan el tipo de reparaciones que están próximas a ejecutarse.					X							
Realizar un cronograma de talleres Teórico- Práctico para evaluar al personal de cada una de las subcontratistas que trabajan en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas				X								
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turnos de trabajo, para que se cumpla con el cronograma de talleres.				X	X							
Reforzar el control de asistencia del personal de las diferentes subcontratistas.						X						
Incentivar al personal con bonos por asistencia, motivándolos a que cumplan con sus puestos de trabajo, brindarle seguridad, ya que es de mucho riesgo trabajar en el área de estructura de toma.	X	X	X									
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turnos de trabajo, para supervisar al personal que está proyectando los diferentes tipos de reparaciones.					X	X						
Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado para ello, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos							X					

Planificar las reparaciones a realizar, tener en cuenta las herramientas, equipos que se utilizaran, y que las cuadrillas atípicas de cada subcontratista estén completas para evitar retrasos.								X	X			
Dictar charlas instructivas para explicar al personal como deben usar las herramientas y equipos, para fomentar el buen uso de estas.								X	X			
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno para aumentar la vida útil de las herramientas y equipos.									X			
Gestionar nuevos convenios con el cliente CORPOELEC, para que este se comprometa a cancelar deudas pendientes, para de esta manera el Consorcio OIV estudie la posibilidad de contratar mayor número de trabajadores para así terminar las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas en el tiempo estipulado.							X	X	X	X		
Planificar todas las reparaciones que faltan por ejecutarse en estructura de toma, asignándole cada estructura a las subcontratistas, y estas a su vez realicen su planificación									X	X		
Aplicación de informes, donde describan los trabajos ejecutados en el turno anterior para que todos estén al tanto de lo que se está haciendo en la obra									X	X		
Incentivar al personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto, sentirse comprometidos con el trabajo, que se sienta cómo realizando su oficio, ya que es para un bien común				X	X	X	X	X	X	X		
Planificar todas las reparaciones faltantes por ser ejecutadas, ajustándose a la cantidad de personal que posee cada subcontratista, sin que esto conlleve a mayores retrasos.									X	X	X	X

Fuente: Propia del Autor.

SEXTO PASO: Implementación de Soluciones

Este paso tiene dos objetivos:

Probar la efectividad de las soluciones y hacer los ajustes necesarios para llegar a una definitiva. Asegurar que las soluciones sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

Por ello, es imprescindible que el personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto en conjunto con el personal de las subcontratistas encargadas de la ejecución de dichas reparaciones, implemente el conjunto de acciones identificadas y propuesta en el paso anterior (Ver Tabla 39).

Tabla 40. Plan de Acción.

Causa	Acciones	Responsable	Observaciones
Diseñar un plan de acción para garantizar de esta manera que se cumpla con la instrucción que requiere el personal que realiza las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.	-Realizar encuestas a el personal que labora en el área de estructura de toma (civil). -Determinar fallas.	-Supervisores de Subcontratista. -Inspectores de calidad. -Inspección (Uriapari).	-Permitirá reconocer las fallas y establecer posibles soluciones
Planificar futuras reparaciones de superficies de concreto, en el área de estructura para que el personal esté al tanto de los trabajos que restan por realizar, para que de esta forma preparen sus equipos, sepan el tipo de reparaciones que están próximas a ejecutarse.	-Realizar recorrido en el área de estructura de toma para conocer cuantas reparaciones faltan por ser ejecutadas. -Realizar encuestas al personal de estructura de toma	-Consortio O.I.V (Producción Concreto). -Supervisores de Gestión de la calidad, (Civil).	-Permitirá llevar de manera organizada todas las reparaciones de superficies de concreto. -Agilizara los trabajos.
Realizar un cronograma de talleres Teórico- Práctico para evaluar al personal de cada una de las subcontratistas que trabajan en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas	-Determinar cuáles son los talleres que son requeridos por el personal. -Realizar encuestas a los trabajadores para determinar sus carencias	-Supervisores de Gestión de Calidad (Civil). -Supervisores de Subcontratista	-Garantizará que el personal este mejor preparado, y sean menor la cantidad de retrabajos
Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado para ello, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos	-Inspeccionar a los trabajadores	-Inspección (Uriapari) -Inspectores de Gestión de Calidad)	-Permitirá reducir ocio en el personal
Gestionar nuevos convenios con el cliente CORPOELEC, para que este se comprometa a cancelar deudas pendientes, para de esta manera el Consorcio OIV estudie la posibilidad de contratar mayor número de trabajadores para así terminar las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas en el tiempo estipulado.	-Formalizar reuniones con los gerentes de CORPOELEC, Consorcio OIV y Subcontratista. -Lograr acuerdos, y compromisos firmados para la cancelación de deudas.	-Gerencia de Ingeniería. -Gerencia Comercial. -Gerencia Finanzas. -CORPOELEC.	- Permitirá una buena relación Cliente – Contratista. -Permitirá el ingreso de personal. .Agilizara los trabajos
Incentivar al personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto, sentirse comprometidos con el trabajo, que se sienta cómo realizando su oficio, ya que es para un bien común	-Realizar encuestas. Proveer nivel de confianza al personal. Conceder responsabilidades y méritos por trabajos realizados	-Gestión de la calidad (civil). -Subcontratista -Gerencia de Sustentabilidad	-Garantizara la ejecución de trabajos de calidad. -Permitirá un buen desempeño del personal.

Fuente: Propia del Autor.

SÉPTIMO PASO: Establecimiento de Acciones de Garantía

El objetivo de este paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Por ello, se presenta a continuación una implementación de acciones de propuesta:

- Condicionar las diferentes áreas de trabajo que permitan disminuir las fallas en las reparaciones de superficie de concreto.
- Velar por el cumplimiento de las planificaciones realizadas por el personal a cargo, con el fin de agilizar los trabajos, y de esta manera evitar mayores retrasos.
- Asignar responsables que velen por el buen desempeño de los talleres Teórico – Práctico.
- Garantizar el cumplimiento de los convenios entre las empresas CORPOELEC – Consorcio OIV, y a su vez con las subcontratistas.
- Mantener un control de las actividades realizadas, disminuyendo niveles de ocio en los trabajadores.
- Garantizar resultados con calidad, y un buen desempeño por parte de los trabajadores.

CONCLUSIONES

Habiendo cumplido tanto con el objetivo general como con los específicos y tomando como base el análisis de resultados se puede concluir lo siguiente:

1. Al no llevar un control de los retrabajos presenciados en las reparaciones de superficies de concreto, hay un gran porcentaje en retraso para la culminación de lo que será la Estructura de Toma del proyecto TOCOMA, y el llenado del embalse.
2. Se tiene desconocimiento de los procedimientos realizados para la eficaz ejecución de las reparaciones de superficies de concreto caras expuesto, entre el personal de la Subcontratista, esto por falta de personal calificado y con experiencia en el campo.
3. Se determinó que los costos asociados a las reparaciones de superficies de concreto, caras en contacto con el agua, son elevados, debido a la gran cantidad de trabajos realizados con premura, ya que el proyecto TOCOMA se encuentra atrasado con respecto a la fecha de entrega y posterior inauguración, notándose altos niveles de horas hombres trabajadas y costos elevados de mano de obra.
4. El personal encargado de realizar las reparaciones, así como los supervisores y personal de inspección, no se percibió estar comprometido con el cumplimiento de su trabajo igualmente de lograr óptimos estándares de calidad.
5. Las principales causas de presenciar retrabajo en las reparaciones de superficies de concreto, caras en contacto con el agua, fueron el escaso personal calificado y las inspecciones no recurrentes. Según los

resultados que arrojó el Diagrama de Pareto el retrabajo de las superficies de concreto representa el 20% de las causas que al disminuirlas resuelven el 80% del problema del área de Estructura de Toma.

6. Según los resultados del plan de mejora, el porcentaje de retrabajo de las superficies de concreto para los meses, Junio, Julio y Agosto es de, 0.9995 con un plan de mejora de 0,0319 con el fin de cumplir con las especificaciones del cliente.

RECOMENDACIONES

De los resultados y las conclusiones obtenidas con este estudio se le recomienda al Consorcio OIV:

1. Llevar un control de todas aquellas reparaciones en las que se presencie retrabajo, mediante las inspecciones que se deben realizar diariamente en ambos turnos de trabajos. Así como son llevados el control de reparaciones liberadas por ductos.
2. Realizar constantemente inspecciones para que se garantice el cumplimiento de los talleres Teóricos – Practico para cada una de las cuadrillas que ejecutan las reparaciones de superficies de concreto. Para así evitar el trabajo adicional de los trabajadores.
3. Llevar un control detallado de las causas de retrabajos de las superficies de concreto, donde se especifique cuales fueron las subcausas con el fin de facilitar el plan de mejora en el Área de Estructura de Toma.
4. Aplicación del Plan de Mejora del Área de Estructura de Toma, a las demás áreas en las que se evidencie retrabajos de superficies de concreto, caras sumergidas, así como también caras vistas.
5. Aplicar las propuestas generadas por el Plan de Mejora Continuo en la Gerencia de Gestión de Calidad - área Estructura de Toma, con el fin de disminuir, el retrabajo en las superficies de concreto, caras en contacto con el agua logrando de esta manera, minimizar los retrasos aumentar los niveles de producción ofreciendo una mejor calidad y satisfacción del cliente CORPOELEC.

6. Entre la implementación de soluciones generadas por el plan de mejora se tiene:
- Diseñar un plan de acción para garantizar de esta manera que se cumpla con la instrucción que requiere el personal que realiza las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.
 - Planificar futuras reparaciones de superficies de concreto, en el área de estructura para que el personal esté al tanto de los trabajos que restan por realizar, para que de esta forma preparen sus equipos, sepan el tipo de reparaciones que están próximas a ejecutarse.
 - Realizar un cronograma de talleres Teórico- Práctico para evaluar al personal de cada una de las subcontratistas que trabajan en las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas.
 - Gestionar nuevos convenios con el cliente CORPOELEC, con el fin que este se comprometa a cancelar deudas pendientes, para de esta manera el Consorcio OIV estudie la posibilidad de contratar mayor número de trabajadores para así terminar las reparaciones de superficies de concreto, caras sumergidas en el tiempo estipulado.
 - Incentivar al personal encargado de las reparaciones de superficies de concreto, sentirse comprometidos con el trabajo, que se sienta cómodo realizando su oficio, ya que es para un bien común.
 - Supervisar que los trabajos se hagan en el tiempo determinado para ello, sin que haya pérdidas de tiempo y recursos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Curado:** Tratamiento de concreto para evitar la pérdida de agua que necesita el cemento para su hidratación. Se debe mantener húmedo durante 14 días, con agua o compuestos de curado químico previamente aprobado.
- **Mortero de Concreto Seco:** Es un mortero con microsilice, de máxima calidad y trabajabilidad, dosificado por volumen-, los componentes del mortero, cemento, microsilice y arena, serán controlados y empaquetados por el laboratorio civil. El mortero será mezclado por trompos.
- **Oquedades o Cangrejera:** Vacíos visibles en el concreto, causadas por defectos o por deficiencia en la colocación y/o consolidación del concreto durante el vaciado, principalmente en la vibración.
- **Pistola de Proyección:** Elemento metálico tipo t, con embudo en parte superior y de acople rápido para la conexión del aire comprimido.
- **Reparaciones:** Consisten en corregir las imperfecciones producidas por el desbaste de la superficie del concreto, donde será utilizado dependiendo del caso y la reparación que lo amerite, medios mecánicos e hidráulicos para lograr acondicionar el área específica
- **Retracción Térmica:** Se produce por la disminución importante de la temperatura en piezas de hormigón cuyo empotramiento les impide los movimientos de contracción, lo que origina tensiones de tracción que el hormigón no está capacitado para absorber.

- **Sílice o Microsílice:** Es un polvo fino pulverizado de color gris claro, cuyas partículas tienen el diámetro medio del orden de 0.2 μm y se presenta sobre forma amorfa, con un bajo grado de cristalización. Su área específica es de 20000 m^2/kg , extremadamente más fina que el cemento, que es del orden de 300 m^2/kg ; debe contener de 85 a 98% de Dióxido de Silicio (SiO_2) amorfo.

BIBLIOGRAFÍA

CEDEÑO, J. (2010). Plan de Mejora Continua para la Disminución de las Micro-Demoras en la Línea de Decapado II Adscrita a la Gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR. Noviembre.

DUM, Á. (2009). Análisis de las Condiciones Operativas relacionas con la Limitación de Equipos existentes en la Zona de Enfriamiento del Tren de Alambrón por medio del Mejoramiento Continuo en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). Noviembre.

DOMENECH, J. Diagrama de Pareto;
http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf. [Consultado: 2012, Abril 26].

GÓMEZ, L. (1992). Mejoramiento Continuo de Calidad y Productividad. Técnicas y Herramientas. Segunda Edición.

MORERA, J. (2002). Mejoramiento Continuo.
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/meconti.htm>
[Consultado: 2012, Abril 25].

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS: “Reparaciones de Superficies de Concreto, Caras en Contacto con el Agua – Área de Estructura de Toma. (Consortio OIV)”.

ANEXOS



Figura 33: Reparaciones de Estructura de Toma (Monolito 05).
Fuente: Propia del Autor.



Figura 34: Arena Fina Metso.
Fuente: Propia del Autor.

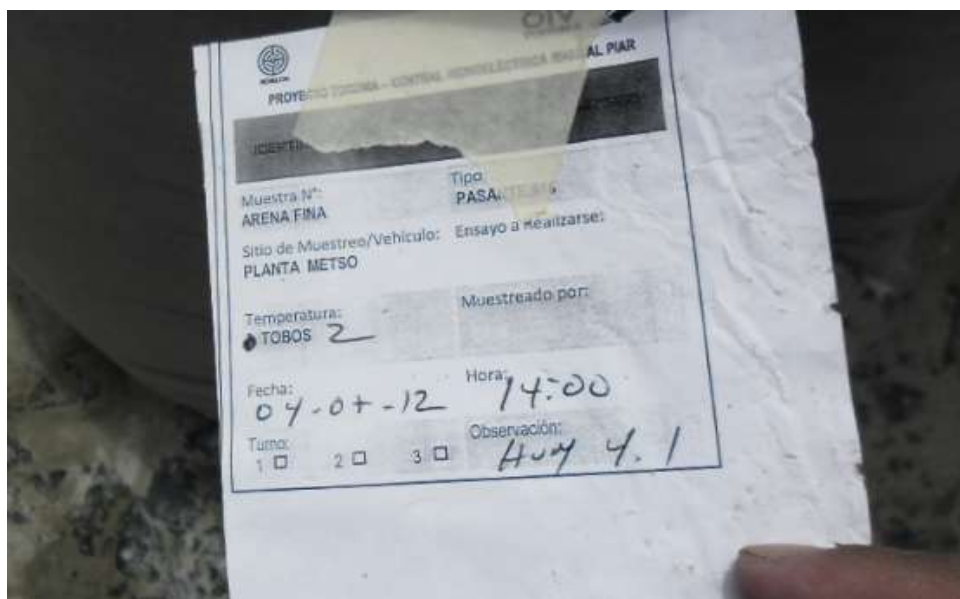


Figura 35: Etiqueta Utilizada para Identificación de Kit (Caras Sumergidas).
Fuente: Propia del Autor.



Figura 36: Corte con Disco de Esmeril.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 37: Limpieza de Corte con Esmeril.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 38: Pistola de Proyección.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 39: Base para la Toma de Muestra.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 40: Proyección para la Toma de Muestra.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 41: Toma de Muestra Lista para ser llevada a Laboratorio OIV.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 42: Kit de Reparaciones de Concreto (Caras Sumergidas).
Fuente: Propia del Autor.



Figura 43: Preparación de Área a Reparar.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 44: Reparación Tipo 1.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 45: Reparación Tipo 3.
Fuente: Propia del Autor.



Figura 46: Reparación Tipo 3, (Ya Reparada).
Fuente: Propia del Autor.



Figura 47: Reparación Tipo 5 (Ya Reparada).

Fuente: Propia del Autor.