

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM DE OBRAS
CIVILES, ELECTRICAS Y MAQUINARIA TIPO PESADO DE LA ALCALDIA
DE BUCARAMANGA**

**CHRISTIAN OCTAVIO MUTIS PEÑA
EDER ALONSO DALLOS GALVIS
MITCHEL STEVENSON PISCIOTTI ABELLO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2011**

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM DE OBRAS
CIVILES, ELECTRICAS Y MAQUINARIA TIPO PESADO DE LA ALCALDIA
DE BUCARAMANGA**

**CHRISTIAN OCTAVIO MUTIS
EDER ALONSO DALLOS GALVIS
MITCHEL STEVENSON PISCIOTTI ABELLO**

**Monografía de Grado presentado como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director:
Daniel Ortiz Plata
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2011**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	18
1. ALCALDIA DE BUCARAMANGA	20
1.1 RESEÑA HISTORICA MUNICIPAL	22
1.2 RESEÑA HISTORICA URBANISTICA	24
1.3 INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL	28
1.3.1 Obras Civiles	33
1.3.2 Taller Municipal Equipo Pesado.	38
1.3.2 Alumbrado Público	o 40
2. MARCO TEORICO	44
2.1 SITUACION ACTUAL	44
2.1.1 Administración.	44
2.1.2 Taller municipal.	78
2.1.3 Alumbrado público	84
2.2 GENERALIDADES DE MANTENIMIENTO	86
2.3 HISTORIA DEL RCM.	87
2.4 METODOLOGIA DEL RCM	91
2.4.1 Definición del Sistema	92
2.4.2 Las Siete Preguntas Basicas del RCM.	93
2.4.3 Recolección y Análisis de Datos de Servicio.	94
2.4.4 Identificación Modos de Falla Significativos (19).	95
2.4.5 Beneficios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	101
Tabla 15. Beneficios RCM	101
2.5 PLANEACION Y PROGRAMACION	101
2.5.1 Mantenimiento Preventivo.	108
2.5.2 Mantenimiento Correctivo	. 110
2.5.3 Mantenimiento Predictivo.	111

2.6 ANALISIS DE CRITICIDAD	117
2.6.1 Disponibilidad.	122
2.6.2 Confiabilidad.	125
2.6.3 Mantenibilidad.	127
3. SISTEMA DE INFORMACION	130
3.1. RECOPIACION INFORMACION PARA MODELO GERENCIAL DEL TALLER MUNICIPAL DE LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA	130
4. PROPUESTA MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO RCM EN OBRAS CIVILES, ELECTRICAS Y MAQUINARIA TIPO PESADO EN LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA	151
4.1 OBJETIVOS	151
4.1.1 Objetivo general	151
4.1.2. Objetivos específicos:	151
4.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	152
4.4 DESCRIPCION DEL MODELO GERENCIAL.	152
4.4.1. Identificacion	158
4.4.2 Gestión de mantenimiento	162
4.4.3 Gestión de recurso.	165
4.4.4 Gestión de control.	182
4.5. EJEMPLO RECOMEDACIONES PARA OBRAS CIVILES BASADO EN MANTENIMIENTO RCM	184
4.5.1. Recomendaciones para la ejecución de estructuras metálicas	184
4.6 EJEMPLOS DE MONITOREOS VISUALES PLAN DE MANTENIEMIENTO PARA ESTRUCTURAS EN CONCRETO.	198
4.7 EVALUACION DE ESTRUCTURAS	221
4.8. MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS CIVILES.	231
4.9. REHABILITACIÓN DE LAS OBRAS CIVILES.	234
4.9.1 Rehabilitacion puentes.	240
5. ESTUDIO RCM APLICADO A ALUMBRADO PUBLICO	251
5.1 ORGANIGRAMA	251
6. CONCLUSIONES	276
BIBLIOGRAFIA	278

CONTENIDO

	Pág.
Figura. 1 Ciudad Bonita	. 22
Figura 2. Ciudad Urbana	23
Figura 3. Ciudad Vial	26
Figura. 4. División por Comunas	29
Figura 5. Proyecto Viaducto la Novena 9	33
Figura 6. Via la Flora – Neomundo	34
Figura 7. Intercambiador -Neomundo	
Figura 8. Intercambiador- Neomundo	34
Figura 9. Parque de Deporte Extremo	35
Figura 10. Parque de Deporte Extremo Movimiento Tierras	36
Figura 11. Parque de Deporte Extremo Muros de Contención Gaviones.	37
Figura 12. Proyecto Embalse de Bucaramanga.	37
Figura 13. Proyecto Embalse de Bucaramanga	. 38
Figura 14. Motoniveladora changlin PY165H	38
Figura 15. Cargador changlin L50H	39
Figura 16. Volqueta tipo diesel OSA 818	39
Figura 17. Alumbrado Publico	40
Figura 18. Alumbrado Público Parque de los Periodista.	42
Figura 19. Organigrama de la Administración	45
Figura 20. Mapa de Procesos de la Administración Municipal.	46
Figura 21 - 22. Parque Real de Minas	50
Figura 23 Parque Juan XXIII Santo tomas	50
Figura 24 - 25 Parque Juan XXIII Santo tomas	51
Figura 26. Puente Vivero	
Figura 27. Maqueta Proyecto	51
Figura 28. Puente Vivero	
Figura 29. Plaza Mercado Kennedy	52
Figura 30 - 31 Plaza Mercado Kennedy	52

Figura 32 Polideportivo Brisas del Mutis	
Figura.33 Viaducto La Flora	52
Figura.34 Viaducto La Flora	
Figura.35 Puente Colegio Inem	53
Figura.36 Puente Colegio Inem	
Figura.37 Puente Colegio Inem	53
Figura.38 Puente el Bueno	
Figura. 39 Parque El Rocío	53
Figura 40 proceso de roturas e intervención del espacio público	54
Figura 41 Atención de obras viales	55
Figura 42 Atención de obras comunitarias	56
Figura 43 Atención obras rurales	57
Figura 44 recuperación y mantenimiento de parques y zonas verdes	58
Figura 45 interventoría a los contratos de la secretaria de infraestructura	59
Figura 46. Perspectiva Tradicional de las Fallas de los equipos	87
Figura 47. Cambios en los Puntos de Vista sobre las fallas de los Equipos, Expectativas y Técnicas de Mantenimiento	90
Figura 48. Componentes de un Programa de RCM	93
Figura 49. RCM	94
Figura 50; Falla a intervalos regulares	99
Figura 51. Cuadro de la bañera	100
Figura 52. Proceso de planeación.	102
Figura 53. Niveles de planeación	102
Figura 54. Efectos de la planeación en el trabajo	103
Figura 55. Planeación y Programación	104
Figura 56. Actividades del mantenimiento preventivo	110
Figura 57. Características del mantenimiento correctivo	111
Figura 58. Calculo de correctivos	124
Figura 59. Calculo de preventivos	124
Figura 60. Cálculo de Disponibilidad Operacional	125
Figura 61. Elementos del sistema de información.	130
Figura 62. Maquinaria Taller Municipal	133

Figura 63. Solicitud de servicio en el Sistema de Información.	143
Figura 64. Orden de trabajo del Sistema de Información.	144
Figura 65. Orden de Trabajo Planeada y programada en el Sistema de Información.	145
Figura 66. Ejecución Orden de Trabajo.	145
Figura 67. Formato de Inventarios.	147
Figura 68. Formato de Materiales.	148
Figura 69. Formato Cumplimiento de Tareas.	149
Figura 70. Función Básica y Planeación Estratégica	153
Figura 71. Modelo gerencial para administracion del MANTENIMIENTO.	157
Figura 72. Tarjeta Maestra	160
Figura 73. Hoja de Vida	161
Figura 74. Solicitud de servicio en el Sistema de Información	162
Figura 75. Orden de Trabajo	163
Figura 76. Planeación y Programación	164
Figura 77. Prevenir Fallas	165
Figura 78. Panorama de Riesgos	174
Figura 79 seguridad Industrial	177
Figura 80 Manejo de Inventarios	180
Figura 81 Indicadores de Gestión	183
Figura 82 Estructura Combinada Metálica Concreto	185
Figura 83 Armado de estructura: estructura metálica y concreto	190
Figura 84 Plantilla de Verificación Cargas Verticales: evaluación de edificaciones existentes	223
Figura 85 Planilla de Verificación Acciones Sísmicas: Evaluación de Edificaciones existentes	225
Figura 86. Grafica Deformaciones	227
Figura 87. Tipos de cargas Estructurales	231
Figura 88. Fuerzas en el Concreto	232
Figura 89 Esfuerzo y Equilibrio	234
Figura 90. Cambio de Apoyos Etapa 1	242
Figura 91. Cambio de Apoyos Etapa 2	242

Figura 92. Cambio de Apoyos Etapa 3	243
Figura 93. Cambio de Apoyos Etapa 4	243
Figura 94. Preparación Inyección Limpieza	244
Figura 95. Colocación Pasta	244
Figura 96. Colocación de inyectores	245
Figura 97. Prueba de Sello	245
Figura 98. Pasos Para Inyección	246
Figura 99. Esquema de Limpieza	246
Figura 101. Esquema Junta de Dilatación Pasos 3 – 4	248
Figura 102. Chequeo de Nivelación de Junta de Dilatación Paso 5	249
Figura 103. Esquema Junta de Dilatación Pasos 6 – 7	249
Figura 104. Organigrama Alumbrado Público	251
Figura 105. Esquema Proceso de Mantenimiento	252
Figura 106. Registro de Quejas, Reclamos y Solicitudes	258
Figura 107. Esquema de mantenimiento de una instalación de alumbrado público	262
Figura 108. Características técnicas y condiciones operacionales, Lámpara de Sodio Alta Presión	267
Figura 109. Diagrama Unifilar Red Distribución de la Luminaria	272

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Plan de Acción	49
Tabla 2. Granulometría	72
Tabla 3. Tamaño de Tamiz	72
Tabla 4 Maquinaria y Equipos Existentes	79
Tabla 5 Ficha Volqueta Kodiak OSA 818	80
Tabla 6 Ficha Volqueta International OSA 352	80
Tabla 7 Ficha Volqueta Chevrolet C-70 OSJ 928	81
Tabla 8 Cargador Changlin Komatsu ZL50H	81
Tabla 9 Cargador Fiat Allis	82
Tabla 10 Retroexcavadora Case Súper L580	82
Tabla 11 Motoniveladora Champion 710	83
Tabla 12 Elementos para maquinaria	83
Tabla 13 Cat Vibro compactador CB 214 B-6LFO752	84
Tabla 14. Cuadro de la Bañera	100
Tabla 15. Beneficios RCM	101
Tabla 16. indicador de Gestión:	105
Tabla 17; Mantenimiento Preventivo	109
Tabla 18. Clases de equipos rotativos 4	113
Tabla 19. Niveles de severidad 5	113
Tabla 20. Análisis de criticidad ¹⁴	118
Tabla 21. Rangos para establecer criticidad.	120
Tabla 22. Matriz de Aceptabilidad	121
Tabla 23. Criterios de Aceptabilidad	122
Tabla 24. Volqueta Kodiak OSA 818	134
Tabla 25. Volqueta Kodiak OSA 819	134
Tabla 26. Volqueta Chevrolet FVR - 2010	135

Tabla 27. Volqueta International OSA 352	135
Tabla 28. Volqueta Chevrolet C-70 OSJ 917	136
Tabla 29. Volqueta Chevrolet C-70 900	136
Tabla 30. Volqueta C-70 OSJ 928	137
Tabla 31. Volqueta Chevrolet C-70 OSJ 930	137
Tabla 32. Cargador Changlin KMATSU z150H	138
Tabla 33. Cargador Fiat ATLIS	138
Tabla 34. Retroexcavadora CASE SUPER L580	139
Tabla 35. Motoniveladora Champion 710	139
Tabla 36. Motoniveladora Changlin PY 165 H	140
Tabla 37. Retroexcavadora Jhon Deer 310 J	141
Tabla 38. Plan Mantenimiento Básico Retroexcavadora de Jhon Deer	142
Tabla 39. Lista de Chequeo	166
Tabla 40. Lista de Chequeo Trabajo en Altura	172
Tabla 41. Lista Chequeo Actividades SISO	173
Tabla 42 Panorama de Riesgo	175
Tabla 43 Aspectos de Seguridad	178
Tabla 44. Indicadores de Gestión	182
Tabla 45. Estado de la Estructura	228
Tabla 46. Eficacia mínima para bombillas de mercurio a alta presión	263
Tabla 47. Eficacia mínima para bombillas de Sodio a alta presión	264
Tabla 48. Máximo aumento de tensión	264
Tabla 49. Principales Características de la Lámpara de Sodio Alta Presión	265
Tabla 50. Principales características de la lámpara de vapor de mercurio	266
Tabla 51. Clasificación de los niveles de contaminación	269
Tabla 52. Grados de hermeticidad y protección contra el impacto	270
Tabla 53. Requisitos de los Balastos	270
Tabla 54. Capacitancias, tensiones y calibres de conductores utilizados en luminarias de A.P	271

RESUMEN

TÍTULO: MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM DE OBRAS CIVILES, ELECTRICAS Y MAQUINARIA TIPO PESADO DE LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA*

**AUTORES: CHRISTIAN OCTAVIO MUTIS PEÑA
EDER ALONSO DALLOS GALVIS
MITCHEL STEVENSON PISCIOTTI ABELLO****

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento Basado en RCM, Mantenimiento de Obras Civiles, Estructuras, Instalaciones Eléctricas, Maquinaria Pesada.

DESCRIPCIÓN

La presente monografía ha sido elaborada pensando en la necesidad de las Administraciones Municipales por garantizar el servicio prestado a la comunidad en general. Este trabajo presenta un análisis de los factores más importantes de la función mantenimiento basado en RCM para ser aplicado en empresas administradoras de Servicios, evaluando las condiciones actuales de funcionamiento, mantenimiento de obras civiles, mantenimiento de obras eléctricas y mantenimiento de equipos y maquinaria tipo pesado presentado un diagnóstico de su condición y proponiendo el MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN (RCM). La evaluación se realiza con base a parámetros como: Organización, Administración y su situación actual, Descripción de Secretaria de Infraestructura, Taller Municipal, Alumbrado Público, Planeación, Uso de sistemas de información, Documentación Técnica, Costos de Mantenimiento maquinaria equipos del taller municipal, Infraestructura, Equipo, Producto conforme, Personal, Diagnóstico de Condición, Gestión de Repuestos, Programa de Mantenimiento, Recomendaciones para Construcción, Procedimiento para monitoreo de Estructuras y obras civiles, Seguridad Industrial e indicadores de Gestión.

El Modelo Gerencial de Mantenimiento RCM se propone como una necesidad de las Secretarías de Infraestructura para garantizar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de todas y cada una de la obras ejecutadas por las Alcaldías de Colombia que redundara en mejorar el servicio prestado, reducirá costos adicionales por reparaciones o indemnizaciones pagas a terceros y mejorara la calidad de los trabajos ejecutados con la participación de personal capacitado para entregar un servicio seguro y confiable.

* Monografía

** Escuela de Ingenierías Fisicomecánicas, escuela de Ingeniería Mecánica. Director. Daniel Ortiz Plata

SUMMARY

TITLE: MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL (RCM) IN CIVIL WORKS, ELECTRICAL MACHINERY AND HEAVY DUTY OF THE MAYOR OF BUCARAMANGA*

AUTHORS: **CHRISTIAN OCTAVIO MUTIS PEÑA**
EDER ALONSO DALLOS GALVIS
MITCHEL STEVENSON PISCIOTTI ABELLO**

KEYWORDS: RCM Based Maintenance, Maintenance of Civil, Structural, Electrical, Heavy Machinery.

DESCRIPTION

This monograph has been developed considering the need for municipal administrations to ensure service to the community in general. This paper presents an analysis of the most important function RCM-based maintenance to be applied in services management companies, evaluating the current operating conditions, maintenance of civil works, maintenance of electrical works and maintenance of heavy duty equipment and machinery presented a diagnosis of their condition and suggesting MODEL-BASED MANAGEMENT OF MAINTENANCE (RCM).

The evaluation is done based on parameters such as: Organization, Administration and their current situation, description of Secretary of Infrastructure, Municipal Workshop, Street Lighting, Planning, Using information systems, technical documentation, equipment maintenance costs of municipal workshop equipment, Infrastructure, equipment, product line, Personal, Status Diagnosis, Management Parts, Maintenance Program Recommendations for Construction Procedures for monitoring and civil engineering structures, industrial safety and management indicators.

The RCM Maintenance Management Model is proposed as a need for the Ministries of Infrastructure to ensure reliability, maintainability and availability of each and every one of the works executed by the municipal government of Colombia that would result in better service, reduce costs, additional redress or compensation paid to third parties and improve the quality of work performed with the participation of trained personnel to deliver a safe and reliable service.

* Monograph

** Physical-School of Engineering, School of Mechanical Engineering. Director. Daniel Ortiz Plata

INTRODUCCION

Una de las actividades inherentes de toda compañía cualquiera que sea su misión, es la de garantizar la calidad en los servicios prestados, brindando confiabilidad en la ejecución de sus procesos.

Así mismo la Administración Municipal representada por el Señor Alcalde y por el personal adscrito a cada una de las dependencias de la Alcaldía de Bucaramanga, tienen un fuerte compromiso y deseo de cumplir con su objeto misional, el cual es el de garantizar los servicios básicos a la comunidad en general ejecutando todo tipo de obra civil-eléctrica utilizando la tecnología y los recursos existentes en el mercado apoyados por maquinaria y equipos tendientes a satisfacer las necesidades humanas, con funcionalidad y eficiencia en aras de mejorar los niveles de calidad de vida de sus habitantes y por consiguiente la certificación de la Administración Municipal por parte de las entidades encargadas de ello.

Dentro de los aspectos principales que se sugieren en este proyecto está la organización e implementación de un modelo gerencial para el área de mantenimiento cuyo objetivo sea el de elevar y mantener la calidad del servicio prestado, bajo un nivel de costos rentable que eliminara en un alto porcentaje el mantenimiento correctivo que eleva los costos y detiene la atención de servicio al cliente.

Es así que dentro de los procesos de calificación y verificación por parte de las entidades gubernamentales del orden nacional, departamental y municipal encargadas de hacer seguimiento a la Gestión y cumplimiento de lo plasmado en el Plan de Desarrollo solicitan información mensual y entrega de resultados que garanticen la ejecución de las obras y la estabilidad de las mismas, es por ello que se encuentra la necesidad de diseñar un **MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM DE OBRAS CIVILES, ELECTRICAS Y MAQUINARIA TIPO PESADO** para la Administración Municipal permitiendo la

entrega de resultados y trabajos con los más altos estándares que les permitan estar al nivel de los mejores.

Con la adecuada implementación del modelo se espera mejorar la satisfacción de la comunidad suministrándole procesos estandarizados para reparación tanto de obras civiles-eléctricas como también de maquinaria, reducción de costos por unidades reparadas, optimización de los tiempos de intervención, control en los formatos de registro para las actividades diarias de mantenimiento y la organización de la documentación de los equipos, de tal forma que el mantenimiento de todas la obras civiles, instalaciones eléctricas y de los equipos y/o maquinaria sean basados en las funciones que estos deben cumplir y soportados en los documentos requeridos para conformar su hoja de vida.

El presente modelo muestra un enfoque estructurado que permitirá observar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) desde una óptica organizada y centrada en la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la infraestructura construida y mantenida, la de equipos y maquinaria pesada, y la de obras eléctricas mantenidas y construidas involucrando profesionales del área de la Ingeniería Civil, la Ingeniería Mecánica y la Ingeniería Eléctrica.

Es por ello que basado en la experiencia y la necesidad de cada empresa, en pro de la mejora continua como política inherente, es necesario desarrollar un Modelo que ayude a garantizar que lo planeado sea ejecutado con la mayor calidad posible y que pueda satisfacer las necesidades del cliente brindándole seguridad y confort en el servicio recibido.

1. ALCALDIA DE BUCARAMANGA



NOMBRE DEL MUNICIPIO: MUNICIPIO D BUACRAMANGA

NIT: 890201222-0

CODIGO DANE: 68689

GENTILICIO: Bumangueses

OTROS NOMBRES QUE HA RECIBIDO EL MUNICIPIO: Ciudad Bonita de Colombia, La Ciudad de los Parques

Visión

En el año 2015, Bucaramanga será una ciudad-región de servicios, líder en Colombia, moderna y socialmente viable, con sólida vocación emprendedora, competitiva e internacional, capaz de generar oportunidades para todos, afianzada como territorio digital,

con desarrollo humano integral y múltiples expresiones de cultura ciudadana, donde una mejor calidad de vida sea el resultado de la prosperidad general y la convivencia pacífica de sus moradores.

Misión

El Municipio de Bucaramanga es una entidad pública de servicio social encargada del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Cumple su propósito promoviendo la participación ciudadana, con gobernabilidad y alto sentido de pertenencia, fundamentado en su sistema de gestión de la calidad, sus valores y principios y en la transparencia de su gestión.

1.1 RESEÑA HISTORICA MUNICIPAL

Bucaramanga, conocida como la Ciudad de los Parques, fue fundada el 22 de Diciembre de 1622 en las estribaciones nororientales de la cordillera de los Andes por el español Andrés Páez de Sotomayor y Miguel de Trujillo que repelieron con sus lanceros a los indios guanes, primeros habitantes que adoraban al sol y cultivaban la tierra revestidos de pobreza.

Figura. 1 Ciudad Bonita.



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

En el siglo XVIII dieron su grito adolorido los primeros patriotas que anhelaban resquebrajar la tiranía española porque los virreyes martirizaban a los hombres con sus tributos y se llevaban en sus goletas el oro y todos los tesoros de la tierra. Pero solo a principios del siglo XIX se comenzó a consolidar la libertad.

Bucaramanga ya había crecido con una arquitectura urbana con rasgos españoles. Aún no era una ciudad. Tenía formas y expresiones de aldea recatada en sus tradiciones cristianas. Por sus calles, donde se levantaba el polvo cuando pasaban los huracanes de la América India, habían desfilado en peregrinación científica hacia las minas de Baja y Vetas, el sabio gaditano José Celestino Mutis, director de la Expedición Botánica del Nuevo Reino de

Granada y los inmigrantes ingleses que se integraron desde 1825 al desarrollo de la comarca. Luego pasó Simón Bolívar quién despertó la conciencia de sus hombres en el más formidable esfuerzo de justicia.

Cinco grupos dominaban la región, los Guanes, los Yariguies, los Chitareros, Lancheros y Saboyás. En un principio era una pequeña población formada por 7 viviendas pero gracias a la fertilidad de sus tierras y al espíritu emprendedor de sus gentes progresó día por día y fue nombrada, en 1857, capital del Departamento de Santander, por ese entonces Estado Soberano de Santander. Sólo adquirió el título de ciudad hasta 1869.

Figura 2. Ciudad Urbana



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

A finales del siglo anterior, ya en tiempos de la República, cuando esta urbe le había obsequiado a la patria la vida de sus mejores hijos, una poderosa corriente migratoria alemana contribuyó al desarrollo compartido. Y Bucaramanga fue ejemplo de adelanto. Tuvo primero que las otras ciudades de Colombia, luz eléctrica, compañías de aviación, fábricas que acreditaron la destreza de sus artesanos en la elaboración de los sombreros jipijapa, en la maduración suave de los cigarros y en la distribución de productos apetecidos en los mercados europeos.

Hoy día, el área del municipio es de 165 km², distribuidos en quince comunas y tres corregimientos, limita al norte con las localidades de Rionegro y Matanza,

al oriente con las poblaciones de Charta y Tona, al sur con Floridablanca y al occidente con Girón.

La ciudad forma parte junto con los municipios de Floridablanca, Piedecuesta y Girón del Área Metropolitana de Bucaramanga, con una población de aproximadamente un millón de habitantes. El 98.5% de los habitantes del Municipio residen en el área urbana. Su cielo, su luz, sus noches alumbradas de estrellas, la asemejan a un paraíso que enciende de afectos el corazón de sus bellas mujeres. De día, su cielo azul y una temperatura de 26°C son el ambiente perfecto para cualquier actividad al aire libre, o para una deliciosa lectura bajo la sombra de un árbol en cualquiera de los innumerables parques de la Ciudad Bonita. Al caer la tarde, justo antes del anochecer, la espectacular danza de colores que interpretan el sol y las nubes es simplemente pasmante. Las noches, claras y tranquilas, con un negro cielo incrustado con un millón de estrellas invitan tanto a disfrutar de una deliciosa cena en alguno de los exquisitos restaurantes de la ciudad, como a pasar la noche en uno de tantos bares y discotecas con que Bucaramanga cuenta.

1.2 RESEÑA HISTORICA URBANISTICA

Límites:

Bucaramanga, capital del departamento de Santander limita por el Norte con el municipio de Rionegro; por el Oriente con los municipios de Matanza, Charta y Tona; por el Sur con el municipio de Floridablanca y; por el Occidente con el municipio de Girón.

Posición Geográfica:

Bucaramanga se encuentra en una terraza inclinada de la Cordillera Oriental a los 7 08' de latitud norte con respecto al Meridiano de Bogotá y 73° 08' de longitud al Oeste de Greenwich.

Características generales del territorio y suelos:

El área metropolitana formada por Bucaramanga, Piedecuesta, Florida y Girón está ubicada sobre el Valle del Río de Oro. Se distingue en ella dos sectores de diferente conformación física: uno formado por la meseta y otro por el valle. Sus suelos, desde el punto de vista agrológico, se pueden dividir en dos grupos: los primeros, al no tener peligro de erosión, son propicios para el cultivo de gran variedad de productos y el uso para la ganadería. La otra clase de suelos tiene una alta potencialidad erosiva; por esta razón, presenta baja fertilidad y una capa de fertilidad superficial, en algunas situaciones casi nulas.

Climatología y superficie:

El área municipal es de 165 kilómetros cuadrados, su altura sobre el nivel del mar es de 959m y sus pisos térmicos se distribuyen en: cálido 55 kilómetros cuadrados: medio 100 kilómetros cuadrados y frío 10 kilómetros cuadrados. Su temperatura media es 23°C y su precipitación media anual es de 1.041 mm.

Orografía:

La topografía de Bucaramanga es en promedio un 15% plana, 30% ondulada y el restante 55% es quebrada. Tres grandes cerros se destacan a lo largo del territorio: Morro Rico, Alto de San José y El Cacique.

Hidrografía:

Los ríos principales son: El Río de Oro y el Suratá y las quebradas: La flora, Tona, La Iglesia, Quebrada Seca, Cacique, El Horno, San Isidro, Las Navas, La Rosita, Bucaramanga.

Economía de Bucaramanga:

El municipio de Bucaramanga es la capital del departamento de Santander y es la ciudad núcleo del Área Metropolitana de Bucaramanga, también compuesta por Floridablanca, Girón y Piedecuesta. De acuerdo al último censo, Bucaramanga posee una población de 509.918 habitantes, distribuidos principalmente en los estratos tres y cuatro, lo que evidencia un mediano poder

adquisitivo en la ciudad. Las principales actividades económicas desarrolladas en el municipio están relacionadas con el comercio y la prestación de servicios. Dentro de este sector, se encuentra la comercialización de los productos provenientes de la agricultura, la ganadería y la avicultura, actividades que se desarrollan en zonas fronterizas a este municipio y en el departamento del Cesar, pero su mercadeo y administración se hace en Bucaramanga.

La actividad industrial que cuenta con un mayor reconocimiento a nivel nacional es el calzado así mismo tiene un importante mercado a nivel internacional en países como Argentina, Brasil, Canadá, Ecuador, Italia, algunas islas del Caribe, Estados Unidos, Perú, Venezuela y México.

La confección, así como la prestación de servicios de salud, finanzas y, en un alto grado la educación, al punto que cabe decir que la Ciudad se perfila para el siglo XXI como la Tecnópolis de Los Andes; prueba de ello es el creciente número de centros de investigación tecnológica en diversos tópicos como los de energía, gas, petróleo, corrosión, asfaltos, cuero y herramientas de desarrollo agroindustrial, entre otros. Un sector significativo de la economía bumanguesa es el agropecuario, cuyas principales actividades: agricultura, ganadería y avicultura se llevan a cabo en zonas aledañas de los departamentos de Santander y Cesar, pero su administración y comercialización se desarrollan en la Ciudad.

Figura 3. Ciudad Vial



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Vías de Comunicación:

La Ciudad de Bucaramanga cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el cual clasifica las vías de la ciudad en dos tipos Las vías llamadas Arterias Tipo y las vías de la Red local del municipio.

Las Vías de Arteria Tipo están divididas: en Vías Tipo V-0. Tienen una sección transversal mayor de 60 metros. Vías Tipo V-1. tienen una sección transversal entre 60m y 40 m. Vías Tipo V-2. Tiene entre 30 m y 40 m de sección transversal. Vías Tipo V-3. Tienen entre 25 m y 30 m de sección transversal. [60] Entre las vías de arteria tipo podemos encontrar:

- **Carrera 15:** Es del tipo V-2. En el sector de la Rosita se convierte en Diagonal 15 es una de la más importantes por su permanente movimiento de transporte sobre todo de servicio público, recientemente fue ampliada y arreglada para el proyecto Metro línea, inicia en el sector norte de la ciudad de la vía que viene de Santa Marta y en el sector de la puerta del sol termina para convertirse en la Autopista Bucaramanga - Floridablanca - Piedecuesta.
- **Carrera 27:** Es del tipo V-2. Conocida también como Avenida Prospero Pinzón, cruza la ciudad de Norte a Sur. Inicia en la Universidad Industrial de Santander y cruza la ciudad de norte a sur. En el sector de la puerta del sol está ubicado el intercambiador del mismo nombre de donde se desprenden vías hacia la autopista a Floridablanca y una continuación de la carrera 27 continua hasta el sector entre los barrios la Victoria y la Sallé donde se convierte en la Autopista a Girón y Lebrija, de esta vía se inicia la Carretera hacia Barrancabermeja.

Actualmente el Gobierno del Alcalde Fernando Vargas planea la construcción de varios proyectos viales que permitirán a la ciudad la descongestión de otras vías de la ciudad y un aire de modernidad. El proyecto más importante es el viaducto de la Carrera Novena, un puente atirantado de 511 metros de longitud, actualmente está en proceso de licitación, comunicará el sector de la carrera 9 con el sector de la Ciudadela Real de Minas evitando el paso por el centro de la

ciudad, este deberá estar construido en diciembre de 2011, además se planea para 2010 los intercambiadores de Neomundo, de la Quebradaseca y el Mesón de los Búcaros.

En transporte aéreo:

Bucaramanga es servida por el Aeropuerto Internacional Palonegro, ubicado al occidente de Bucaramanga en el municipio de Lebrija, por la vía a Barrancabermeja en el cerro histórico de Palonegro.

El Aeropuerto fue inaugurado en el año 1974 y actualmente el Aeropuerto Palonegro opera bajo la administración de la Aeronáutica Civil Colombiana. Recibe vuelos de las principales ciudades de Colombia y Santander, además de vuelos Internacionales desde la ciudad de Panamá.

La terminal principal se encuentra a 20 minutos de la ciudad por la vía rápida de la autopista occidental a Girón y a 40 por vía rápida por la calle 45.

Para el año 2009 estaba posicionado entre los 8 aeropuertos más importantes de Colombia, por esta razón se ha invertido recursos en la ampliación de la sala de abordaje nacional y en la nueva sala internacional.

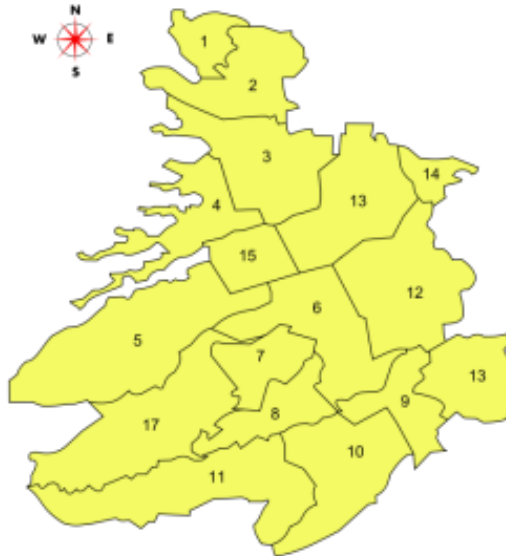
1.3 INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

1.3.1 División Político Urbana

Artículo 107.

De la División Urbana en Comunas. El suelo urbano se divide en 17 comunas. Dentro de cada comuna hacen parte: los barrios, asentamientos, urbanizaciones y otros (sectores con población flotante). Consultar plano UR1 denominado División Urbana, tomado del Sistema de información georeferenciado del Municipio de Bucaramanga el cual hace Parte integral del presente acuerdo.

Figura. 4. División por Comunas



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Comuna 1 Norte:

Barríos: El Rosal, Colorados, Café Madrid, Las Hamacas, Altos del Kennedy, Kennedy, Balcones del Kennedy, Las Olas, Villa Rosa (sectores I, II y III), Omagá (sectores I y II), Minuto de Dios, Tejar Norte (sectores I y II), Miramar, Miradores del Kennedy, El Pablón (Villa Lina, La Torre, Villa Patricia, Sector Don Juan, Pablón Alto y Bajo).

Asentamientos: Barrio Nuevo, Divino Niño, 13 de Junio, Altos del Progreso, María Paz.

Urbanizaciones: Colseguros Norte, Rosa Alta.

Comuna 2 Nororiental:

Barríos: Los Ángeles, Villa Helena I y II, José María Córdoba, Esperanza I, II y III, Lizcano I y II, Regadero Norte, San Cristóbal, La Juventud, Transición I, II, III, IV y V, La Independencia, Villa Mercedes, Bosque Norte.

Asentamientos: Mesetas del Santuario, Villa María, Mirador, Primavera, Olitas, Olas II.

Comuna 3 San Francisco:

Barrios: Norte Bajo, San Rafael, El Cinal, Chapinero, Comuneros, La Universidad, Mutualidad, Modelo, San Francisco, Alarcón.

Asentamientos: Puerto Rico.

Otros: UIS

Comuna 4 Occidental:

Barrios: Gaitán, Granadas, Nariño, Girardot, La Feria, Nápoles, Pío XII, 23 de Junio, Santander, Don Bosco, 12 de Octubre, La Gloria.

Asentamientos: Camilo Torres, Zarabanda, Granjas de Palonegro Norte, Granjas de Palonegro Sur, Navas.

Otros: Zona Industrial (Río de Oro).

Comuna 5 García Rovira

Barrios: Quinta Estrella, Alfonso López, La Joya, Chorreras de Don Juan, Campo hermoso, La Estrella, Primero de Mayo.

Asentamientos: Carlos Pizarro, Rincón de la Paz, 5 de Enero, José Antonio Galán, Pantano I, II, III.

Urbanizaciones: La Palma, La Esmeralda, Villa Romero.

Comuna 6 La Concordia

Barrios: La Concordia, San Miguel, Candiles, Aeropuerto Gómez Niño, Ricaurte, La Ceiba, La Salle, La Victoria.

Comuna 7 La Ciudadela

Barrio: Ciudadela Real de Minas.

Urbanizaciones: Macaregua, Ciudad Bolívar, Los Almendros, Plazuela Real, Los Naranjos, Plaza Mayor, Plazuela Real.

Comuna 8 Sur Occidente

Barrios: San Gerardo, Antiguo Colombia, Los Canelos, Bucaramanga, Cordoncillo I y II, Pablo VI, 20 de Julio, África, Juan XXIII, Los Laureles.

Asentamientos: El Fonce, Manzana 10 del barrio Bucaramanga.
Urbanización: La Hoyada.

Comuna 9 La Pedregosa

Barrios: Quebrada la Iglesia, Antonia Santos Sur, San Pedro Claver, San Martín, Nueva Granada, La Pedregosa, La Libertad, Diamante I, Villa Inés, Asturias, Las Casitas.

Asentamiento: Los Guayacanes.

Urbanizaciones: Torres de Alejandría, Urbanización el Sol I y II.

Comuna 10 Provenza

Barrios: Diamante II, San Luis, Provenza, El Cristal, Fontana, Granjas de Provenza.

Urbanización: Neptuno.

Comuna 11 Sur

Barrios: Ciudad Venecia, Villa Alicia, El Rocío, Toledo Plata, Dangond, Manuela Beltrán I y II, Igzabelar, Santa María, Los Robles, Granjas de Julio Rincón, Jardines de Coaviconsá, El Candado, Malpaso, El Porvenir, Las Delicias.

Urbanización: Condado de Gibraltar.

Comuna 12 Cabecera del Llano

Barrios: Cabecera del Llano, Sotomayor, Antiguo Campestre, Bolarquí, Mercedes, Puerta del Sol, Conucos, El Jardín, Pan de Azúcar, Los Cedros, Terrazas, La Floresta.

Comuna 13 Oriental

Barrios: Los Pinos, San Alonso, Galán, La Aurora, Las Américas, El Prado, Mejoras Públicas, Antonia Santos, Bolívar, Álvarez.

Otros: Estadio, Batallón.

Comuna 14 Morrорico

Barrios: Vegas de Morrорico, El Diviso, Morrорico, Albania, Miraflores, Buenos Aires, Limoncito, Los Sauces.

Comuna 15 Centro

Barrios: Centro, García Rovira.

Comuna 16 Lagos del Cacique

Barrios: Lagos del Cacique, El Tejar, San Expedito.

Urbanizaciones: Santa Bárbara, Quinta del Cacique, Palmeras del Cacique, Altos del Cacique, Altos del Lago.

Otros: UDES.

Comuna 17 Mutis

Barrios: Mutis, Balconcitos, Monterredondo, Héroes, Estoraques I y II, Prados del Mutis.

Urbanizaciones: Prados del Mutis.

1.3.2 Secretaría de Infraestructura

La Secretaria de Infraestructura tiene a su cargo Tres frentes de trabajo tales como: la Oficina de Infraestructura apoyados por el Taller Municipal con maquinaria y equipos y Alumbrado público.

Por tal razón y para diferenciar las actividades las subdividiremos en tres áreas:

- INFRAESTRUCTURA OBRAS CIVILES.
- TALLER MUNICIPAL
- ALUMBRADO PUBLICO

1.3.2.1 Obras Civiles

CONSTRUCCION DEL PUENTE DE LA NOVENA DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Figura 5. Proyecto Viaducto la Novena 9



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Descripción: Puente atirantado que une la calle 45 con la entrada a Balconcitos, a lo largo de la hondonada de la Quebrada La Rosita. La obra estará a cargo del Consorcio Internacional Viaducto Carrera Novena (Colombo-Mexicano), integrado por las empresas Mexicana Presfuerzo S.A. y Sig Southwestern International Group S.A, cuya experiencia contempla la construcción de innumerables puentes en América Latina. Tendrá una luz central de 250 metros y 540 metros de longitud, con dos calzadas, cada una de tres carriles, con andenes laterales de metros y dos pilones en forma de A centrales con 120 metros de altura (equivalente a un edificio de 40 pisos). Además tendrá dos intercambiadores al inicio y al final de su trayecto.

Responsable: Alcaldía de Bucaramanga. **Avances:** Finalización: Diciembre de 2011. **Diseñador:** Alfredo Santander Palacios. **Número de carriles:** 6, distribuidos en dos calzadas. **Longitud total:** 511 metros. **Alturas:** entre 130 metros y 140 metros.

CONSTRUCCION DEL INTERCAMBIADOR DE NEOMUNDO DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Descripción: Dispondrá de conexiones deprimidas, similares a las del túnel de la carrera 17. En la parte superior se adecuará una plazoleta pública, la cual contará con cascadas de agua, esculturas, bancas, áreas verdes y un gran caminódromo. (Foto situación actual.)

Figura 6. Via la Flora – Neomundo



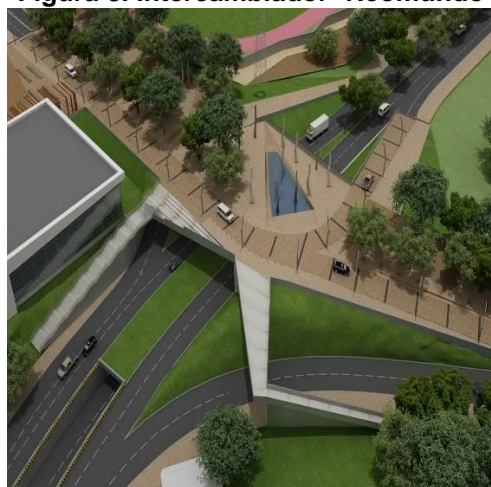
Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Ubicación: Comunicará al Viaducto La Flora con las vías de acceso al Tejar Moderno, frente al Estadio de Atletismo 'Luis Enrique Figuerao Rey'.

Figura 7. Intercambiador -Neomundo



Figura 8. Intercambiador- Neomundo



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUCCION DEL PARQUE INTEGRAL METROPOLITANO EN EL BARRIO SAN MARTIN DE LA COMUNA 9 DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Descripción: El proyecto definido en su fase de ejecución relaciona elementos de tipo arquitectónico, paisajístico y deportivo que realza el espíritu de deporte extremo, combinado con la práctica de deportes convencionales unido al necesario entretenimiento y recreación pasiva y activa que atiende de manera global las necesidades de esparcimiento de toda la comunidad.

Figura 9. Parque de Deporte Extremo



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

En su desarrollo como tal implica la construcción de una pista para la práctica del bicicross o BMX, con la intención de que esta sea certificada internacionalmente para que de esta manera permita realizar competencias nacionales e internacionales proyectando a la ciudad como promotora de este tipo de prácticas.

Del mismo modo y en concordancia con lo anterior, se ejecuta paralelamente la construcción de una pista para la práctica del monopatín, patinaje extremo y bicicross en circuito llamada Skate Park, igualmente con todas las normas deportivas y de seguridad que se aplican para estas competencias. Los anteriores elementos se podrían llamar como el eje o punto de concurrencia para la práctica deportiva en toda la ciudad incluyendo su área metropolitana para el deporte extremo, dado que la ciudad no cuenta con esta clase de

espacios deportivos que permitan elevar el nivel competitivo e inclusive profesional de los practicantes y aficionados.

Figura 10. Parque de Deporte Extremo Movimiento Tierras



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Como demás elementos pero no por eso menos importantes se encuentran las canchas multifuncional y sintética de futbol siete, incluyendo las respectivas zonas lúdicas tales como la plazoleta de acceso y la plazoleta metropolitana, junto con los senderos peatonales que permiten movilidad y transito dentro del parque.

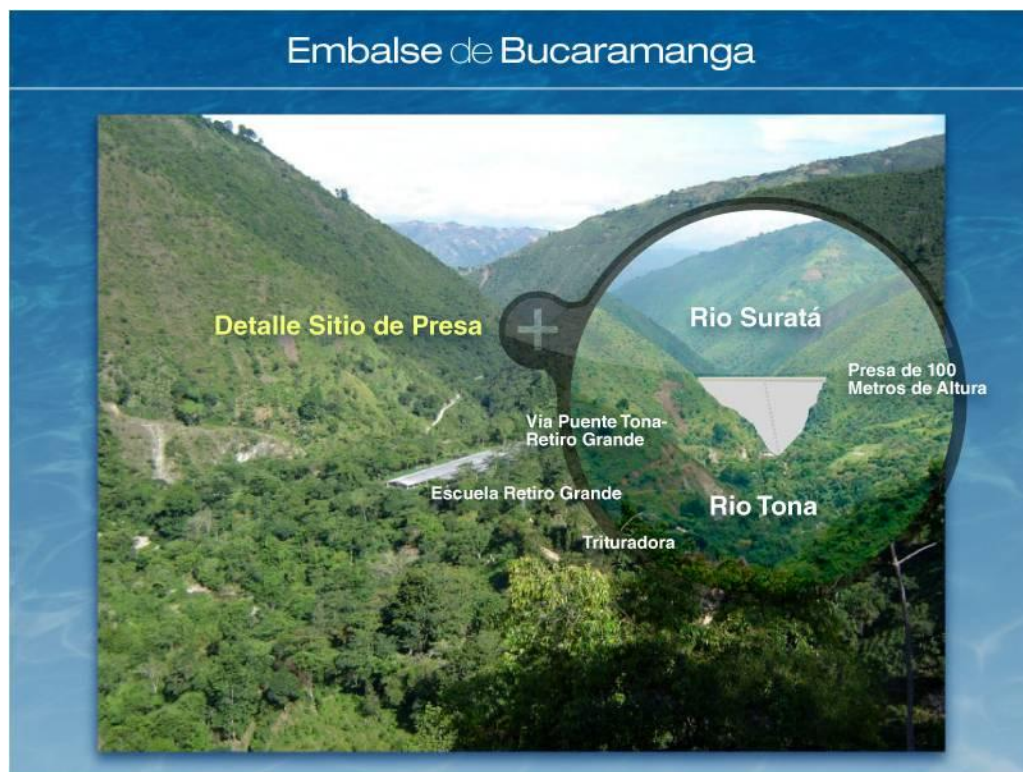
Pero para el logro en la configuración de todos estos elementos se hizo necesaria la redistribución arquitectónica y paisajísticas de cada uno de los elementos, llegándose incluso a la necesidad de acondicionamiento del terreno en la parte geotécnica, toda vez que el lote donde actualmente se ejecuta el proyecto fue en el pasado un basurero improvisado, generando rellenos no compactados y por ende no aptos para la ejecución del proyecto.

Figura 11. Parque de Deporte Extremo Muros de Contención Gaviones.



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 12. Proyecto Embalse de Bucaramanga.



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 13. Proyecto Embalse de Bucaramanga.



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

1.3.2.2 Taller Municipal Equipo Pesado.

Se encarga de recibir la maquinaria adscrita a la administración Municipal para tenerla a disposición para utilizarla según los requerimientos de la comunidad o proyectos planeados por la Alcaldía. Los siguientes son equipos nuevos :

Figura 14. Motoniveladora changlin PY165H



Fuente: Autores de la Monografía.

Figura 15. Cargador changlin L50H



Fuente: Autores de la Monografía.

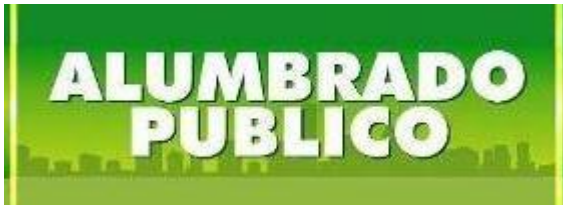
Figura 16. Volqueta tipo diesel OSA 818



Fuente: Autores de la Monografía.

1.3.2.3 Alumbrado Público

Figura 17. Alumbrado Publico



Fuente: página web Alumbrado Publico.

Servicio de Alumbrado Público:

Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un Municipio o Distrito. El servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público.

El manejo integral del alumbrado público lo realiza directamente el municipio de Bucaramanga, la energía requerida para este servicio se compra a través de Subasta Inversa a la Comercializadora de Energía que mejor precio por KW-H le ofrezca al Municipio y la facturación y el recaudo del impuesto de alumbrado público se realiza a través de las diferentes Comercializadoras de Energía que tienen usuarios en nuestra ciudad, como la ESSA, RUITOQUE S.A ESP, VATIA S.A., ISAGEN S.A. entre otras.

ALUMBRADO PUBLICO ha establecido e implementado su Sistema Integrado de Gestión, bajo las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OSHAS 18001:2007 con el propósito de garantizar la satisfacción de los usuarios

mediante la prestación eficiente e ininterrumpida del servicio de Alumbrado Público, optimizando recursos y mejorando continuamente los procesos, apoyados con personal calificado y la aplicación de tecnología de punta. Enfocando todas las actividades a prevenir y mitigar la contaminación del medio ambiente y a garantizar la seguridad y prevención de lesiones y enfermedades del personal y demás partes interesadas, identificando y valorando los riesgos e impactos ambientales, cumpliendo con los requisitos legales aplicables.

En busca de mejorar la prestación de los servicios de mantenimiento, y expansión y para obtener disponibilidad y control de los mismos, la oficina de alumbrado público cuenta con maquinarias y equipos que permiten garantizar la prestación eficiente y oportuna de los servicios, como son El Camión Canasta grúa, La Camioneta de platón, Equipos de Medición y herramientas.

La gestión desarrollada fue concebida teniendo como meta el logro de la visión de la entidad la cual establece para el año 2015 en ser la entidad líder en la prestación de servicios de Alumbrado Público a nivel nacional mediante el mejoramiento continuo de sus procesos, el uso racional de la energía, la utilización de nuevas tecnologías y la optimización de los recursos, buscando siempre el equilibrio con el medio ambiente.

Hoy podemos decir que las entidades oficiales si pueden manejar con calidad y efectividad el servicio de alumbrado público, que el éxito radica en que las metas se pueden lograr y alcanzar, con un cambio de actitud hacia el trabajo, con disciplina y compromiso, lo cual se refleja en los resultados alcanzados.

Misión

El Municipio de Bucaramanga es una entidad pública de servicio social encargada del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Cumple su propósito promoviendo la participación ciudadana, con

governabilidad y alto sentido de pertenencia, fundamentado en su sistema de gestión de la calidad, sus valores y principios y en la transparencia de su gestión.

Figura 18. Alumbrado Público Parque de los Periodista.



Fuente: página web Alumbrado Publico

Visión

En el año 2015, Bucaramanga será una ciudad-región de servicios, líder en Colombia, moderna y socialmente viable, con sólida vocación emprendedora, competitiva e internacional, capaz de generar oportunidades para todos, afianzada como territorio digital, con desarrollo humano integral y múltiples expresiones de cultura ciudadana, donde una mejor calidad de vida sea el resultado de la prosperidad general y la convivencia pacífica de sus moradores.

Políticas de Calidad

Garantizar la satisfacción de los usuarios mediante la prestación eficiente e ininterrumpida del servicio de Alumbrado Público optimizando recursos y mejorando continuamente los procesos, apoyados con personal calificado y la aplicación de tecnología de punta. Enfocando todas las actividades a

prevenir y mitigar la contaminación del medio ambiente y a garantizar la seguridad y la prevención de lesiones y enfermedades del personal y demás partes interesadas, identificando y valorando los riesgos e impactos ambientales, cumpliendo con los requisitos legales aplicables.

2. MARCO TEORICO

2.1 SITUACION ACTUAL

2.1.1 Administración.

Actualmente la Administración de la Alcaldía Municipal de Bucaramanga está en cabeza del **Dr. FERNANDO VARGAS MENDOZA** el cual obtuvo su título de Ingeniero de Sistemas en la UIS. Además cursó una Maestría en Administración de Empresas en la Universidad Santo Tomás y un diplomado de liderazgo en la Universidad de Harvard.

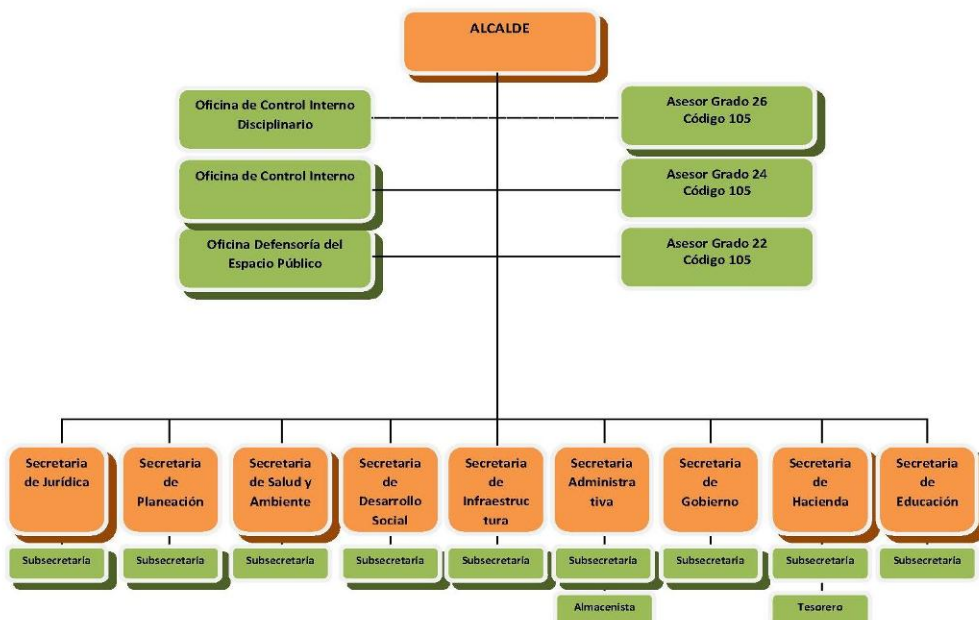
Fundador de la Universidad de Santander - UDES - en el año 1982, Senador de la República en el 2001.

Ha participado en la creación de importantes empresas relacionadas con el sector financiero, comunicaciones, recursos energéticos, salud, transporte, tecnología, servicios públicos y una fundación de beneficio social en favor de las familias desprotegidas del departamento de Santander. Gracias a esta gestión ha recibido varias distinciones gubernamentales y gremiales.

La Administración Municipal tiene la siguiente estructura organizacional basada en el Decreto No. 0172 (05 octubre de 2001). Por el cual se establece la Estructura Administrativa del nivel central del municipio de Bucaramanga.

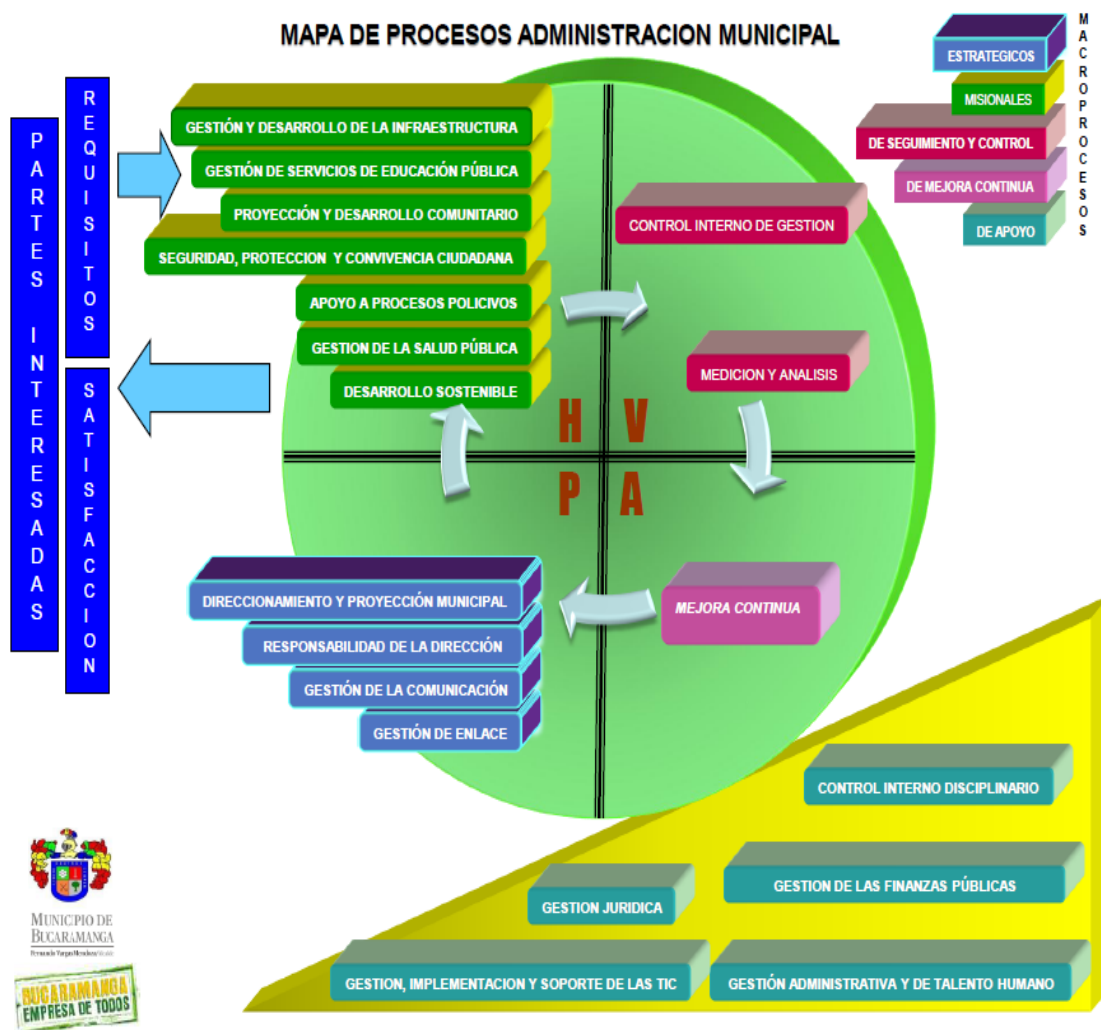
Decreto No. 174 de 2001 (Octubre 5) Por el cual se establece la Planta de Personal de la Alcaldía Municipal de Bucaramanga

Figura 19. Organigrama de la Administración
ORGANIGRAMA DE LA
ADMINISTRACION



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 20. Mapa de Procesos de la Administración Municipal.



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

2.1.2 Secretaría de Infraestructura.

Quienes Somos

Visión

Alcanzar la excelencia como núcleo ejecutor de los planes y proyectos de infraestructura de la administración encaminados a elevar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Misión

Desarrollar acciones tendientes a mantener, mejorar, diseñar y construir la infraestructura de la ciudad para satisfacer las necesidades y requerimientos de la comunidad establecidos en el plan de desarrollo y el P.O.T

Objetivo General:

- Mantener, mejorar, diseñar y construir la infraestructura de uso público optimizando los recursos asignados

Metas Generales de la Entidad

- Gestionar los recursos necesarios para la ejecución de los programas y proyectos inscritos por la secretaría de infraestructura en el plan de desarrollo 2001 - 2003.
- Mantener un alto nivel de calidad en los procesos de elaboración, contratación, ejecución y control de las obras a ejecutar por la secretaría de infraestructura. Aumentar la asignación de recursos de la secretaría de infraestructura para mejorar el nivel de satisfacción de las necesidades de la comunidad.

2.1.1.1 Condición Existente

INFRAESTRUCTURA:

Actualmente la Alcaldía Municipal no cuenta con un Departamento de Mantenimiento que atienda de manera permanente la infraestructura locativa del Edificio, en primera instancia solo se atiende a través de requerimientos menores o contratos pequeños de reparación esto por medio de la gestión de un almacenista y tres personas que hacen mantenimientos pequeños como por ejemplo cambio de luminarias, mantenimiento de puertas y mobiliario de oficina. Por lo tanto podemos decir que solo se está aplicando mantenimiento correctivo para los requerimientos de 6 pisos, sótano y parqueadero. Por otra parte en cuanto a obras civiles como por ejemplo construcción de puentes, pasos peatonales, construcción y pavimentación, construcción de pozos, intercambiadores viales, campos deportivos, centros educativos, hospitales y

obras de arte como box culvert, descoles, acueductos etc. todo esto a nivel urbano y rural los cuales no cuentan con un equipo de profesionales o departamento de mantenimiento que se encargue de realizar el monitoreo técnico y seguimiento de las obras ejecutadas lo cual implica el hacer solo correctivos es decir la cultura solo es reactiva y no proactiva.

La Secretaria de Infraestructura como todas las Secretarias de la Administración funciona a través de Planes de Acción anual, basado en las metas del Plan de Desarrollo, el cual es extraído del Plan de Gobierno de la Administración entrante. Dicho Plan de Acción contiene las obras por construir nuevas o las obras para mantener en condiciones óptimas para la cual fueron construidas, todo ello basado en indicadores y metas que miden la efectividad y con los cuales son evaluadas las Administraciones vigentes.

Es también importante recalcar que la Administración se basa en la NTCGP1000 y en ella está contenido todo lo que se refiere a producto no conforme, auditorias, Planes de Mejoramiento y Acciones Correctivas tanto del nivel Técnico como del nivel Administrativo.

La Alcaldía de Bucaramanga no cuenta con un programa de mantenimiento de obras en general, mostrando un deterioro de las mismas llevándolas a falla y por ende tornándose en un mantenimiento correctivo, es decir solo reactivo y no proactivo como se había citado anteriormente.

Aunque el proceso de construcción y mantenimiento de obras civiles a todo nivel se genera solo por el cumplimiento de metas del Plan de Acción y solicitudes de la comunidad o por urgencias manifiestas, se evidencia que aunque viene de un Plan de Gobierno y supuestamente tiene una Planeación carece de la metodología de priorización; es decir conservación del recurso, incurriendo en la Metodología de la mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad de dichas obras.

Tabla 1. Plan de Acción
PLAN DE ACCION

PERSONAL OFICINA DE CONTROL INTERNO:		SEGUIMIENTO PLAN DE ACCION				Codigo: F-CIC-1300-238-37-017	
		TRIMESTRE 4		RESPONSABLE (QUEM APORTA LAS EVIDENCIAS)	DEPENDENCIA:	TOTAL LOGROS	OBSERVACIONES (EVIDENCIAS)
FECHA DE EVALUACION:	DESCRIPCION META	INDICADOR	META				
	Mantener y/o recuperar anualmente 930.000 m ² de parques y zonas verdes.	Número de m ² mantenidos y/o recuperados de parques y zonas verdes.	930.000,00	930.000			
	Mantener 1000 árboles de la ciudad.	Número de árboles mantenidos.	4.500	1.000			
	Mantener en funcionamiento 3 plazas de mercados.	Números de plazas de mercado en funcionamiento.	3	3			
	Porcentaje de avance en la construcción de la plaza de mercado 40%	Porcentaje de avance en la construcción de la plaza de mercado	40%	40%			
	Diseño e implementación del modelo temporal autogestionario en las plazas de mercado.	Porcentaje de avance del diseño e implementación del modelo temporal autogestionario en las plazas de mercado.	40%	30%			
	Realizar obras de interés comunitario en las 17 Comunas y 3 Corregimientos.(20)	Número de Comunas y Corregimientos con la realización de obras de interés comunitario.	20	20			
	Realizar mantenimiento a 8 Centros de Salud.	Número de Centros de Salud mantenidos.	6	1			
	Construir 3 campos deportivos.	Número de campos deportivos construidos.	2	2			
	Construir el parque de deporte extremo.(No se proyecta para este año)	Número de parques de deporte extremo construidos.	1	0			
	Realizar 30 mantenimientos a escenarios y/o campos deportivos.	Número de escenarios y/o campos deportivos con mantenimiento.	30	4			
	Mantener anualmente 1 parques recreativos.	Número de parques recreativos mantenidos.	2	0			
	Intervenir 10 pasos peatonales a desnivel.	Número de pasos peatonales a desnivel intervenidos.	17	1			
	Construir y/o instalar 1 pasos peatonales a desnivel.	Número de pasos peatonales a desnivel construidos y/o instalados.	1	1			
	Adecuar 4 accesos a puentes peatonales, para uso de discapacitados en silla de ruedas.(No se planteo meta para este año)	Número de accesos adecuados a puentes para uso de discapacitados.	2	0%			
	Adquirir el 100% de los predios necesarios para la realización de obras de interés municipal.	Porcentaje de predios adquiridos para la realización de obras de interés municipal.	100%	100%			
	Realizar 2 adecuaciones requeridas en el edificio CAM Fase II.	Número de adecuaciones requeridas en el edificio CAM fase II realizadas.	3	4			
	Construir 100 pozos sépticos en el sector rural.	Número de pozos sépticos en el sector rural.	100	150			
	Realizar el 100% de los estudios, diseños e intervenciones necesarios para la realización de obras.	Porcentaje de estudios, diseños e intervenciones realizados.	100%	100%			
	Beneficiar a 1.200 usuarios rurales en obras de servicios públicos veredales.	Número de usuarios rurales beneficiados con obras de servicios públicos veredales.	100	0			
	Mantener en funcionamiento el 100% de los acueductos veredales.	Porcentaje de acueductos veredales en funcionamiento.	100%	100%			
	Mantener y/o recuperar 500.000 m ² de malla vial urbana.	Número de m ² de vías mantenidas y/o recuperadas.	406.655	500.010			
	Construir 4000 m ² de vías nuevas y/o ampliación de vías existentes urbanas.	Número de m ² de vías construidas y/o ampliadas.	4.000	0			
	Mantener 120 kilómetros de malla vial veredal anuales.	Número de Kms. mantenidos.	120	120			
	Construir 30 obras de arte.	Número de obras de arte construidas.	70	30			
	Aportar el 100% de los recursos aprobados en el Acuerdo de Vigencias Futuras de acuerdo al CONPES 3198 para la construcción del Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea.	Porcentaje de los recursos aprobados en el Acuerdo de Vigencias Futuras de acuerdo al CONPES 3198 aportados para la construcción del Sistema Integrado de Transporte Masivo.	100%	1			
	Adquirir 1 motoniveladora.	Número de motoniveladoras adquiridas.	1	1			
	Adquirir 1 retroexcavadora.	Número de retroexcavadoras adquiridas.	1	1			
	Adquirir 5 volquetas tipo diesel.	Número de volquetas tipo diesel adquiridas.	5	2			
	Repotenciar 4500 luminarias en el cuatrienio.	Número de luminarias repotenciadas.	4.500	4030			
	Expandir 1200 luminarias en el cuatrienio.	Número de luminarias expandidas.	1.200	699			
	Administrar, operar y mantener 12.000 luminarias anualmente.	Número de luminarias mantenidas.	12.000	18509			
	Portar en un 32% para el diseño de la fase III del Embalse de Bucaramanga.	Porcentaje de avance en el diseño de la fase III del Embalse de Bucaramanga.	32%	0,32			
	Mantener en 90% de cubrimiento los levantamientos planimétricos y altimétricos solicitados	Porcentaje de levantamientos topográficos realizados	100%	1			
	Mantener el número de autorizaciones y las no autorizadas igual al número de solicitudes	Porcentaje de solicitudes de intervención de espacio público resueltas	100%	1			
	Atender con rapidez y eficacia las acciones legales instauradas en contra del municipio	Porcentaje de acciones legales atendidas	100%	1			
(1): SUGERENCIAS NECESARIAS PARA APLICAR CORRECTIVOS EN LA IMPLEMENTACION DE LAS ACCIONES							
ALVARO ANTONIO RAMIREZ SECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA		RESPONSABLE ENTREGA EVIDENCIAS		PERSONAL OFICINA DE CONTROL INTERNO			
		NOMBRE Y APELLIDOS					
RESPONSABLE ENTREGA EVIDENCIAS		RESPONSABLE ENTREGA EVIDENCIAS		RESPONSABLE ENTREGA EVIDENCIAS			
NOMBRE Y APELLIDOS		NOMBRE Y APELLIDOS		NOMBRE Y APELLIDOS			
Codigo: F-CIC-1300-238-37-017		Version: 01		Página 1 de 1			
Elaboró: Oficina de Control Interno		Revisó: Jefe Oficina de Control Interno		Aprobó: Equipo MECI			

Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Una vez terminadas las obras civiles la Administración Municipal encarga a la comunidad de su mantenimiento pero esto suele ser una utopía pues no se cumple dicho mantenimiento y es así que obras tan sencillas suelen terminar en malas condiciones esto solo hablando de obras comunitarias como parques centros deportivos, canchas caminodromos etc.

Figura 21 - 22. Parque Real de Minas



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 23 Parque Juan XXIII Santo tomas



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 24 - 25 Parque Juan XXIII Santo tomas



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Otro tipo de obras son aquellas de mayor envergadura como puentes, vías, coliseos y demás escenarios deportivos las cuales requieren un mayor cuidado pues su grado de responsabilidad es mayor por el servicio prestado.

Figura 26. Puente Vivero



Figura 27. Maqueta Proyecto



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 28. Puente Vivero



Figura 29. Plaza Mercado Kennedy



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 30 - 31 Plaza Mercado Kennedy

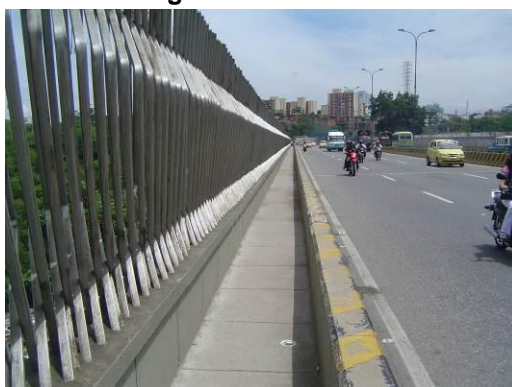


Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 32 Polideportivo Brisas del Mutis



Figura.33 Viaducto La Flora



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura.34 Viaducto La Flora



Figura.35 Puente Colegio Inem



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura.36 Puente Colegio Inem



Figura.37 Puente Colegio Inem



Puente Colegio Inem Cimentación y ESTRUCTURA METALICA

Figura.38 Puente el Bueno



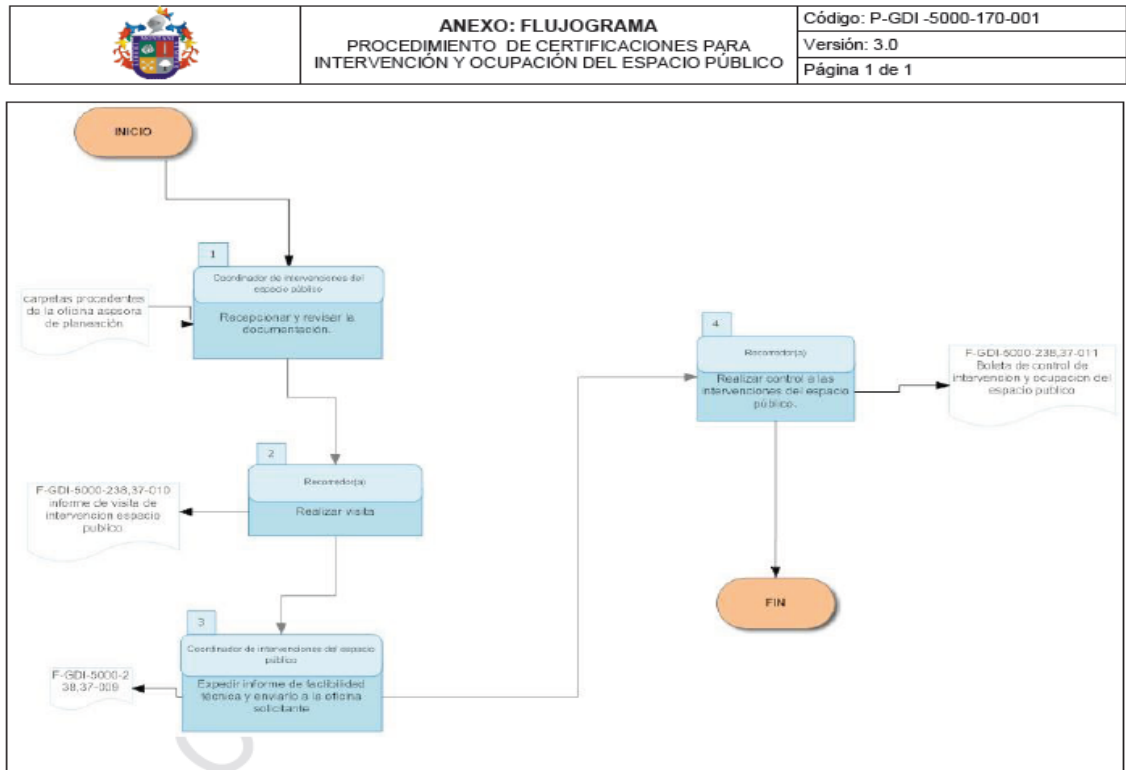
Figura. 39 Parque El Rocío



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Dentro de la Atención prestada a la ciudadanía encontramos:

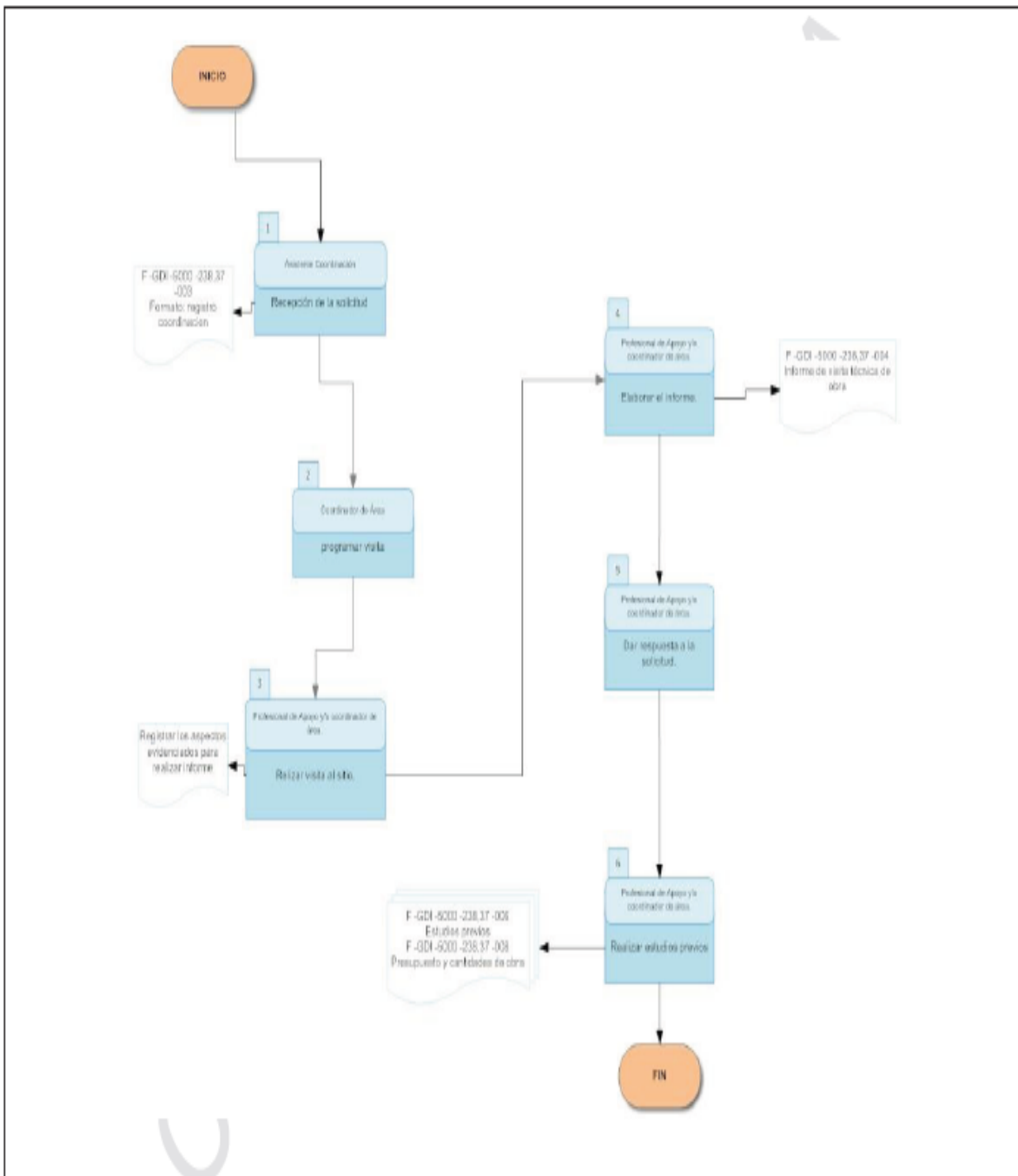
Figura 40 proceso de roturas e intervención del espacio público



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 41 Atención de obras viales

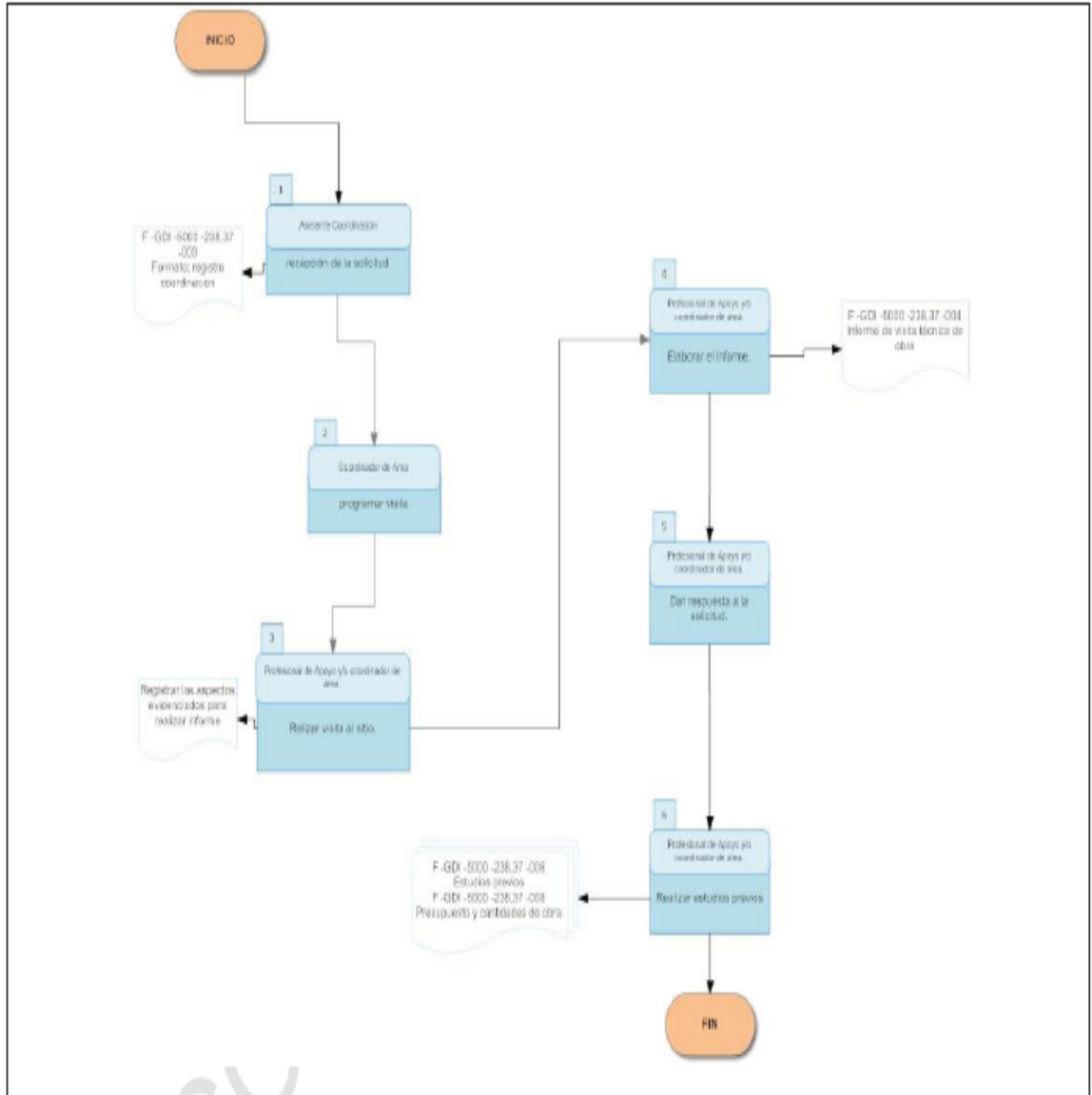
	ANEXO: FLUJOGRAMA PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE OBRAS VIALES	Código: P-GDI-5000-170-002
		Versión: 3.0
		Página 1 de 1



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 42 Atención de obras comunitarias

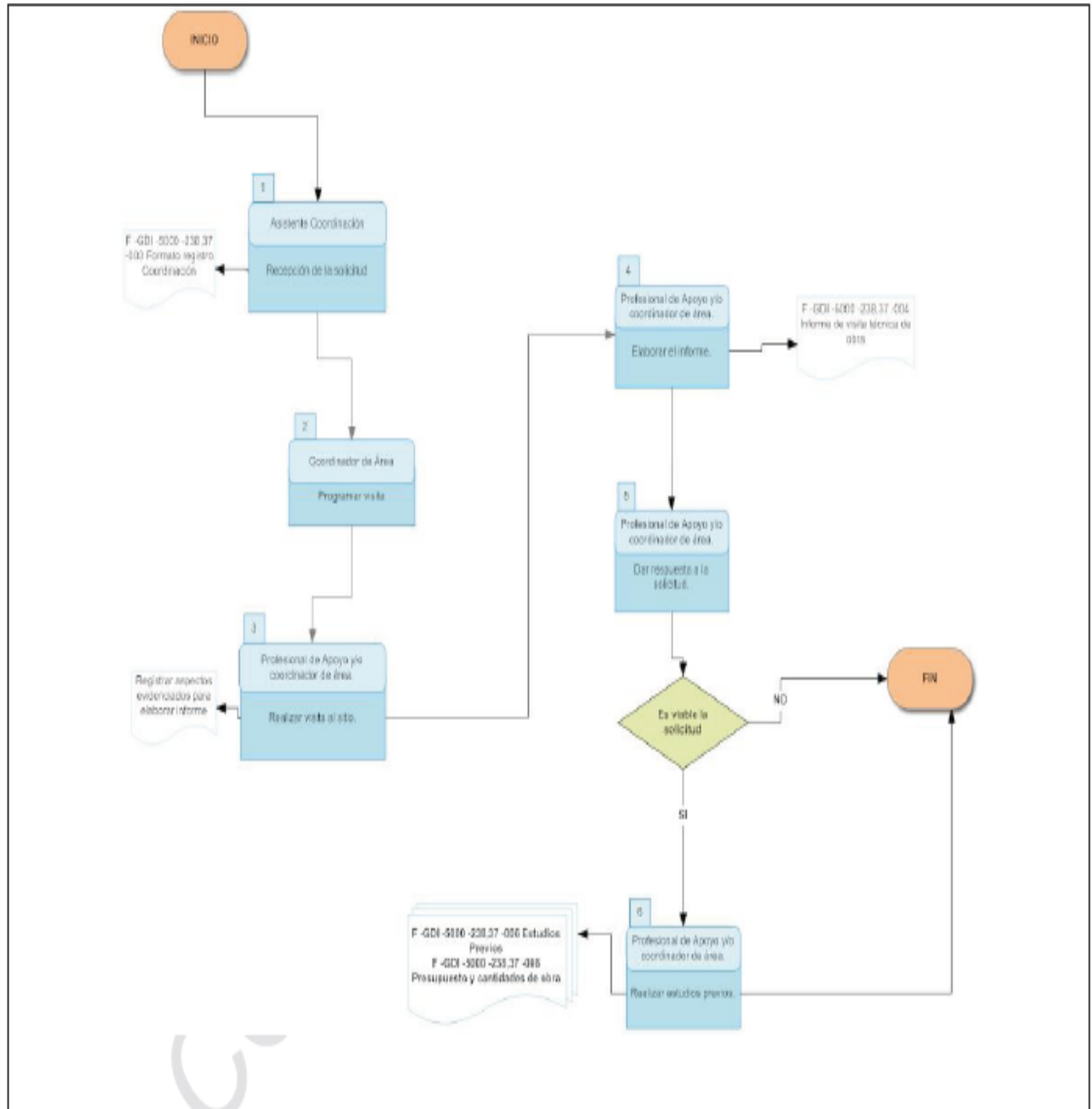
	ANEXO: FLUJOGRAMA PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE OBRAS COMUNITARIAS	Código: P-GDI-5000-170-003
		Versión: 3.0
		Página 1 de 1



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga


Figura 43 Atención obras rurales

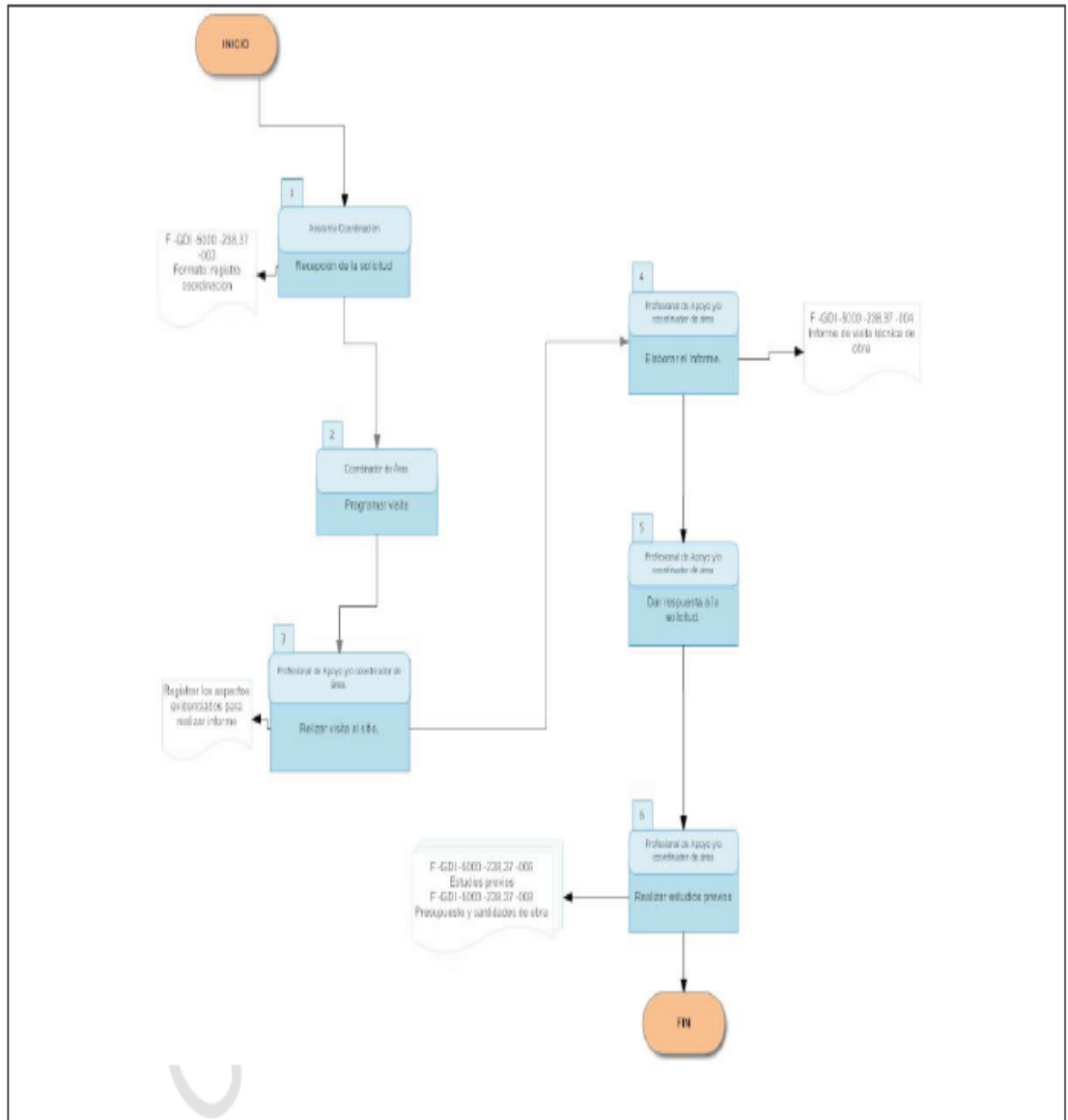
	ANEXO: FLUJOGRAMA	Código: P-GDI-5000-170-005
	PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE OBRAS RURALES	Versión: 3.0
		Página 1 de 1



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga


Figura 44 recuperación y mantenimiento de parques y zonas verdes

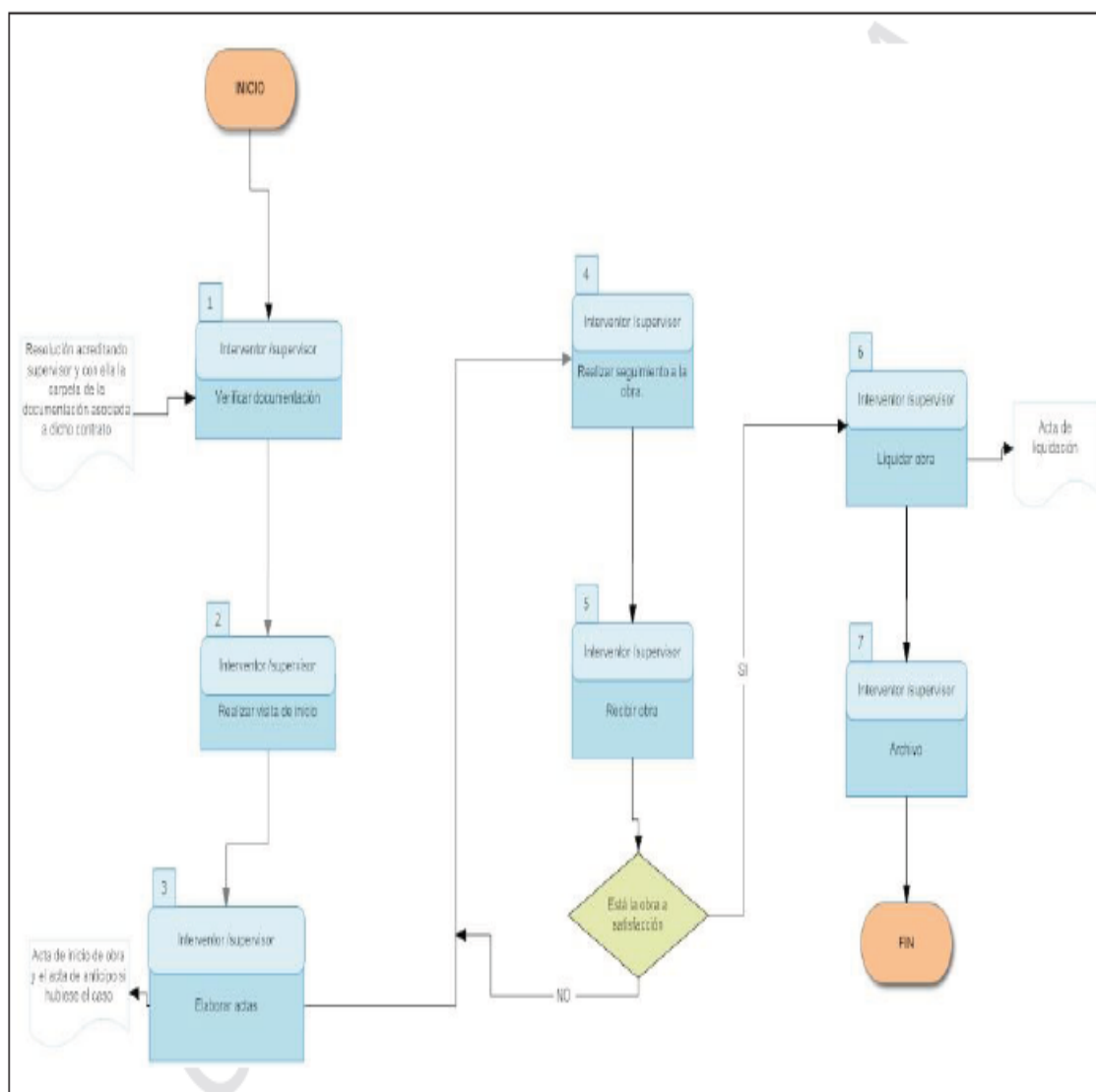
	ANEXO: FLUJOGRAMA	Código: P-GDI-5000-170-007
	PROCEDIMIENTO PARA LA RECUPERACION Y MANTENIMIENTO DE PARQUES Y ZONAS VERDES	Versión: 2.0
		Página 1 de 1



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Figura 45 interventoría a los contratos de la secretaria de infraestructura

	ANEXO: FLUJOGRAMA	Código: P-GDI-5000-170-009
	PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR INTERVENTORIA A LOS CONTRATOS DE LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA	Versión: 1.0
		Página 1 de 1



Fuente: página web Alcaldía de Bucaramanga

Todo proceso constructivo posee una fase de Planeación de Ejecución y de Operación, pero en todos ellos el seguimiento solo se realiza en la ejecución de obras y se evidencia a la hora de realizar Interventoría o Supervisiones, que para el caso que nos compete tomaremos como ejemplo la **INSTALACIÓN Y**

2.2 VACIADO DE CONCRETO Y MEZCLAS DE CEMENTO HIDRÁULICO EN OBRAS CIVILES.

Las siguientes son las exigencias de la Administración Municipal donde se habla de recomendaciones y los cuidados en la instalación y conservación de las estructuras:

2.2.1. Exigencias y especificaciones técnicas y constructivas. Se debe tener en cuenta que la reacción química obtenida al combinar cemento hidráulico con agua, es una reacción no reversible; y como tal se debe ser muy cuidadoso antes de proceder a hacer la mezcla de los componentes.

Los proyectos en los cuales se utilizan mezclas de cemento hidráulico (concretos, morteros, bachadas, etc.), deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- * Si el concreto es preparado en el sitio de la obra la superficie para el mezclado debe estar aislada por cualquier medio que el contratista considere efectivo, de las partículas de polvo, escombros, materia orgánica o cualquier otra suciedad que perjudique la calidad y pureza de la mezcla.
- * Para concretos bombeados o inyectados se debe verificar antes de la instalación y los procesos de vaciado, que la mezcla esté libre de elementos extraños que evidencien la contaminación de la mezcla.
- * La distancia de transporte, acarreo, carretillero u otra modalidad que se use para el traslado del concreto; debe ser la mínima posible para evitar la segregación de los materiales constitutivos.
- * El personal que ejecute tareas como: traslado, vaciado, nivelación, vibrado y curado entre otras, debe ser personal idóneo para tales tareas y deben portar la protección necesaria en estos casos (botas de caucho, guantes, gafas protectoras y casco).

EQUIPO

El equipo utilizado en la preparación en sitio debe estar en óptimas condiciones de funcionamiento, cuya verificación por parte de la interventoría, debe ser constante, antes de la ejecución de los trabajos.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Antes de iniciar los procesos de fundición, el Contratista someterá a la verificación y aprobación de la Interventoría la localización general de los espacios destinados para tal fin. Durante la ejecución, el Contratista deberá verificar periódicamente las medidas y cotas, los espesores y calidad de la formaletería y los encofrados, cuantas veces sea necesario, para garantizar la calidad de los trabajos.

El contratista debe suministrar los materiales, mano de obra y equipo idóneo para realizar los trabajos, en todo momento de acuerdo a las dimensiones y sitios indicados en los planos de construcción o de acuerdo a las instrucciones de la Interventoría.

El Contratista no empezará a colocar concreto hasta después de la revisión y aprobación del Interventor. El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación. El agua libre en la superficie del concreto colocado se recogerá en depresiones alejadas de la formaleta y se retirará antes de colocar una nueva capa de concreto. Esta se colocará tan pronto como sea posible y nunca después de treinta (30) minutos de preparada la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo plastificante, que garantice su colocación después de ese tiempo. Cuando se coloque concreto sobre tierra, ésta estará limpia y húmeda pero sin agua estancada en ella o corriendo sobre la misma.

No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca o llenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida. Las superficies de roca sobre

las cuales vaya a colocarse concreto se limpiarán y conservarán libres de: aceite, agua estancada o corriente, lodo, basura, polvo o fragmentos de roca blanda o semi-adheridos a ella. No se dejará caer concreto verticalmente desde una altura mayor de 1.20 m, excepto cuando la descarga se haga dentro de moldes de altura apreciable, como las de columnas, muros, y similares, en cuyo caso la altura libre de caída puede ser hasta de 4.00 m siempre y cuando se utilice un aditivo que evite la segregación de los materiales y no se afecten las condiciones iniciales de la mezcla. En las columnas, para evitar los huecos debidos a escurrimiento del concreto fresco, se regulará la velocidad del vaciado de modo que se llene máximo 1.00 m de altura del molde en media hora. No se permitirá el uso de canales o rampas sino para una distribución local de concreto en el encofrado y ello requiere la aprobación del Interventor. Las rampas o canales tendrán una pendiente mayor de 1:2 y estarán construidas adecuadamente para evitar la segregación del concreto. El concreto será depositado cerca a su posición final en la formaleta de modo que no haya que moverlo más de dos (2) metros dentro de la misma. La colocación del concreto se efectuará en forma continua hasta llegar a la junta indicada en los planos o la aceptada por el Interventor.

Cuando se emplea concreto pre-mezclado, el contratista deberá proveer boletas de las entregas del concreto, en cada oportunidad de la entrega de cada carga de concreto.

Adicionalmente a la información requerida por ASTM C94, cada boleta deberá mostrar el número de la mezcla, su contenido de cemento y su relación agua cemento.

JUNTAS EN CONCRETO

Las superficies de concreto sobre, o contra, las cuales se vaya a colocar concreto deberán hacerse ásperas para lograr una buena unión, y se colocará sobre dicha superficie ya áspera un agente para adhesión.

Después que las superficies han sido preparadas, todas las juntas de construcción aproximadamente horizontales deberán cubrirse con una capa de mortero, de aproximadamente una pulgada (2.54cm) de espesor. El mortero deberá tener las mismas proporciones de cemento y arena que las de la mezcla regular del concreto. La razón agua/cemento del mortero ya colocado no deberá exceder la del concreto que se va a colocar encima, y la consistencia del mortero será similar a la del concreto a instalar sobre éste.

El mortero será esparcido de manera uniforme y será trabajado integralmente hasta llenar todas las irregularidades de la superficie. Donde sea posible se utilizarán escobas de alambre para restregar el mortero dentro de la superficie. Se colocará de inmediato concreto sobre el mortero fresco.

ELEMENTOS EMPOTRADOS

No se colocará ningún concreto hasta que todo encofrado, formaletería, instalación de partes que van a quedar empotradas, acero de refuerzo, y preparación de superficies involucradas en la colocación del concreto, hayan sido terminados y aceptados por el Interventor, por lo menos cuatro horas antes de la colocación del concreto.

Todas las superficies de encofrados y elementos empotrados, que hayan desarrollado una costra de mortero producida por concreto colocado anteriormente, deberán ser limpiadas de todo ese mortero antes de que se coloque el concreto adyacente o envolvente.

CONTROL DE CALIDAD

La interventoría deberá verificar la toma de muestras en número no inferior a las especificadas en este manual, así como vigilará por la adecuada disposición de estas después de ser obtenidas, y su posterior almacenamiento. Cuando el concreto sea premezclado, es preciso tener el reporte donde conste que la mezcla esté libre de sales clorhídricas y no posea más del 0.06% de ión cloro (Cl⁻) del peso de cemento máximo.

TOMA DE MUESTRAS

PRUEBAS DE RESISTENCIA

Muretes

En la construcción de mampostería estructural se deberán tomar 3 muestras (muretes) por cada 500 m lineales de mampostería para ser fallados y establecer sus resistencias a los 28 días.

Mortero de pega

Se deberán tomar 2 muestras cada una compuesta por 2 cilindros, los cuales serán testeados 2 a los 7 días y los otros 2 a los 28 días.

Mortero de inyección

Cuando el material a utilizar sea mortero inyectado se debe tomar una muestra compuesta por 4 cilindros de 3 x 6 “por cada 10 M3 de inyección o por cada día de inyección en la eventualidad de fundir menos de 10 M3 en un día.

Concreto estructural

Sin excepción el concreto a ser instalado debe cumplir las especificaciones técnicas contenidas en los capítulos C4 y C5 de la NSR 98.

Deben tomarse muestras:

- * Una muestra por cada día de fundición de elementos estructurales
- * Una muestra por cada 40 M3 de concreto vaciado
- * Una muestra por cada 200 M2 de losa vaciada
- * Una muestra por cada 25 bachadas.

La muestra comprende 6 cilindros de prueba; 2 para fallar a 7 días, 2 a 28 días y 2 cilindros se deben dejar como testigos. NORMA ICONTEC 550

En el caso de columnas hechas con métodos de curado acelerado o aditivos acelerantes, es recomendable tomar una muestra para fallarla a las 24 horas.

En caso de ser necesario utilizar concreto de reparación se utilizara una mezcla con la siguiente proporción: 1: 1: 0.5 de cemento, arena y grava lavada fracturada con una relación agua – cemento menor al 0.45.

PRUEBAS DE ASENTAMIENTO

La prueba para determinar asentamiento cumplirá los requisitos de la norma ASTM C 143.

La prueba más sencilla, económica y por tanto la más común es el Cono de asentamiento de Abrams. Si se realiza siguiendo el procedimiento que se señala a continuación, constituye un medio adecuado para controlar la uniformidad de las mezclas. Para diferentes estructuras y condiciones de colocación del concreto hay diferentes asentamientos apropiados:

- * Para losa y pavimentos compactados manualmente con varilla el asentamiento debe ser del orden de 50- 100 mm. (2"- 4").
- * Para secciones muy reforzadas y donde la colocación del concreto sea difícil, un asentamiento de 100- 150 mm. (4"- 6") es el adecuado.
- * Para la mayoría de mezclas de concreto en obras medianas y pequeñas una consistencia plástica corresponde a un asentamiento entre 50- 100mm. (2"- 4").
- * Para el ensayo de asentamiento se requiere del siguiente equipo:
- * Un molde cónico de 203 mm +-3 mm de diámetro en la base mayor, 102 mm +- 3 mm. En la base menor y 305mm +- 3mm de alto
- * Una varilla compactadora o apisonadora de acero, cilíndrica y lisa de 16 mm de diámetro, una longitud aproximada de 600 mm y la punta redondeada.

El molde puede ser elaborado de lámina de acero inoxidable o lámina galvanizada calibre 16. Es preferible soldarlo cuidando que quede liso por dentro sin reborde de soldadura. La muestra de concreto debe tomarse de en una misma tanda o masada de la porción central del volumen de la descarga de la mezcladora y con un recipiente que abarque todo el chorro de la descarga. En caso de mezclas hechas a mano, la muestra se toma de la pila

de concreto, al menos de 5 puntos distintos, después se remezcla y se pasan al ensayo de asentamiento inmediatamente.

El ensayo de asentamiento se hace de la siguiente manera:

Se humedece el interior del molde y la base sobre la cual se hará el ensayo, la que debe ser firme, plana, nivelada y no absorbente. Se sujeta el molde firmemente con los pies y se llena 1/3 del volumen del cono que corresponde a una altura de 64 cm. sobre la base. Se apisona 25 veces con la varilla compactadora evitando que la misma toque la base en que se apoya el cono. Se coloca una segunda capa de un tercio del volumen que corresponde a una altura de 15 cm. Sobre la base, y se introduce 25 veces cuidando que la varilla penetre ligeramente la capa anterior. Se llena el molde colocando un poco más del concreto necesario y se golpea 25 veces penetrando ligeramente la capa anterior. Se aparta el concreto que haya caído ligeramente alrededor del molde. Se levanta el molde verticalmente en 5 a 10 segundos, sin inducir movimiento lateral o de torsión. Se coloca el molde al lado del concreto ensayado y se mide la distancia entre la varilla colocada sobre el molde y la cara superior del concreto, a esta distancia en cm, mm, o pulgadas se le llama

ASENTAMIENTO. Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o resquebrajamiento del concreto, hacia un lado, el ensayo debe repetirse desechando el concreto del ensayo anterior. La pastosidad o plasticidad del concreto influida también por los finos puede observarse golpeando el concreto de lado con la varilla. Un resquebrajamiento brusco indica que le falta arena y un aplazamiento progresivo indica que tiene suficientes finos.

ADITIVOS

El concreto que contenga un aditivo será colocado por primera vez en un sitio determinado por el Interventor. Si el empleo de un aditivo está produciendo un resultado inferior, el Contratista no continuará empleando dicho aditivo.

Los aditivos especificados aquí deberán cumplir los requisitos de ASTM C 494. En la mezcla se empleará la cantidad requerida de cemento, independientemente de que se utilice o no un aditivo. Los aditivos no deberán contener iones libres de cloro, deberán ser no-tóxicos después de 30 días, y deberán ser compatibles con, el aditivo incorporador de aire.

El aditivo reductor de agua y retardador deberá cumplir ASTM C 494, libre de cloruros.

El aditivo para controlar el fraguado deberá ser con propiedades reductoras o no de agua. Cuando se espere que la temperatura ambiente en el sitio de colocación vaya a estar constantemente por encima de 80 grados Fahrenheit (27°C), se deberá emplear un aditivo retardador del fraguado.

En caso de necesitarse la incorporación de reductores de agua de alto rango (polímeros sulfonatados), el concreto será mezclado a velocidad de mezcla por un mínimo de 30 revoluciones del mezclador, antes de la adición del reductor de agua de alto rango.

No se permitirán como aditivos cloruro de calcio, tío cianato o aditivos que contengan más de 0.05 por ciento de iones de cloro libres.

ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo debe ser almacenado en un sitio cubierto, resguardado de un eventual contacto con el agua o cualquier sustancia que pueda producir oxidación o procesos corrosivos, totalmente protegido de la acción de agentes químicos sobretodo productos alcalinos, ácidos o clorados. En caso de que el refuerzo a utilizar sea malla electrosoldada o varillas de acero no corrugadas, las medidas de protección deben ser las mismas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El acero de refuerzo utilizado debe corresponder exactamente con las medidas y calibres especificados en los planos estructurales de despiece de los elementos conformantes.

Las medidas y distancias tales como: ángulo de flexión de los ganchos, distancia entre flejes, traslapes y cantidad de varillas de refuerzo, deberán ser revisados por la interventoría del proyecto antes de la fundida de cualquier elemento, en caso de discrepancias los procesos constructivos deben ser detenidos para hacer las correcciones de forma inmediata. En caso de presentarse deterioro, flexiones no deseadas o ataques químicos, la interventoría exigirá al contratista el reemplazo del acero de refuerzo con tales características. Si el deterioro del acero de refuerzo no es considerable se aplicaran los procedimientos correctivos a que haya lugar para garantizar plenamente que el refuerzo cumpla su funcionalidad a tensión.

Los amarres de todos los elementos de refuerzo se deben hacer con alambre negro calibre 16, a menos que el diseñador estructural especifique lo contrario.

Ver ASTM A706

VIBRADO

El residente de interventoría debe estar atento a los procesos de vibrado posteriores al vaciado del concreto; se debe entonces verificar las especificaciones técnicas de los equipos y maquinaria utilizados para esta actividad. Es importante tener en cuenta que un vibrado inadecuado induce en el concreto, procesos que van en detrimento del alcance de la resistencia última deseada, los cuales no son de ninguna forma reversibles. Por lo tanto es indeseable la presencia de cualquiera de estos procesos si queremos un desarrollo de resistencia óptimo.

El concreto se colocará con la ayuda de equipo mecánico de vibradores, complementado por labores manuales. En ningún caso los vibradores se usarán para transportar concreto dentro de la formaleta. El equipo de vibración será accionado por electricidad o aire comprimido, y será del tipo interno que opere por lo menos entre 7.000 a 10.000 r.p.m. cuando se sumerja en el concreto.

Fuera de los vibradores necesarios para el vaciado, el Contratista tendrá, mínimo, dos (2) vibradores de reserva, sin cumplir este requisito no se dará orden de vaciar. Sólo podrán utilizarse vibradores para formaleta, cuando el Interventor lo apruebe por circunstancias especiales.

Los vibradores se aplicarán directamente dentro de la masa de concreto, en posición vertical. La intensidad de la vibración y la duración de la operación de vibrado serán los necesarios y suficientes para que el concreto fluya y envuelva totalmente el refuerzo, alcanzando la consolidación requerida sin que se produzca la segregación de materiales. Los vibradores serán insertados y retirados en puntos separados de 0.50 a 1.00 m. y la vibración será interrumpida tan pronto como aparezca un viso de mortero en la superficie. El aparato vibrador deberá penetrar en la capa colocada previamente para que las dos capas se ligen adecuadamente, pero no llegar hasta las capas más bajas que ya han obtenido su fraguado inicial o en concreto que no muestre plasticidad durante el vibrado o en sitios donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos. La vibración será suplementada, si es necesario, por hurgado con varillas en las esquinas y ángulos de las formaletas mientras el concreto esté todavía plástico y trabajable.

La manipulación del concreto cerca de la superficie de la parte superior de una vaciada por etapas será la mínima necesaria para que produzca el grado de consolidación deseado y para que esta capa tenga una superficie rugosa que permita obtener buena adherencia con el concreto de la vaciada posterior. No

se permitirá vibrado en la superficie o cualquier otra operación que tienda a producir una cara lisa en las juntas horizontales de construcción. Las superficies que no sean formaleteadas y que no vayan a cubrirse con concreto, o rellenos, se llevarán hasta una cota ligeramente más alta que la indicada. Este exceso se quitará con la regla o se dará el acabado requerido como se indica en los planos. Se tendrá cuidado especial para evitar la segregación del agregado grueso cuando el concreto se coloque a través del refuerzo. En las losas en donde la congestión del refuerzo haga difícil la colocación del concreto, podrá vaciarse una capa de mortero con la misma relación agua-cemento y arena-cemento que se usa para el concreto, pero sólo en la profundidad necesaria para cubrir la superficie del hierro de refuerzo. Este mortero se colocará inmediatamente antes de iniciar el vaciado del concreto para que en ese momento, el mortero se encuentre en estado plástico. Cuando las voladuras puedan afectar las obras de concreto no se permitirá vaciar concreto.

CURADO

Se puede considerar el curado como el proceso más importante dentro de la consolidación de un elemento estructural. En primera instancia debemos saber que en el mezclado de cemento hidráulico, agregados y agua, la reacción química inmediata inducida, permite que la mezcla sea manejable para lograr un mejor manejo en el vaciado requerido en las obras civiles; sin embargo en esta instancia la reacción química no es completa sino parcial. Aproximadamente un 40% de las partículas de cemento hidráulico no reaccionan con el agua incorporada en la mezcla de forma inmediata, por tal razón es necesario seguir con la inducción de la reacción química después del fraguado temprano y aún del fraguado tardío.

CURADO CON AGUA

El curado se hará cubriendo toda la superficie con costales húmedos, papel, lonas u otro material de gran absorción. El material se mantendrá húmedo por el sistema de tuberías perforadas, de regadoras mecánicas u otro método

apropiado. Otra modalidad de curado es el de nube de vapor de agua, el cual es poco común por sus elevados costos y la necesidad de construir aislamientos de espacios.

CURADO POR COMPUESTOS SELLANTES

El compuesto sellante debe formar una membrana que retenga el agua del concreto y se aplicará con pistola o con brocha inmediatamente después que la superficie esté saturada de agua, con autorización de la Interventoría en cuanto al tipo y características del componente que se utilizará.

La humedad del concreto debe permanecer intacta por lo menos durante los siete días posteriores a su instalación.

MANEJO DE OTROS COMPONENTES DE LA MEZCLA

En términos generales el otro componente fundamental de este tipo de mezclas es la arena. La arena se compondrá de granos duros, densos, limpios y durables y estará libre de cantidades perjudiciales de limos, arcillas, partículas blandas o foliadas, álcalis, materia orgánica, mica, ácidos y otras sustancias nocivas. Si fuere sometida a lavado, el proceso no deberá remover finos deseables y se permitirá que drene hasta alcanzar la humedad aproximada para que sea uniforme y estable. La arena deberá manejarse y apilarse de tal forma que se evite su segregación o contaminación, así como también variaciones apreciables de su contenido de humedad.

En cuanto a granulometría, la arena deberá estar dentro de los siguientes rangos o límites:

Tabla 2. Granulometría

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
No.4	95-100
No.16	45-80
No.50	10-30
No.100	2-10
No.200	0-5

El agregado grueso será material pétreo triturado, se compondrá de partículas duras y limpias y estará libre de materias orgánicas o nocivas. Los diferentes tipos de gradación admisibles se identifican por los tamaños máximos y mínimos de sus partículas y deberán cumplir con los siguientes límites:

Porcentaje que pasa

Tabla 3. Tamaño de Tamiz

TAMIZ	1/2" – No.4	3/4" – No.4	1" – No.4
1 - 1/2"	-	-	100
1"	-	100	95 – 100
3/4"	100	95 – 100	-
1/2"	90 – 100	-	25 – 60
3/8"	40 – 70	20 – 55	-
No.4	0 – 15	0 – 10	0 – 10
No.8	0 – 5	0 – 5	0 – 5

El contratista podrá usar, previa autorización de la Interventoría, aditivos que varíen las características de la mezcla con el objeto de prevenir la segregación de los agregados, facilitar el flujo del concreto en la tubería, impedir el lavado del cemento y controlar el fraguado, siempre que se garantice la resistencia

mínima especificada. Se podrán utilizar agentes plastificantes y retardantes o similares que cumplan con la norma ASTM-C-494 y un incorporador de aire o similar que cumpla con la norma ASTM-C-260.

El agua que se use para la preparación del concreto, así como para el curado de éste, deberá ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, sales, álcalis, limo, materia orgánica y otras impurezas.

El diseño de la mezcla del concreto será responsabilidad del Contratista y se hará con los materiales que haya aceptado la Interventoría con base en los ensayos previos de laboratorio. El Contratista deberá suministrar los diseños de la mezcla de concreto, con suficiente anticipación, para estudio y revisión de la interventoría; una vez aprobada la mezcla se realizarán los ensayos que sean necesarios para verificar si se cumple con la resistencia especificada a los 28 días. La aprobación del diseño de una mezcla no exime al contratista de su responsabilidad de preparar y colocar el concreto correspondiente, de acuerdo con las normas especificadas.

Una vez aprobado el diseño de la mezcla, se determinarán sus proporciones en peso y volumen, con el objeto de establecer las dosificaciones de los diferentes materiales en la obra mediante la utilización de recipientes de volumen conocido y constante, previamente calibrados y aprobados por la Interventoría. No se aceptará por ningún motivo la utilización de las palas, garlanchas y carretillas para dosificar la mezcla y/o introducirla en la mezcladora.

PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Tubos, tubo-conductos, pasadores, y otros artículos ferrosos que haya que empotrar en la construcción de concreto, serán colocados y soportados antes de la colocación del concreto, de manera que exista un mínimo de 2 pulgadas (5cm) de espacio libre entre dichos artículos y cualquier parte del refuerzo del concreto.

No se permitirá la fijación en posición de dichos artículos mediante amarre con alambre o soldadura al refuerzo.

Las aberturas para tuberías, insertos para colgadores de tubos y ménsulas, y la fijación de anclajes, deberán ser provistas, donde sea practicable, durante la colocación del concreto.

Los pernos de anclaje deberán ser colocados con precisión, y serán mantenidos en la misma mediante plantillas, mientras se están empotrando en el concreto.

Las superficies de toda obra metálica que va a estar en contacto con concreto será limpiada integralmente de toda basura, grasa, escamas sueltas y oxidación, derretido, mortero y otras sustancias extrañas, inmediatamente antes de colocar el concreto. Todo el acero de refuerzo debe ser almacenado de tal forma que se evite completamente el contacto con la intemperie y sobre todo el contacto con materiales corrosivos y humedades; en caso de presentarse procesos corrosivos en el acero de refuerzo de cualquier tipo, según el análisis del grado de corrosión se utilizará el método conveniente para anular la reacción de óxido – reducción con sustancias químicas o métodos físicos manuales.

DISEÑO DE MEZCLA

En la actualidad el método más usado y aceptado es el Método empírico directo respaldado por principios y consideraciones técnicas (método de tanteos). Este método, consiste en proporcionar y hacer masada de prueba, basadas en un control de la relación agua-cemento y tomando en cuenta los factores que afectan al concreto resultante (cemento, graduación y propiedades del agregado, etc.). Las propiedades del concreto se comprueban prácticamente y pueden hacerse después de los ajustes necesarios para obtener las mezclas de proporciones adecuadas que de la calidad deseada.

- * La resistencia y durabilidad (calidad) del concreto esta principalmente relacionada con la relación agua-cemento de la pasta y con la granulometría y tipo de partículas del agregado. Pero además del requisito de trabajabilidad de un concreto afecta la relación agua-cemento y la proporción relativa de agregados gruesos y finos a usarse.
- * Una vez determinada la resistencia y trabajabilidad requeridas, los datos de relación agua-cemento (grado concentración) y la cantidad aproximada de agua para alcanzar la trabajabilidad requerida, se toman de la tabla, dependiendo del tipo y tamaño del agregado.
- * Luego se calcula el cemento, los agregados (el % de arena s toma de la tabla de acuerdo con su módulo de Finura y tamaño máximo del agregado)
- * Se calculan entonces por volumen absoluto o volumen de sólidos, las cantidades de material necesarios.

El diseño de la mezcla que se va a utilizar será preparado por personas calificadas, y será sometido para su revisión. El diseño de la mezcla es responsabilidad del Contratista, sujeto a las limitaciones y parámetros fijados en las especificaciones. El proceso de revisión de esta presentación se requerirá únicamente como evidencia de que la mezcla ha sido diseñada por personas calificadas, y que los requisitos mínimos de las especificaciones han sido cumplidos. Dicha revisión de ninguna manera alterará la responsabilidad del Contratista de suministrar concreto que cumpla los requisitos de las especificaciones con respecto a resistencia y asentamiento. Si durante las obras las fuentes de materiales cambian en sus características, o el Contratista solicita por escrito una fuente nueva, el Contratista deberá a su costo, presentar nuevos datos de pruebas e información de base para un nuevo diseño de mezcla. Se presentarán diseños de mezcla para todas las clases de concreto usadas en la totalidad del proyecto.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El concreto que al ser colocado o antes de ser colocado, se descubra que no cumple los requisitos especificados en este manual, deberá ser rechazado e inmediatamente retirado del sitio de los trabajos. El concreto que no sea colocado de acuerdo con las especificaciones contenidas en este manual, o que sea de calidad inferior, será retirado y reemplazado por, y a costo del contratista.

COLOCACIÓN NO AUTORIZADA

Ningún concreto será colocado si no es en presencia de un representante debidamente autorizado del Interventor. El Contratista notificará al Interventor por lo menos con 24 horas de anticipación a la colocación de cualquier concreto.

No se dejará caer concreto a través de acero de refuerzo, o en ningún encofrado profundo, con refuerzo presente o no, de manera que se cause separación entre el agregado grueso y el mortero debido a golpes repetidos sobre los costados del encofrado a medida que el concreto cae, ni deberá colocarse concreto en ningún encofrado de una manera que deje acumulación de mortero sobre las caras del encofrado por encima del concreto colocado. En esos casos deberá aplicarse el uso de medios tales como tolvas y, si fuera necesario, ductos verticales de lona, caucho o metal, para colocar el concreto en los encofrados, de manera que éste llegue a su destino final sin que ocurra segregación de los componentes de la mezcla. En ningún caso el concreto debe caer libremente más de 1.20m por debajo de los ductos, canaletas o carretillas que se empleen para mover el concreto.

El concreto deberá distribuirse uniformemente durante el proceso de colocación, y en ningún caso después de colocada porción alguna del concreto deberá éste desplazarse más de 1.80m en la dirección horizontal. El concreto será depositado en los encofrados en capas uniformes horizontales, con profundidad no mayor de 2 pies (0.60 m); y se tendrá cuidado de evitar capas

inclinadas o juntas de construcción inclinadas, excepto donde fueran requeridas para miembros inclinados. Cada capa será colocada mientras la capa anterior esté todavía blanda o estado de alta plasticidad. La velocidad de colocación del concreto no excederá de 1.50m de crecimiento vertical por hora.

FUNDICIÓN DE CONCRETO NUEVO CONTRA CONCRETO VIEJO

Se aplicará un agente epoxy adhesivo a las caras fraguadas de juntas de construcción, de acuerdo con las recomendaciones escritas de los fabricantes. Además se deben tener en cuenta las especificaciones dadas en la planimetría para la consolidación de las juntas frías.

CINTAS TRANSPORTADORAS Y TOBOGANES

Todos los extremos de cintas transportadoras, compuertas de tolvas, y todo otro punto de descarga de concreto, a lo largo de todo el sistema del Contratista para transportar, elevar y colocar concreto, deberá estar diseñado y dispuesto de manera que el concreto que salga en forma segregada de dicho sistema hacia el receptáculo cualquiera que lo vaya a recibir. Si se emplearan cintas transportadoras, las mismas deberán ser de un tipo aceptado por el Interventor.

No se permitirán toboganes más largos de 15.50m. Las pendientes mínimas de los toboganes serán tales que el concreto de la consistencia especificada pueda fluir en ellos. Si se emplea cinta transportadora, la misma será limpiada por un dispositivo que opere de una manera tal que parte alguna del mortero que se adhiera a la cinta sea desperdiciado. Todas las cintas transportadoras deberán estar cubiertas. Se proveerá suficiente iluminación al interior de todo encofrado, de manera que el concreto en su sitio de colocación sea visible desde la plataforma o pista.

COLOCACIÓN EN LOSAS

El concreto que se coloque en losas inclinadas deberá proceder de manera uniforme desde el fondo de la losa hasta su parte alta, a todo el ancho de la

vaciada. A medida que progrese el trabajo, el concreto deberá ser vibrado y cuidadosamente trabajado alrededor del refuerzo de la losa, y la superficie de losa será enrasada en dirección de subida.

TEMPERATURA DEL CONCRETO

La temperatura del concreto al momento de su colocación no deberá ser mayor de 90 grados F. Los ingredientes del concreto no deberán calentarse a una temperatura mayor que la necesaria para mantener la temperatura del concreto mezclado, al ser colocado, por encima de la temperatura mínima especificada.

Todo ello es exigido por la Oficina Técnica pero después de elaborada la obra nunca más se le realiza un mantenimiento preventivo, por ello se llega a la conclusión de que es necesario y aplicable el programa de mantenimiento en obras civiles desde la etapa constructiva hasta la etapa operativa, pues es evidente que se utilizan técnicas y equipos como termógrafos, equipos para medir vibración, sensores de impacto, y equipos para medir corrosión.

Dentro de las pruebas que se realizan están:

- ◆ De desgaste: para los aceites de lubricación y con espectrofotómetro.
- ◆ De espesor: con ultrasonido.
- ◆ De fracturas: con rayos X y tintas penetrantes.
- ◆ De ruido: con decibelímetro.
- ◆ De vibraciones: con medidores de amplitud, fase y desplazamiento.
- ◆ De temperatura: con rayos infrarrojos.

2.1.2 Taller municipal. Este hace parte integral de la Secretaria de Infraestructura y es allí donde se encuentran los equipos y maquinaria adscritos al Municipio, actualmente las condiciones del taller no son las óptimas teniendo en cuenta que el lugar aunque cuenta con el espacio físico no cuenta con la organización física y las condiciones básicas de un taller de mantenimiento ni con un programa que garantice disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos.

Actualmente se cuenta con un inventario de máquinas y equipos de la siguiente manera:

Tabla 4 Maquinaria y Equipos Existentes

MAQUINA	VEHICULO
<i>DIESEL</i>	VOLQUETA OSA 818
<i>DIESEL</i>	VOLQUETA OSA 819
<i>DIESEL</i>	VOLQUETA OSA 867
<i>DIESEL</i>	VOLQUETA OSA 868
<i>DIESEL</i>	VOLQUETA OSA 352
<i>GASOLINA</i>	VOLQUETA OSJ 900
<i>GASOLINA</i>	VOLQUETA OSJ 917
<i>GASOLINA</i>	VOLQUETA OSJ 928
<i>GASOLINA</i>	VOLQUETA OSJ 929
<i>GASOLINA</i>	VOLQUETA OSJ 930
<i>GASOLINA</i>	VOLQUETA OSJ 931
<i>DIESEL</i>	CARGADOR CHANGLIN ZL50H
<i>DIESEL</i>	CARGADOR FIAT FR 12
<i>DIESEL</i>	RETROEXCAVADORA CASE SUPER L
<i>DIESEL</i>	RETROEXCAVADORA JHON DEERE 310SG
<i>DIESEL</i>	MOTONIVELADORA CHAMPION

Fuente: Autores

Tabla 5 Ficha Volqueta Kodiak OSA 818

VOLQUETA KODIAK OSA 818			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	8 Galones Diesel 15W 40 CI	Volqueta Chevrolet KODIAK modelo 2008	353.648
Cambio de Filtro de Aire	1 EXTERNO. 1 INTERNO	AP2863-AP3501	65.440
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-67	19.720
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-1R0751. 1. A-5813	1. A-1R0751. 1. A-5813	38.000
Engrase general	2 Libras	Grasa Multipropósito	11.190
Cambio Valvulina de la Transmisión	4 Galones Valvulina 140	Emulsionada Mayo de 2010	92.632
Llantas delanteras con poco labrado	2	Diámetro1100/20 CT 150 delanteras con tubo y protector	1.891.832
Llantas traseras poco labrado	4	Diámetro1100/20 supercordillerana traseras con tubo y protector	3.821.000
Llanta Repuesto Inservible	1	Diámetro1100/20	955.250
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico	156.635
Plumillas parabrisas	2		150.000
Reparaciones imprevistas			3.000.000
			10.555.347

Fuente: Autores

Tabla 6 Ficha Volqueta International OSA 352

VOLQUETA INTERNACIONAL OSA 352			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	4 Galones Diesel 15W 40 CI	MOTOR DT466 VOLQUETA INTERNATIONAL OSA 352	176.824
Cambio de Filtro de Aire	1. MAM 2521. 1 MAM 2522	1. MAM 2521. 1 MAM 2522	105.000
Cambio de Filtro de Aceite	1	A408	44.000
Cambio de Filtro de Combustible	1 A-588. 1 A-1545	1 A-588. 1 A-1545	43.000
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito	11.190
Llantas delanteras con poco labrado	2	4a.Diámetro1100/20	1.891.832
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	4	4b.Diámetro1100/20	3.821.000
Llanta Repuesto Inservible	1	4b.Diámetro1100/20	955.250
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico	156.635
Reparación y suministro repuestos para el Motor de Arranque		MOTOR DT466 VOLQUETA INTERNATIONAL	250.000
Arreglo de base de filtro de aceite			200.000
Reparaciones imprevistas			3.000.000
			10.654.731

Fuente: Autores

Tabla 7 Ficha Volqueta Chevrolet C-70 OSJ 928

CHEVROLET C-70 OSJ 928			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina	132.618
Cambio de Filtro de Aire	1	MAM 2526	58.000
Cambio de Filtro de Aceite	2	A-11	18.000
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-96C. 1. A-97C	1. A-96C. 1. A-97C	27.310
Engrase General	2 Libras	Grasa Amarilla Multipropósito	11.190
Sistema de dirección revisar y reparar	1		250.000
Reemplazo de llantas delanteras(sin labrado)	2	4b.Diámetro 1000/20	1.800.976
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	4	Diámetro 1000/20	3.778.952
Reemplazar llanta de repuesto	1	4e.Diámetro 1000/20	945.916
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico	156.635
Retenedor rueda trasera Derecha	1. Retenedor completo		150.000
Cambio de tanque de combustible			450.000
Arreglo de compresor			180.000
Imprevistos			3.000.000
			10.959.597

Fuente: Autores

Tabla 8 Cargador Changlin Komatsu ZL50H

CARGADOR CHANGLIN KOMATSU ZL50H			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	7 Galones Diesel 15W 40 CI	Motor Cummins Diesel 6CTAA 8,3/c6121	309.446
Cambio de Filtro de Aire	1-EXTERNO AP 5021. -INTERNO AP5125	Motor Cummins Diesel 6CTAA 8,3/c6121-1-EXTERNO AP 5021. -INTERNO AP5125	98.640
Cambio de Filtro de Aceite	1- A 205	LF – 3000	26.680
Cambio de Filtro de Combustible	3(Diferentes Referencias) A-1C. - PM 194-O	FS - 1280, FF-42000, FS – 1242	24.680
Filtro del Agua	1	WF – 2071	22.000
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito	11.190
Aceite para Convertidor de Caja de Engranajes	12 Galones	Cummins 6CT AA 8.3-C215	530.480
Aceite para Sistema Hidráulico	48 Galones		1.503.718
Aceite para Eje Trasero y Delantero de Transmisión	11 Galones		259.956
Aceite para Caja de Balance	10 Galones		236.323
Llantas	4 Llantas	Tamaño del neumático 23.5-25-16PR	13.547.000
Dientes de cucharón	7 (2 Esquineros. 5 centrales) 9W8459-8E6464	9W8459-8E6464	2.422.447
Batería			400.000
			19.083.114

Fuente: Autores

Tabla 9 Cargador Fiat Allis

CARGADOR FIAT ALLIS			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	7 Galones Diesel 15W 40 CI	CARGADOR FIAT ALLIS	309.446
Cambio de Filtro de Aire	1EXTERNO MAM3653. 1 INTERNO MAM 3654	1EXTERNO MAM3653. 1 INTERNO MAM 3654	103.000
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-349	17.000
Cambio de Filtro de Combustible	1. PF312 - 1. A 4618310	1. PF312 - 1. A 4618310	70.000
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito	11.190
Llantas delanteras con poco labrado	2	4a.Diámetro 17.5 x 25	5.494.240
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	2	4b.Diámetro 17.5 x 25	5.494.240
Aceite Hidráulico para Sistema Hidráulica	15 Galones	Aceite Hidráulico	469.905
Empaquetadura completa de Culata	1		150.000
Empaquetadura del Gato de levante derecho	1		180.000
Empaquetadura del Gato Central	1		150.000
Empaquetadura del Gatos de la Dirección	2		180.000
Batería HD 12 V 180 A			300.000
Dientes de cucharón	6 (2 Esquineros, 4 centrales)		2.422.447
Sincronización de bomba de inyección y suministro de inyectores			3.000.000
			18.351.468

Fuente: Autores

Tabla 10 Retroexcavadora Case Súper L580

RETROEXCAVADORA CASE SUPER L 580			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	6 Galones Diesel 15W 40 CI		156.635
Cambio de Filtro de Aire	1. Externo MAM 3542 - 1.Interno MAM 3543	RETROEXCAVADORA CASE SUPER L	81.000
Cambio de Filtro de Aceite	1.-A 427 o LF 3345		15.000
Cambio de Filtro de Combustible	1.LFF 8062. 1.BF 1052 o A-243004		63.000
Engrase general	2 Libras		Grasa amarilla multipropósito
Llantas delanteras sin labrado	2	Diámetro 12-16.5	1.862.660
Llantas traseras sin labrado	2	Diámetro 19.5L-24	4.222.760
Aceite Hidráulico para Sistema Hidráulica	15 Galones	Aceite Hidráulico	469.905
Cinco (5) dientes para el balde del boom.		Dientes Roquero	375.000
Cuchilla para el balde delantero.			225.000
2 Tornillos 5/16" x 2" rosca fina acerados con tuerca de seguridad y arandela plana y cabeza cónica. Y 8 espárragos según muestra con tuerca de seguridad y arandela plana.		Reemplazo y suministro de tornillos, espárragos, tuercas y retenedores. Rosca fina acerados con tuerca de seguridad y arandela plana y cabeza cónica.	525.000
Cambio de bujes, camisas y pasadores		Reconstrucción y encamisada de todas las articulaciones, brazo y balde	7.000.000
Correa ventilador turbina agua			80.000
Revisión, reparación y suministro de repuestos para el sistema de frenos		Reemplazo de bombas de frenos (2)	625.000
Filtro Hidráulico IFH 910 (Luber finer)			1.500.000
			17.212.150

Fuente: Autores

Tabla 11 Motoniveladora Champion 710

MOTONIVELADORA CHAMPION 710			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Cambio de aceite	8 Galones Diesel 15W 40 CI	MOTONIVELADORA CHAMPION 710	353.648
Cambio de Filtro de Aire	1.-EXTERNO MAM 2426 -1. MAM 2427	1.-EXTERNO MAM 2426 - 1. MAM 2427	92.000
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-339	15.000
Cambio de Filtro de Combustible	1	P551329	28.000
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito	11.190
Llantas delanteras con poco labrado	2	Diámetro113.00/24	2.928.200
Llantas traseras poco labrado	4	Diámetro113.00/24	5.856.400
Cuchillas de Corte	2	(trece huecos)	450.000
Tornillos (Grado 8)	10	Diámetro ¼" x 2 ½"	65.000
Calibración y Sincronización de Bomba de Inyección y Motor			2.244.000
Reparación de piñones y bujes del tornamesa			2.000.000
Reparación del sistema de Frenos (reemplazo de bandas y empaquetaduras)			1.500.000
Cambio bujes terminales de Dirección	2		500.000
Baterías 120 Amperios	2	120 Amperios	850.000
			16.893.438

Fuente: Autores

Tabla 12 Elementos para maquinaria

ELEMENTOS PARA MAQUINARIA DEL TALLER MUNICIPAL			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Soldadura Win 18 3/32"	Caja x 20 Kilos	Win 18 3/32"	154.000
Soldadura Win 18 5/32"		Win 18 5/32"	210.000
Soldadura Durowell 3/32"	Caja x 20 Kilos	Durowell 3/32"	220.000
Soldadura Durowell 5/32"		Durowell 5/32"	590.000
Soldadura 6013 3/32"	Caja x 20 Kilos	6013 3/32"	154.000
Soldadura 6013 5/32"		6013 5/32"	210.000
Equipo Completo de Oxicorte VICTOR JOURNEYMAN 5 BOQUILLAS	1	Para reconstrucción de Punteras, Esquinas, Dientes, Cuchillas, Baldes, Cucharas y Trabajos de Soldadura en General	1.700.000
Boquilla para Corte VICTOR N° 1	1		30.000
Disco para Tronzadora de 14" x 3/32" x 1" de Walt	1		14.700
Disco para Corte de 7" x 1/8" x 7/8" de Walt	1		7.500
Disco para Pulidora de 7" x ¼" x 7/8" de Walt	1		6.400
Gratas de Mano (En Acero)	2		19.000
Piedra Esmeril de 7" x 1" x 7/8". CARBORUNDUM	1		35.000
Disco de Grata para Motor Eléctrico de 7" x 1" x 7/8" Circular lisa cobrizada	1		36.000
Equipo Completo de Soldadura	1		1.800.000

SUB - TOTAL

235.068.096

Fuente: Autores

Tabla 13 Cat Vibro compactador CB 214 B-6LFO752

CAT VIBROCOMPACTADOR CB 214 B - 6LFO752			
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES	VALOR PROMEDIO COTIZACION SIN IVA
Recepción y lavado general de la maquina	CAT VIBROCOMPACTADOR CB 214 B - 6LFO752		
Identificación de piezas faltantes y/o dañadas alrededor del equipo			
Cambio de empaquetadura de los dos motores			
Instalación de bomba hidráulica faltante			
Instalar piezas faltantes			
Pruebas Finales			
Presentación de informe técnico			
Mano de Obra			
Repuestos:			
PUMP A	1.-844899	1.-844899	
SEALS KIT	2.-814234	2.-814234	
PUMP HYD	1.-5E5287	1.-5E5287	
		TOTAL CON MANO DE OBRA	27.413.685

22

TOTAL

262.481.781

Fuente: Autores

2.1.3 Alumbrado público. Los problemas de mantenimiento encontrados dentro de estos sub-procesos de la Secretaria de Infraestructura, Taller Municipal y Alumbrado Público son:

- Baja disponibilidad en sistemas de información para mantenimiento OT.
- Baja disponibilidad de equipos.
- El costo y el tiempo destinado al mantenimiento son elevados.
- No existen manuales de procedimientos de mantenimiento.
- Falta de infraestructura para el manejo de la información.
- Insatisfacción del cliente.

- Seguridad industrial y la Salud Ocupacional no son una fortaleza dentro de las labores de mantenimiento.
- Falta programa de mantenimiento básico.
- Falta de estructuras administrativas para organizar labores y personal de mantenimiento
- No existe manual de Especificaciones para un programa de mantenimiento de equipos de servicio.
- Desconocimiento de manual de funciones.
- No existe seguimiento a trabajos realizados en pisos y oficinas.
- Mantenimiento a maquinaria no es registrado en base de datos.
- No existen manuales de equipos.
- No existe mantenimiento preventivo.
- La planeación en mantenimiento es mínima.
- No existe mantenimiento predictivo.
- No existe una adecuada selección de proveedores.
- Inadecuado manejo del almacén.
- No se manejan indicadores de gestión del mantenimiento.

Los anteriores inconvenientes generan daños insignificantes o desastrosos en el servicio, personas, propiedad y entorno ya que interrumpen el trabajo y reducen las utilidades; por lo cual los costos totales de reparación son altos¹.

El porcentaje de mejoramiento en el área de mantenimiento debe contemplar:

- ❖ Crear índices de satisfacción al cliente.
- ❖ Mejorar la calidad de los trabajos.
- ❖ Manejar índices de accidentalidad.

¹ ALVAREZ RUEDA, Ángel., Modelo Gerencial para el control administrativo de fallas y Perdidas en equipos, Universidad Industrial de Santander, especialización en Gerencia de Mantenimiento. Pág. 19, Bucaramanga, 2000

- ❖ Realizar rutinas de mantenimiento.
- ❖ Analizar las causas de mantenimientos correctivos.
- ❖ Conocer las debilidades y fortalezas del clima organizacional.
- ❖ Cumplir lo mejor posible horarios asignados.
- ❖ Crear programas de capacitación de mantenimiento y SISO.
- ❖ Ofrecer materiales de calidad.
- ❖ Estandarizar procedimientos.
- ❖ Tener un buen sistema de información.
- ❖ Crear procesos administrativos para generar mecanismos de control.
- ❖ Crear programas de Seguridad Industrial y Salud ocupacional.
- ❖ Selección efectiva de personal.
- ❖ Realizar proyectos de ahorro en servicios públicos.
- ❖ Mejora de áreas de trabajo.
- ❖ Análisis en adjudicación de contratos.
- ❖ Seguimiento a proveedores.
- ❖ Crear una planeación estratégica para mantenimiento.
- ❖ Manejo adecuado de almacén e inventarios.

Para realizar un buen programa de mantenimiento se recalca que las personas que se encuentran en el área de mantenimiento son conocedoras en su oficio y son pieza fundamental para implementar los programas de mantenimiento preventivo.

2.2 GENERALIDADES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. Como los equipos e instalaciones no se pueden mantener en buen funcionamiento por sí mismos, debe organizarse un grupo de personas para que se encargue de esto y se constituya así una organización de mantenimiento.

El mantenimiento debe tener en cuenta los siguientes factores:

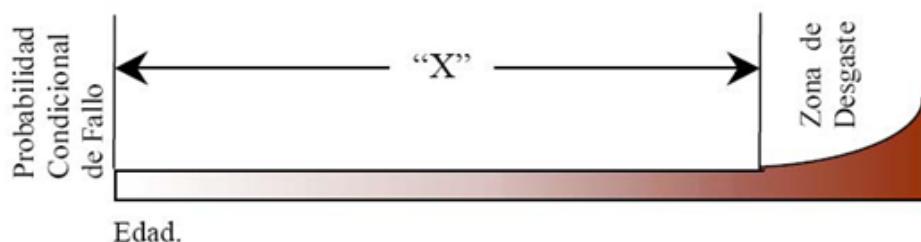
- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos aumentando su vida útil.
- Minimizar los costos de operación y mantenimiento, para aumentar los beneficios de la actividad industrial.
- Garantizar la Seguridad Industrial.

2.3 HISTORIA DEL RCM.

A mediados del siglo pasado, la aviación comercial mundial estaba sufriendo más de 60 accidentes por millón de despegues. Las dos terceras partes de los accidentes ocurridos eran causados por fallas en los equipos. Esta alta tasa de accidentalidad, y el auge de la industria del transporte aéreo, exigía acciones para mejorar la seguridad.

Históricamente la estrategia de preservar los equipos era practicada disciplinadamente por la aviación comercial. A inicio de 1960, la FAA (Federal Aviation Administración) estipuló un Programa de Mantenimiento preventivo (PM); la United Airlines lideró un equipo de trabajo para reevaluar el concepto de mantenimiento preventivo y determinar la estrategia correcta para lograr seguridad y economía de operación con las aerolíneas comerciales.

Figura 46. Perspectiva Tradicional de las Fallas de los equipos



El RCM se desarrolló debido a que en las teorías de mantenimiento de la época siempre había relaciones causa efecto entre el mantenimiento programado y la confiabilidad operacional, esta suposición estaba basada en la creencia intuitiva de que las partes mecánicas se desgastaban y que la confiabilidad de cualquier equipo estaba directamente relacionada. Desde la década de los 30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones. El RCM está convirtiéndose rápidamente en la piedra fundamental de la tercera generación,

Pero esta solo puede ser vista en perspectiva, y a la luz de la primera y segunda generaciones².

LA PRIMERA GENERACION

La primera generación del mantenimiento cubre el periodo que se extiende hasta la Segunda Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de maquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada. Esto los hacía confiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizo más allá de limpieza, servicio y lubricación.

LA SEGUNDA GENERACION

Durante la Segunda Guerra Mundial todo cambio drásticamente. La presión de los tiempos de guerra aumento la demanda de todo tipo de bienes al mismo tipo que decaía abruptamente el número de los trabajadores industriales. Esto llevo a un aumento en la mecanización. Ya en los años 50 había aumentado la

² MOUBRAY. JHON. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P. 318.

cantidad y complejidad de todo tipo de máquinas y la industria estaba empezando a depender de ellas.

Al incrementarse esta independencia, se centró la atención en el tiempo de paro (tiempo muerto) de máquina. Esto llevó a la idea de que las fallas en los equipos deberían ser prevenidas, llegando al concepto del mantenimiento preventivo. En la década de los sesenta esto consistió principalmente en reparaciones mayores programados en intervalos regulares prefijados.

El costo del mantenimiento comenzó a elevarse rápidamente en relación a otro costo operacional. Esto llevó al crecimiento de sistema de plantación y control del mantenimiento. Estos ciertamente ayudaron a tener el mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la práctica del mantenimiento. Por último, la cantidad de capital ligado a activos fijos juntos con un elevado incremento en el costo del capital, llevó a los directivos a buscar la manera de maximizar la vida útil de sus activos / bienes.

LA TERCERA GENERACION

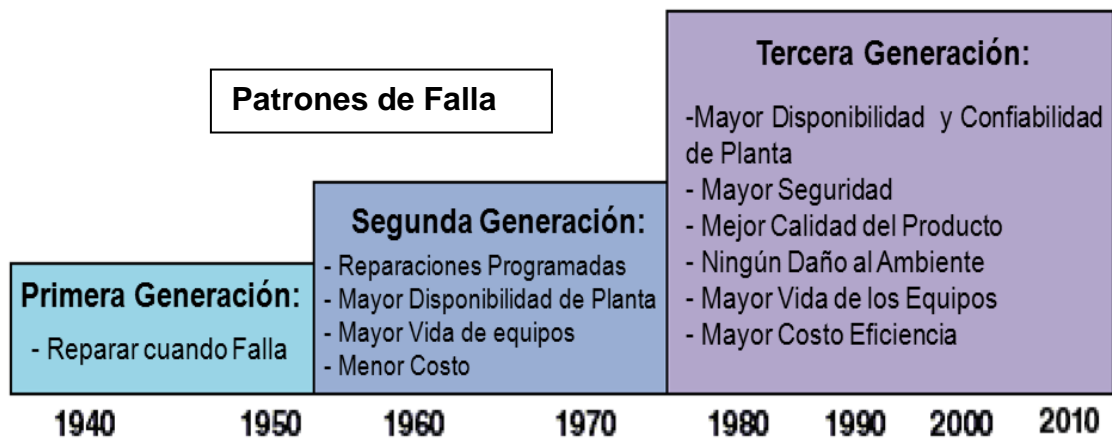
Desde mediados de la década de los sesenta el proceso de cambio en la industria ha adquirido aún más impulso. Los cambios han sido clasificados en; nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas.

El tiempo muerto de máquinas siempre ha afectado la capacidad de producción de los activos físicos al reducir la producción, aumentar los costos operacionales e interferir con el servicio al cliente. En la década de los sesenta y setenta esto ya era una preocupación en las áreas de minería, manufactura y transporte. En la manufactura los efectos del tiempo muerto de máquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas “justa-in-time”, donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen probable que una pequeña falla en un equipo pueda parar toda la planta. Actualmente el crecimiento en la mecanización y automatización han tomado a la confiabilidad y a la disponibilidad como factores clave en sectores tan diversos como el cuidado de

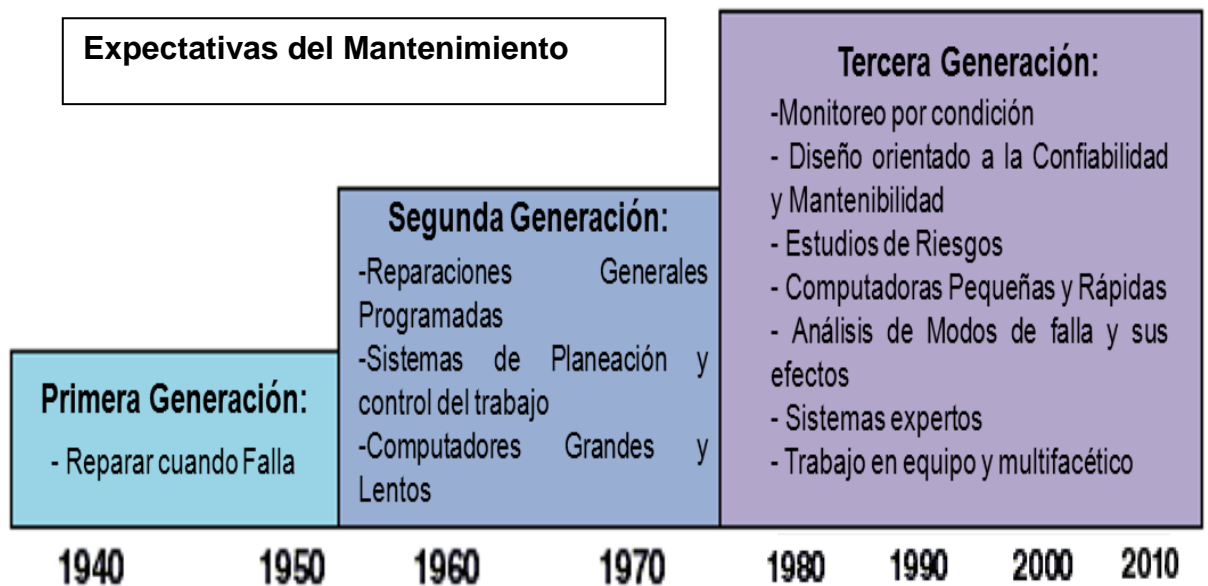
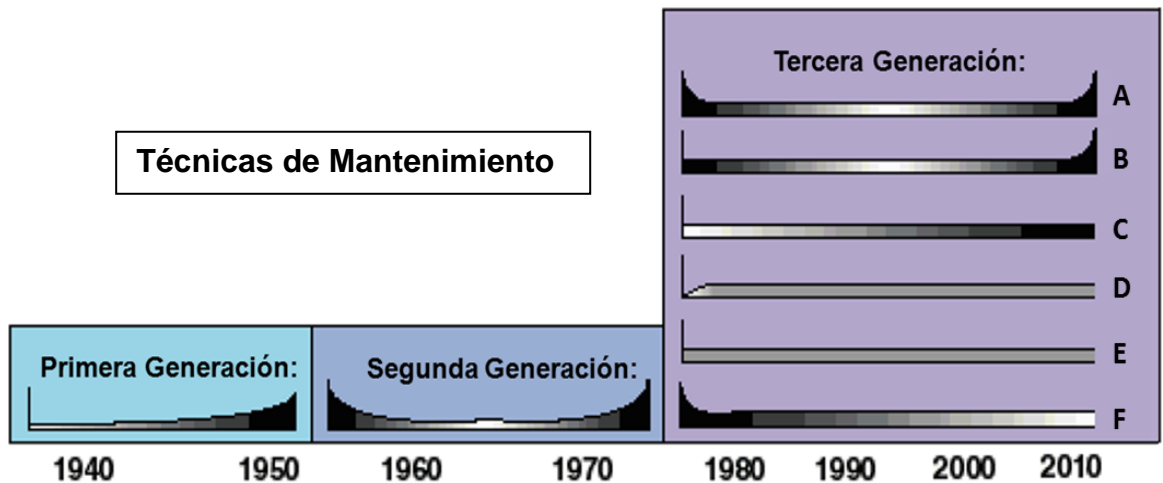
la salud, el procesamiento de datos, las telecomunicaciones, la administración de edificios y el manejo de las organizaciones.

Una mayor automatización también significa que más y más fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad de satisfactorios. Esto se aplica tanto a parámetros de servicio como para la calidad del producto. Por ejemplo, hay fallas en equipos que pueden afectar el control del clima en los edificios y la puntualidad de las redes de transporte, así como transferir con el logro de las tolerancias deseadas en la producción.

Figura 47. Cambios en los Puntos de Vista sobre las fallas de los Equipos, Expectativas y Técnicas de Mantenimiento³



³ Reliability-Centered Maintenance RCM II, Jhon Moubray



2.4 METODOLOGIA DEL RCM

La metodología RCM, es un sistema que fue diseñado para prevenir fallas y minimizar las consecuencias de las mismas, ya que detecta posibles errores en las máquinas y en los procesos. El RCM es un proceso que permite determinar las tareas mínimas de mantenimiento (Correctivo, Preventivo y Predictivo)

necesarias para que los activos cumplan con su función en su contexto operacional y tomando los posibles efectos que originan los modos de falla, tanto en la seguridad y en el ambiente.

2.4.1 Definición del Sistema

La Norma SAE JA1011 define el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de la siguiente manera:

“RCM es un proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para administrar los modos de falla que pueden causar fallas funcionales en cualquier activo físico en su contexto operacional⁴”

En el Libro de RCM II de Jhon Moubray el autor plantea la siguiente definición:

“RCM es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual⁵”.

El RCM es el proceso usado para determinar el enfoque más efectivo del mantenimiento esto implica identificar acciones que cuando se toman reducen La probabilidad de falla de la forma más costo - efectivo buscando una mezcla Optima de acciones basadas por condición, acciones basadas en ciclos o en tiempo o el enfoque de operar hasta que falle⁶”

⁴SAE JA1011. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. Society of Automotive Engineers, Inc 1999

Fuente: Curso Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – RCM, Daniel Ortiz

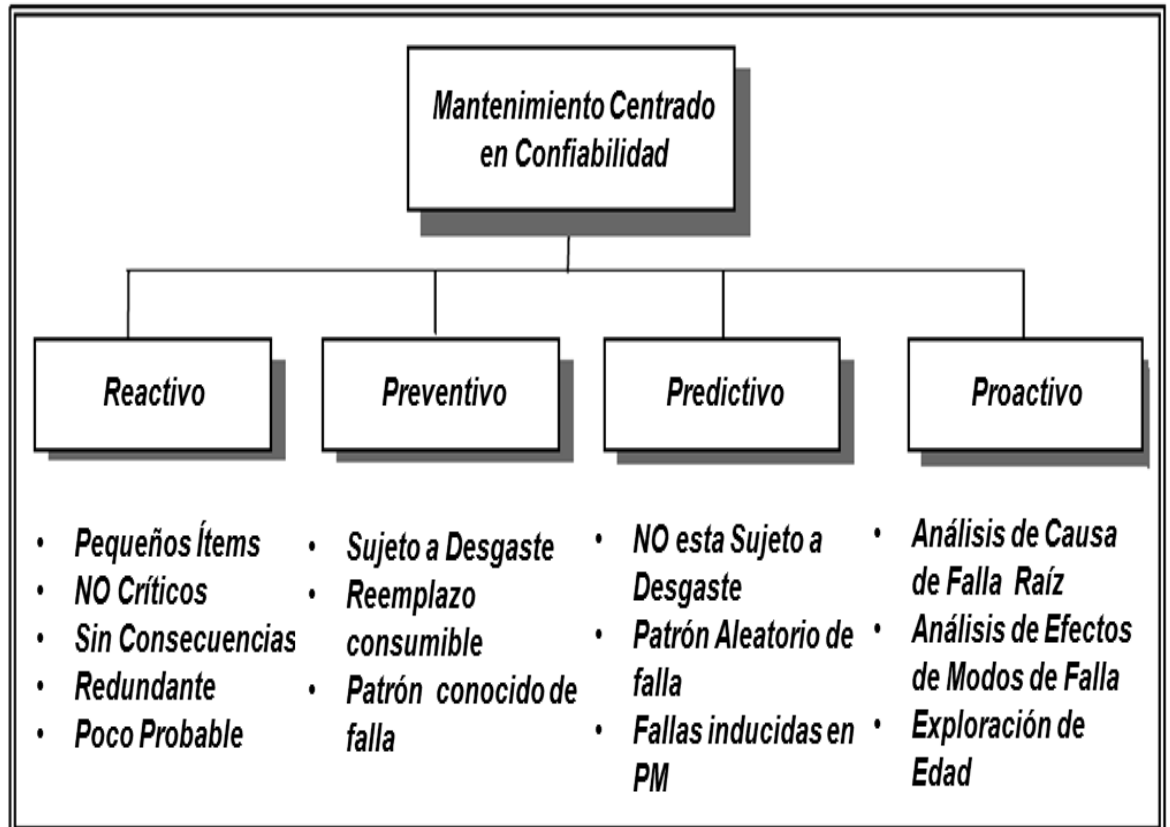
Fuente: Reliability-Centered Maintenance RCM II, John Moubray

⁵ MOUBRAY. JHON. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P. 7.

⁶ NASA. Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment. 2000. P. 1-1

En conclusión el RCM es un proceso que permite determinar las tareas mínimas de mantenimiento (Correctivo, Preventivo y Predictivo) necesarias para que los activos cumplan con su función en su contexto operacional

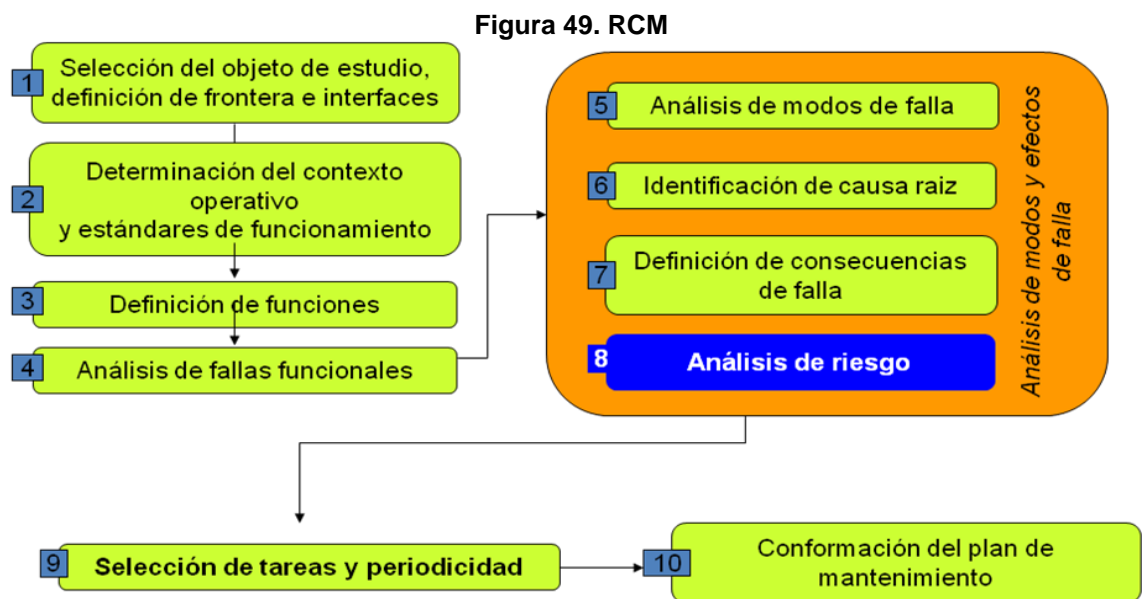
Figura 48. Componentes de un Programa de RCM



2.4.2 Las Siete Preguntas Basicas del RCM. El proceso de RCM plantea siete preguntas para analizar y buscar la solución o posibles soluciones a las diferentes fallas o problemas que se presentan en los activos físicos en su contexto operacional, a continuación se plantean las siete preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados a los activos físicos en su actual contexto operacional?
2. ¿De qué manera falla en cumplir y satisfacer los funciones?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?

4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
5. ¿De qué manera importa cada falla?
6. ¿Qué se puede o debe hacer para predecir prevenir cada falla?
7. ¿Qué se debe hacer si no se encuentra una tarea o solución proactiva adecuada?



Fuente: Memorias Curso Mantenimiento Centrada en Confiabilidad - RCM. Daniel Ortiz Plata

2.4.3 Recolección y Análisis de Datos de Servicio. El proceso de recolección y análisis de datos en RCM se basa en los siguientes puntos:

1. Diseño y operación del sistema o equipo:
 - * Dibujos del sistema
 - * Manuales técnicos del fabricante
2. Personal con conocimiento:
 - * Operación
 - * Mantenimiento

3. Entrevistas:

- * Con el personal de operación
- * Con el personal de mantenimiento

4. Información de Mantenimiento, pruebas y rendimiento:

- * Programa actual
- * Recomendaciones del proveedor
- * Historia de falla

5. Compromisos y requerimientos para el mantenimiento rutinarios:

- * Regulación
- * Estándares
- * Directrices Gerenciales.

2.4.4 Identificación Modos de Falla Significativos (19). Los modos de falla razonablemente posible influyen aquellos que han ocurrido en iguales o similares operando en el mismo contexto, fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento existentes, El objetivo de esta etapa es identificar los modos de falla dominantes, así como fallas que aún no ocurrido pero son considerada altamente posibles en el contexto en cuestión, entre las cuales se encuentran las siguientes⁷:

◆ **Fallas funcionales 12:** Mantenimiento debe alcanzar y cumplir los objetivos propuestos de acuerdo con la función de los equipos o activos físicos en su contexto operacional; son consideradas fallas funcionales, porque no permiten que el activo cumpla con las funciones de acuerdo con los parámetros de su contexto operacional y los requerimientos del usuario; esto abarca hasta las fallas parciales, en las que el activo aun funciona pero fuera de los parámetros exigidos en su contexto operacional. RCM permite identificar dichas fallas funcionales y lo realiza en dos niveles:

⁷ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Ingeniería

Primero, identifica las circunstancias que con llevan a la falla o Segundo, se pregunta qué acciones o eventos pueden causar que el activo falle.

♦ **Modo de falla** ¹⁹: Una vez identificada la falla funcional, RCM busca identificar los hechos o causas que conllevan al estado de falla. Estos hechos RCM los llama modos de falla. Los modos de falla incluyen aquellos que ocurren en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto operacional, las fallas que están siendo prevenidas y que no han ocurrido pero que tienen una alta probabilidad de que ocurran, las fallas causadas por el desgaste y deterioro del uso normal, las fallas causadas por error humano y las fallas por error de diseño. Es importante identificar claramente las causa de cada falla para no perder tiempo y esfuerzo atacando los síntomas y no la causa raíz de la falla.

♦ **Efectos de falla** ²⁰: RCM describe bien detallado lo que ocurre en cada modo de falla. Esto debe poseer toda la información necesaria para ayudar a encontrar la causa raíz y evaluar bien las consecuencias de las fallas, a esto se le llama efectos de falla tales como:

1. Que evidencia existe (si las hay) de que la falla ha ocurrido
2. De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la representa)
3. De qué manera afecta la producción o las operaciones.
4. Que daños físicos han sido causado por la falla.
5. Que debe hacerse para reparar la falla.

♦ **Consecuencias de la falla** ²¹: Se pueden presentar un sin número de fallas en diferentes modos, que afectan la funcionalidad de los activos físicos. RCM reconoce que es más importante la consecuencia de estas fallas que la parte técnica de la falla misma. Por lo tanto no es relevante evitar la falla sino reducir

las consecuencias de las fallas se clasifica cuatro grandes grupos de consecuencias:

1. Consecuencia de fallas ocultas: No tienen impacto directo pero exponen el equipo a fallas múltiples con serias consecuencias.

2. Consecuencias ambientales y para la seguridad: Esto es si la falla causa daño físico o muerte a un ser humano, si la falla afecta el equilibrio del ecosistema o contamina el medio ambiente.

3. Consecuencias operacionales: Esto es si las fallas afectan la producción, la eficiencia de las maquinas, los costos de mantenimiento y reparación.

4. Consecuencias no operacionales: Aquellas que se relacionan y afectan solamente los costos directos de mantenimiento o reparación.

2.1.5 Selección de Actividades de Mantenimiento

El resultado de la tarea de selección de ítems críticos, es la lista de componentes (críticos y no críticos seleccionados) a los que convendrá identificar una tarea eficiente de mantenimiento preventivo o predictivo. De forma genérica, el proceso de selección de tareas de mantenimiento se inicia con la identificación de las causas más probables asociadas a los distintos modos de fallo de los componentes considerados; el resultado de esta tarea será el conjunto de actividades de mantenimiento recomendados para cada equipo y se define el contenido concreto de las actividades específicas que deben realizarse y sus frecuencias de ejecución correspondientes. Las tareas por tipo de falla se describen a continuación:

◆ Para fallas ocultas: el mantenimiento proactivo es la mejor elección si reduce significativamente el riesgo de fallas múltiples de tal manera que sean tolerables de acuerdo con la función del equipo en su contexto operacional. Si

es imposible una tarea proactiva, entonces se debe realizar una tarea de búsqueda de falla o correctivo. Si ninguna de las dos es posible ya debe pensarse en un rediseño de los componentes que se vean más afectados por las fallas múltiples.

◆ Para fallas con consecuencias ambientales o de seguridad: solo vale la pena un mantenimiento proactivo si por si solo minimiza el riesgo a niveles muy bajos o elimina el riesgo de raíz. Si esto no es posible entonces se debe pensar en rediseñar componentes o modificar el proceso.

◆ Para fallas con consecuencias operacionales: el mantenimiento proactivo será el mejor si el costo de aplicarlo a lo largo del tiempo es menor que el costo de las consecuencias operacionales y el costo de la reparación dentro del mismo periodo de tiempo. Si económicamente no es viable ningún mantenimiento proactivo o programado, entonces se debe pensar en aplicar el mantenimiento correctivo, en ultimas el rediseño⁸.

◆ Para fallas con consecuencias no operacionales: se aconseja el mantenimiento proactivo solo si económicamente es menor que el costo de la reparación en el mismo periodo de tiempo. Si no se justifica económicamente entonces se trabaja a correctivo y si los costos siguen siendo elevados, hay que rediseñar nuevamente.

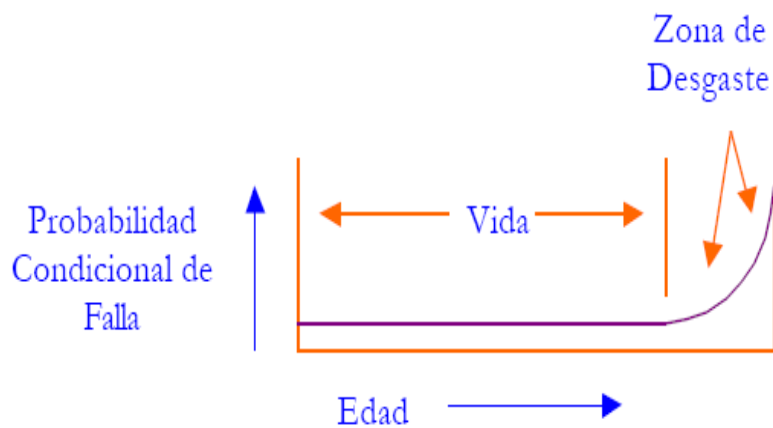
El proceso de evolución de las consecuencias también cambia el énfasis de la idea de que toda falla es negativa y debe ser preventiva. De esta manera focaliza la atención sobre las actividades de mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre el desempeño de la organización, y resta importancia a aquellas que tienen escaso resultado. También nos alienta a pensar de una manera más amplia acerca de diferentes maneras de manejar las fallas, más que concentrarnos en prevenir fallas.

Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías:

⁸ ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS .Reliability – centred maintenance.sl. Aladon 2004. p .10-11

* **Tareas proactivas:** estas tareas se emprenden antes de que ocurra una falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarcan lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento “predictivo” o “preventivo”, aunque el RCM utiliza los términos de Reacondicionamiento cíclico, Sustitución cíclica y Mantenimiento a condición. **Acciones a Falta de:** estas tratan directamente con el estado de falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Las 58 acciones a falta de incluyen búsqueda de falla, rediseño, y mantenimiento a rotura.”⁹

Figura 50; Falla a intervalos regulares



Pero la realidad es que esto sucede para equipos sencillos, y para algunos elementos complejos con modos de fallos dominantes. La siguiente figura con sus gráficos nos muestra las diferentes probabilidades existentes para que se produzcan los fallos en máquinas, esto es debido a la gran variedad de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos.

⁹ ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS .Reliability – centred maintenance.sl. Aladon 2004. p .11

Figura 51. Cuadro de la bañera

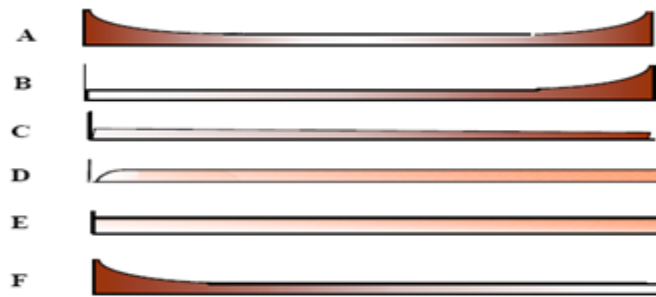


Tabla 14. Cuadro de la Bañera

	OBSERVACION
Gráfico A	Es la conocida “curva de la bañera”. Comienza con una incidencia de fallos alto (conocida como mortalidad infantil o desgaste de funcionamiento) seguida por una frecuencia de fallo que aumenta gradualmente o que es constante, y luego por una zona de desgaste.
Gráfico B	El punto de vista tradicional”. Muestra una probabilidad de fallo constante ascendente, poco aleatorio, y termina en una zona de desgaste.
Gráfico C	Muestra una probabilidad de fallo ligeramente ascendente, pero no hay una edad de desgaste definida que sea identificable.
Gráfico D	Muestra una probabilidad de fallo bajo cuando el componente es nuevo o se acaba de comprar, luego un aumento rápido a un nivel constante y aleatoria.
Gráfico E	Fallos aleatorios: Ninguna relación entre la edad de los equipos y la probabilidad de que fallen.
Gráfico F	Comienza con una mortalidad infantil muy alta, que asciende finalmente a una probabilidad de fallo que aumenta muy despacio o que es constante, debido a un comportamiento aleatorio de los fallos.

En general, los modelos de los fallos dependen de la complejidad de los elementos. Cuanto más complejos sean, es más fácil que estén de acuerdo con los modelos E y F. Pero no hay duda de que cuanto más complicados sean los equipos más veces se encontrarán los modelos de fallo (E y F).

Esta pregunta se dirige al establecimiento de tareas de mantenimiento proactivo (predictivo y preventivo). Cuando una tarea es técnicamente viable y justificada, puede asignarse alguna de las siguientes clases de tareas:

Tareas por Condición. Muchas fallos muestran síntomas de que están ocurriendo antes de que ellas alcancen un punto en el que ocurre la fallo funcional. Es decir en ocasiones se reconoce que el fallo está ocurriendo pero que no ha progresado hasta el punto de degradar la funcionalidad del sistema. Al encontrar estos fallos, en este Estado de fallo “potencial” es posible evitar las consecuencias sobre el desempeño funcional general.

2.4.5 Beneficios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Tabla 15. Beneficios RCM

Calidad	Tipo de Servicio	Costo	Tiempo	Riesgo
<p>Aumenta la disponibilidad en al menos un 8%, por el sólo hecho de implementar.</p> <p>Elimina las fallas crónicas y elimina las causas raíces.</p> <p>Aumenta la flexibilidad operacional.</p> <p>La programación de mantenimiento se basa en hechos reales.</p> <p>Proporciona el completo conocimiento de las fallas reales y potenciales de las máquina, así como de sus causas.</p>	<p>Proporciona un mejor clima organizacional para el trabajo en equipo.</p> <p>Ayuda a entender mejor las necesidades y los requerimientos de los clientes.</p> <p>Disminuye las paradas imprevistas.</p> <p>Genera un ambiente de investigación y desarrollo alrededor de los análisis de fallas.</p>	<p>Reduce los niveles de mantenimiento al menos en un 40%.</p> <p>Optimiza los programa de mantenimiento.</p> <p>Reduce los costos planeados o no de mantenimiento al menos en un 40%.</p> <p>Alarga la vida de los equipos para propósitos especiales.</p> <p>Todas las actividades de mantenimiento se analizan en un contexto de costo / beneficio.</p>	<p>Mejora los tiempos medios de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad al menos en un 25%.</p> <p>Aumenta los tiempos de funcionalidad de los equipos al menos en un 150% en promedio.</p> <p>Reduce o elimina los tiempos de demora en suministros o búsqueda de recursos o repuestos.</p> <p>Jerarquiza las actividades de mantenimiento, logrando su reducción en el tiempo.</p>	<p>Brinda seguridad e integridad ambiental en todo el desarrollo del proceso, a niveles muy superiores de los que se tienen antes de implementarlo.</p> <p>Las fallas con consecuencias sobre el medio ambiente o la seguridad son las que más se atacan y eliminan.</p> <p>Reduce al mínimo la posibilidad de fallas en cadena o superpuestas.</p> <p>Su razón de calificación al riesgo la hace como una de las tácticas más seguras.</p>

Fuente: Libro Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicios

2.5 PLANEACION Y PROGRAMACION

La planeación del mantenimiento es estudiar a fondo un trabajo de mantenimiento para conocerlo en detalle. Se debe responder las preguntas **(QUE? Y COMO SE HACE?)**. Dentro de la planeación se hace la programación de mantenimiento con todos los interesados para la ejecución de un trabajo de mantenimiento, se calculan costos y tiempos, es un proceso de

toma de decisiones orientado hacia el futuro; a través de la planeación la información se convierte en hechos cumplidos. La planeación es un proceso¹⁰

Figura 52. Proceso de planeación.

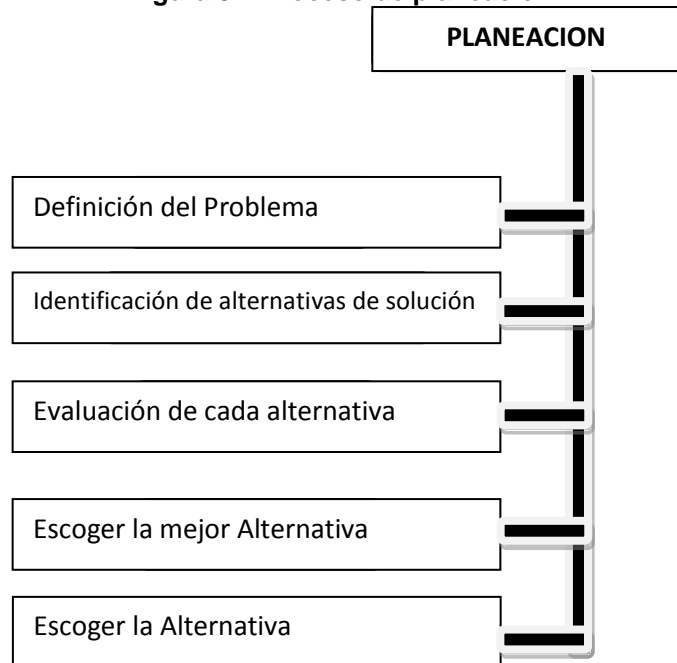
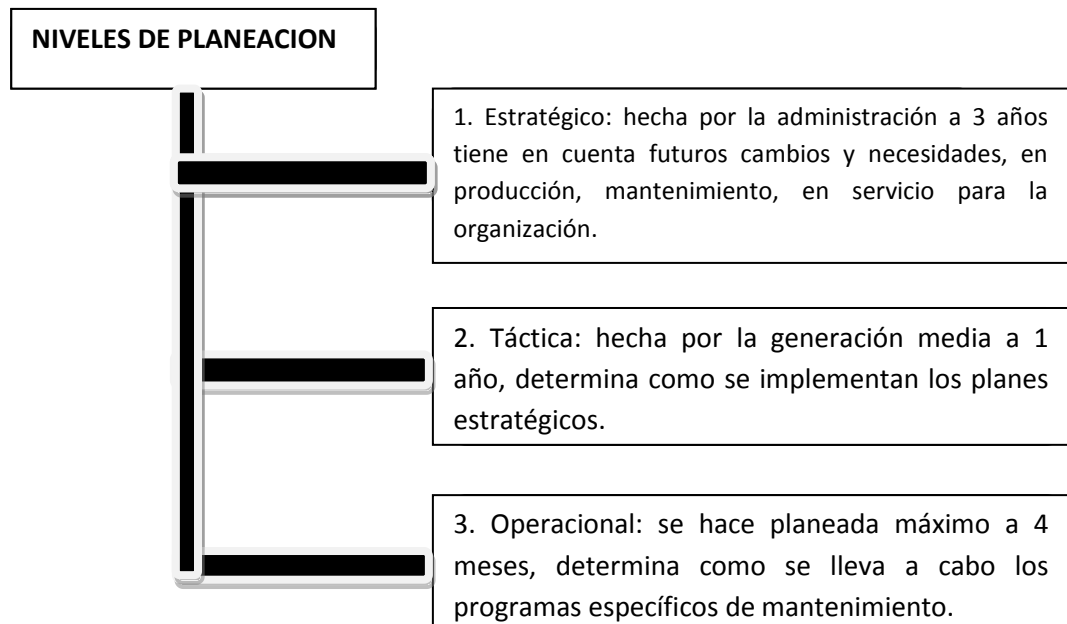


Figura 53. Niveles de planeación



¹⁰ Notas técnicas / RCM.pdf

El mantenimiento planeado permite:

- Reparaciones periódicas.
- Respuestas planeadas a fallas.
- Largos tiempos de funcionamiento y cortos tiempos de reparación.
- Mínima cantidad de inspecciones.
- Amplia utilización de contratistas.
- La utilización de indicadores.
- Mejoramiento continuo.
- Seguimiento al estado de la maquinaria.
- Control centralizado de la maquinaria.

Objetivos de la planeación:

- Mejorar la realización del mantenimiento.
- Ayudar a la organización a ser dinámica y flexible.
- Estimular la interacción entre mantenimiento y producción.
- Suministrar información para predecir requerimientos.
- Ayudará a la gerencia a alcanzar metas.

La planeación es desarrollada por integrantes de todas las áreas de la organización y sus efectos (figura xxx) se deben apreciar a mediano plazo.

Figura 54. Efectos de la planeación en el trabajo



Además la planeación y programación permite administrar los sistemas de información en mantenimiento porque facilita organizar los documentos de trabajo, indicadores de gestión, programación en software y divulgación de resultados.

Figura 55. Planeación y Programación



*** Grupo de trabajo**

Tener las personas idóneas para los cargos facilita realizar actividades de mantenimiento y mejoramiento porque reduce tiempos de parada, mejora la seguridad en los trabajos realizados, disminuye la existencia de repuestos no indispensables y aumenta la eficiencia.

*** Reportes de trabajo**

Un departamento organizado tiene una estructura para el trámite de reportes de trabajo, el personal sigue la estructura establecida y se lleva un registro histórico de los reportes de trabajo.

*** Programación parada de equipos**

El área de mantenimiento debe establecer los procedimientos para la programación de parada de equipos y el personal conocerlos adecuadamente, los documentos involucrados en la programación de parada de equipos se deben encontrar claramente definidos y se debe tener un registro histórico de paradas de equipos.

* Mantenimiento periódico versus mantenimiento correctivo

Las estadísticas del porcentaje de mantenimiento periódico y de mantenimiento correctivo se deben registrar con el fin de determinar la tendencia del comportamiento de las actividades.

* Indicadores de gestión

El área de mantenimiento debe tener indicadores de gestión para medir el desempeño de su actividad, definirlos claramente y registrarlos para su análisis.

En el sector administración de propiedades se pueden manejar índices como los Indicados.

Tabla 16. indicador de Gestión:

INDICADOR	INDICE
Satisfacción del cliente	Promedio de Encuestas
Reclamos del cliente	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de reclamos del periodo}}{\text{N}^\circ \text{ reclamos del periodo anterior}}$
Producto No conforme	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Productos no conformes}}{\text{N}^\circ \text{ de servicios prestados}}$
Cumplimiento de cronogramas	$\frac{\text{Cronograma Ejecutado}}{\text{Cronograma Programado}}$
Desempeño de proveedores	$\frac{\text{Promedio seguimiento a proveedores}}{\text{Promedio evaluación a proveedores}}$
Acciones Preventivas	No Acciones Preventivas
Planes de Mejora	Cumplimiento del Plan de mejora
Acciones Correctivas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Acciones Correctivas periodo actual}}{\text{N}^\circ \text{ Acciones Correctivas periodo anterior}}$
Acciones Preventivas	No Acciones Preventivas

El comportamiento de los indicadores de gestión en el área de mantenimiento no solo se deben mostrar a nivel interno para conocimiento del personal operativo y administrativo, si no a nivel externo para que los clientes se enteren de las tendencias.

*** Ranking de equipos**

El coordinador de mantenimiento debe realizar el ranking de equipos para determinar cuáles son más críticos, para ello tomará en cuenta la ocurrencia, fallas ocultas, seguridad física, medio ambiente, imagen corporativa, costos de reparación e impacto operacional.

*** Confiabilidad**

De acuerdo a la matriz de riesgo realizada en el ranking de equipos, el coordinador de mantenimiento debe calcular el índice de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad¹¹.

*** Mantenimiento preventivo**

Dentro de la planeación se debe realizar el programa de mantenimiento para cada uno de los equipos rankeados teniendo en cuenta listas de chequeo, periodicidad, tiempos de ejecución, persona responsable, costos y observaciones.

*** Registro de información de los equipos**

Se debe crear un registro técnico para los equipos, partes y sistemas dentro del sistema de mantenimiento; éste corresponde a hojas de vida, diario de las máquinas y tarjetas maestras que incluyan inspecciones de lubricación, electricidad y mecánica.

*** Registro de la ejecución de mantenimiento**

La realización de labores de mantenimiento debe quedar registrada en informes o actas de trabajo ejecutado, tanto en labores realizadas por el personal interno de mantenimiento como por los contratistas. Como gestión del departamento de mantenimiento se debe establecer previamente el tiempo que debe ser asignado a cada trabajo y llevar los registros de tiempo.

¹¹ Modelo gerencial Mtto edificios, pág. 32

*** Ordenes de trabajo**

Dentro de los documentos de trabajo que maneja el área de mantenimiento se encuentran las órdenes de trabajo y servicio, las cuales se deben diferenciar en su trámite y están soportadas dentro del software para la clasificación. El área de mantenimiento debe contar con los mecanismos para priorizar el trabajo y los mecanismos para ello deben estar definidos.

*** Repuestos**

Mantenimiento tiene que contar con los registros de las referencias de partes y repuestos para realizar un trabajo determinado como pre alistamiento. El sistema se debe actualizar cada vez que es necesario como modificaciones técnicas y adquisición de equipos. La solicitud de elementos para mantenimiento se realiza teniendo en cuenta la prioridad de los mismos. La solicitud se realiza por caja menor o solicitud al proveedor mediante órdenes de compra.

*** Programación general de los trabajos**

La programación se puede realizar en programas como Wind Project con procedimientos registrados y en cuanto a la ejecución de los trabajos el área de mantenimiento debe llevar las estadísticas del cumplimiento y eficiencia de labores y de los programas establecidos. La planeación de reparaciones

Mayores deben basarse bajo procedimientos definidos los cuales son registrados con anterioridad y se debe registrar la experiencia adquirida para futuras planeaciones.

*** Medidas de eficiencia**

El departamento de mantenimiento debe llevar cronológicamente las estadísticas de cumplimiento de trabajos realizados tanto a equipos como a

infraestructura. Estas medidas muestran la efectividad del trabajo realizado frente al trabajo programado.

2.5.1 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo es una filosofía, es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas y paros de producción, es una rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. La ejecución del mantenimiento tiene sus repercusiones (tabla 17)

El mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas; inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. La rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo. Las intervenciones periódicas tienen como objetivo:

- * Inspeccionar y mejorar el estado de la maquinaria.
- * Tomar acción antes de que los costos de las reparaciones sean demasiado altas.
- * Facilitar que las reparaciones se hagan en las mejores condiciones posibles.
- * Evitar el daño de piezas importantes.

En el mantenimiento preventivo se analizan las actividades planeadas de plazo intermedio y largo conducidas por el departamento de mantenimiento¹²

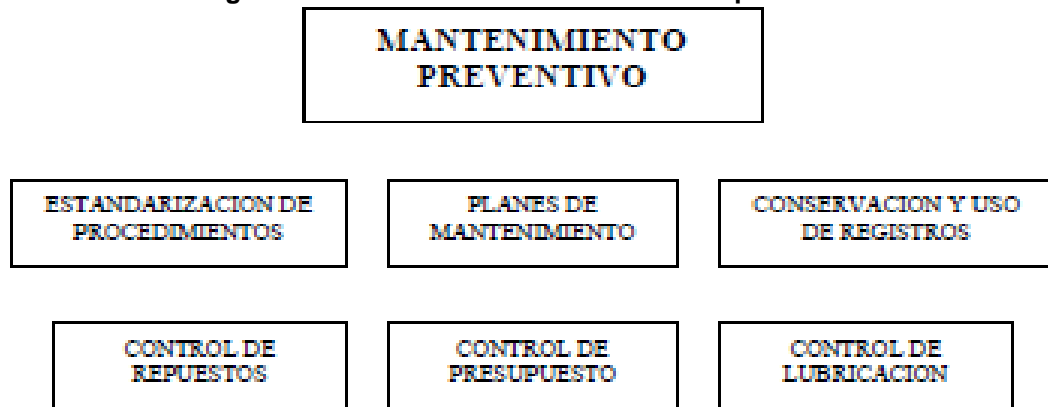
¹² Modelo Mto empresa Constructora de vías; pág. 35

Tabla 17; Mantenimiento Preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> ◇ Mayor vida útil de las maquinas. ◇ Aumenta su eficacia y calidad en el producto. ◇ Hay buena relación beneficio/costo. ◇ Incrementa la disponibilidad. ◇ Aumenta la seguridad operacional. ◇ Incrementa el cuidado del medio ambiente. ◇ El mantenimiento es proactivo. ◇ Las cargas de trabajo son repartidas. ◇ Hay estandarización de los procedimientos. ◇ Disminuyen los inventarios. ◇ Hay integración del área de mantenimiento con las demás. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Costo del accionar preventivo del plan. ◇ Problemas que se crean por los continuos desarmes afectando a los sistemas que de no haberse tocado estarían trabajando. ◇ Limitación de la vida útil de los elementos que se cambiaron. ◇ Un mantenimiento inepto hace que el equipo este expuesto a un daño potencial. ◇ Al haber alta producción el acceso al equipo es muy limitado.

Fuente: Modelo Mtto empresa Constructora de vías

Figura 56. Actividades del mantenimiento preventivo



2.5.2 Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo es una acción, también llamado mantenimiento reactivo, cuyo trabajo involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas y es el que se realiza únicamente cuando el equipo ya no funciona, se realiza la operación de mantenimiento y se desentiende del equipo hasta que nuevamente vuelva a fallar. El encargado de realizar este mantenimiento es una persona con un muy buen conocimiento del equipo y tiene el objetivo de restaurarlo. El convivir con el mantenimiento correctivo (figura 57) puede ocasionar demasiado daño a una organización¹³.

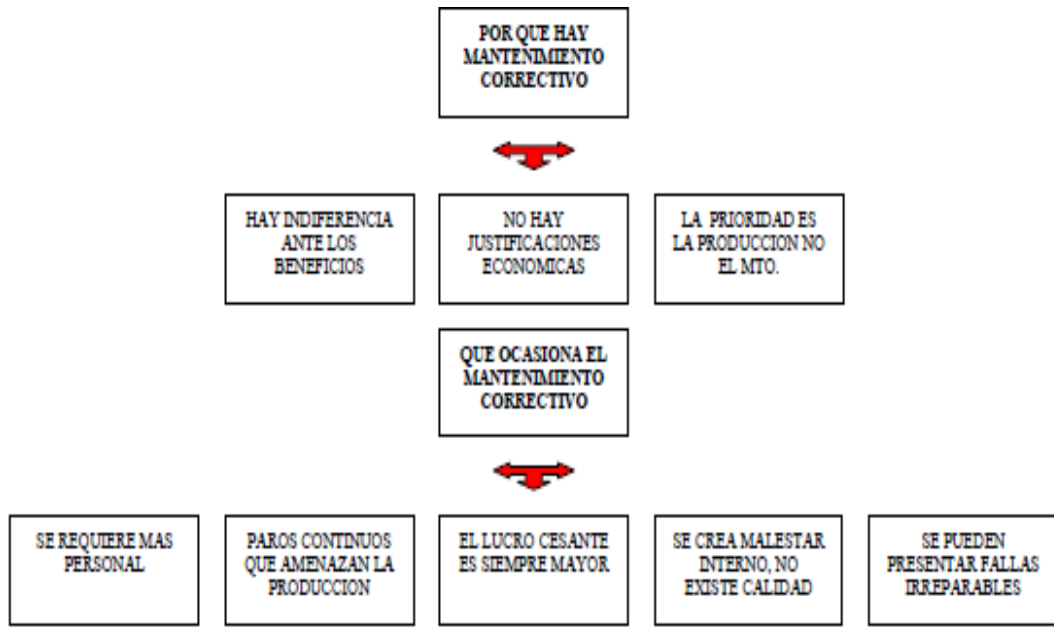
Las etapas a seguir cuando se presenta un problema de mantenimiento correctivo son:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.
- Supervisar las actividades por desarrollar.
- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

¹³ Modelo Mto Empresa Constructora de vías; pág. 34

El mantenimiento correctivo muchas veces es inevitable, así se haya implantado un programa de mantenimiento preventivo, ya que en cualquier momento se pueden presentar fallas que no fueron previstas¹⁴¹⁵.

Figura 57. Características del mantenimiento correctivo



2.5.3 Mantenimiento Predictivo.

Es un mantenimiento planificado y programado que se fundamenta en el análisis técnico, programas de inspección, ensayos no destructivos y reparación de equipos, el cual se adelanta al suceso de las fallas, es decir, es un mantenimiento que detecta las fallas potenciales con el sistema en funcionamiento.

Dentro de las pruebas que se pueden realizar están:

- ◆ De Desgaste: Para los aceites de lubricación y con espectrofotómetro.
- ◆ De Espesor: Con Ultrasonido.
- ◆ De Fracturas: con Rayos X y Tintas Penetrantes.
- ◆ De Ruido: Con Decibelímetro.
- ◆ De Vibraciones: Con Medidores de amplitud, fase y desplazamiento.

¹⁴ Modelo Gerencial Mantenimiento de infraestructura, pág. 34,35

¹⁵ Modelo Gerencial Mantenimiento Edificios, pág. 10

◆ De Temperatura: Con Rayos Infrarrojos¹⁶

El mantenimiento predictivo es un apoyo útil a las otras gestiones de mantenimiento, pues los métodos de evaluación de las condiciones de los equipos sin desmontajes ni paros, arrojan resultados altamente confiables.

Con los avances tecnológicos se hace más fácil detectar las fallas, ya que se cuenta con sistemas de vibraciones mecánicas, análisis de aceite, análisis de termografía infrarrojo, análisis de ultrasonido, monitoreos de condición, entre otras.

* **Análisis de vibraciones:** La vibración es un movimiento oscilatorio que se origina cuando un punto material que rota se desvía de su posición de equilibrio por acción de una fuerza, esto origina una tendencia a recuperarse con una fuerza proporcional a la que produjo dicha desviación. La vibración se comporta como una onda, y se propaga en dirección radial y axial, las ondas o vibraciones axiales van en sentido paralelo al eje y las radiales van perpendiculares a este; hay también vibraciones torsionales que tienen un sentido angular.

Las principales fallas que generan vibraciones son:

- Desequilibrio en el montaje o en la forma de las partes rotatorias.
- Desalineamiento de acoples y chumaceras.
- Rodamientos en mal estado.
- Problemas en engranajes.
- Defectos en elementos de transmisión de movimiento.
- Fuerzas electromagnéticas.
- Desajustes y fricciones.
- Mala lubricación.
- Fuerzas recíprocas.

¹⁶ Modelo Gerencial Mtto Edificios; pág. 12

Luego de tomar las mediciones, la información es descargada y analizada según la norma ISO 2372 sobre vibración mecánica de máquinas de 10 a 200 rev/s. Esta norma clasifica los equipos en cuatro clases según la tabla XXXX

Tabla 18. Clases de equipos rotativos 4

CLASE	CARACTERISTICAS
I	Máquinas de 0-15 Kw
II	Máquinas de 15-75 Kw
III	Máquinas de más de 75 Kw Con fundación rígida y frecuencia natural de las fundación por debajo de la velocidad de giro
IV	Máquinas de más de 75 Kw Con fundación flexible y frecuencia natural de las fundación por encima de la velocidad de giro

Según el valor encontrado de vibración se clasifican los resultados de cada equipo en cuatro niveles de severidad. Ver tabla 19.

Tabla 19. Niveles de severidad 5

CONDICION	DESCRIPCION
Bueno	El equipo se encuentra por debajo del límite de alarma y no hay que realizarse ningún tipo de mantenimiento
Satisfactorio	El equipo se encuentra por debajo del límite de alarma y empieza a manifestar algún tipo de problema pero no necesariamente amerita revisión.
Tolerable	El equipo se encuentra por debajo del límite de alarma y amerita revisión menor (puede conducir a inspección inmediata o control según criterio).
Inaceptable	El equipo se encuentra por encima del límite de alarma y necesita revisión inmediata (programar reparación antes de 24 horas).

* **Análisis de lubricantes**¹⁷: Se llama lubricante la sustancia capaz de disminuir el rozamiento entre dos superficies en movimiento. Sus fines son principalmente dos:

- Disminuir el coeficiente de rozamiento.

¹⁷ ICONTEC, Norma ISO 2372. pág. 6

- Actuar como medio disipador del calor producido.
- Disminuir el coeficiente de rozamiento.
- Actuar como medio disipador del calor producido.

Cada lubricante dentro de sus aplicaciones tiene unas características que deben cumplir¹⁸:

- * Viscosidad.
- * Gravedad específica y grados API.
- * Grados ISO.
- * Demulsibilidad y untuosidad.
- * Punto de inflamación y punto de combustión.
- * Punto de neutralización.
- * Poder anticorrosivo, antioxidante y detergente.

La ventaja del análisis de lubricantes es aumentar la vida útil de la grasa o aceite al evitar cambios prematuros; además de pronosticar fallas en el funcionamiento del equipo. Las casas fabricantes tienen un departamento de análisis de lubricantes con sus propios equipos y especialistas que ponen a

Disposición de los usuarios de sus productos gratuitamente. Las pruebas normalizadas de lubricantes (10) son las siguientes:

- * Gravedad Específica. Prueba ASTM D287-55.
- * Viscosidad. Prueba ASTM D88 y D445.
- * Punto de neutralización. Prueba ASTM D664-58.
- * Insolubilidad en pentano y benceno. Prueba ASTM D83-60T.
- * Demulsibilidad Prueba ASTM D1401 y D2711.
- * Punto de inflamación. Prueba ASTM D92-57.
- * Porcentaje de cenizas. Prueba ASTM D874.
- * Determinación del color. Prueba ASTM D1500-58T.

¹⁸ ICONTEC, Norma ISO 2372. Pág. 7

- * Análisis infrarrojo diferencial.
- * Espectrofotometría atómica.

* **Termografía Infrarrojo:** La termografía es un modo de inspección de equipos eléctricos y mecánicos mediante la obtención de imágenes de su distribución de temperatura. Este método de inspección se basa en que la mayoría de los componentes de un sistema muestran un incremento de temperatura en mal funcionamiento¹⁹.

El incremento de temperatura en un circuito eléctrico podría deberse a una mala conexión o problemas con un rodamiento en caso de equipos mecánicos²⁰. (1)

Observando el comportamiento térmico de los componentes pueden detectarse defectos y evaluar su severidad. La herramienta de inspección utilizada por los termógrafos es una cámara térmica que miden la emisión natural de radiación infrarroja procedente de un objeto y generan una imagen térmica. Las cámaras de termografía modernas son portátiles y de fácil manejo. Al no necesitar contacto físico con el sistema, las inspecciones pueden realizarse a pleno funcionamiento sin pérdida o reducción de productividad. (1)

* **Análisis por Ultrasonido:** Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano.

Ultrasonido pasivo: Es producido por mecanismos rotantes, fugas de fluido, pérdidas de vacío, y arcos eléctricos. Pudiéndose detectarlo mediante la tecnología apropiada.

El Ultrasonido permite:

¹⁹ Land Instruments International, 2004, Publication No: Training ThermographyV1/1104
www.monografias.com/trabajos mantenimiento-predictivo

²⁰ Land Instruments International, 2004, Publication No: Training ThermographyV1/1104
www.monografias.com/trabajos mantenimiento-predictivo

- * Detección de fricción en máquinas rotativas.
- * Detección de fallas y/o fugas en válvulas
- * Detección de fugas de fluidos.
- * Pérdidas de vacío.
- * Detección de "arco eléctrico".
- * Verificación de la integridad de juntas de recintos estancos.

Se denomina Ultrasonido Pasivo a la tecnología que permite captar el ultrasonido producido por diversas fuentes.

El sonido cuya frecuencia está por encima del rango de captación del oído humano (20-a-20.000 Hertz) se considera ultrasonido. Casi todas las fricciones mecánicas, arcos eléctricos y fugas de presión o vacío producen ultrasonido en un rango aproximado a los 40 KHz Frecuencia con características muy aprovechables en el Mantenimiento Predictivo, puesto que las ondas sonoras son de corta longitud atenuándose rápidamente sin producir rebotes. Por esta razón, el ruido ambiental por más intenso que sea, no interfiere en la detección del ultrasonido. Además, la alta direccionalidad del ultrasonido en 40 KHz. permite con rapidez y precisión la ubicación de la falla.

La aplicación del análisis por ultrasonido se hace indispensable especialmente en la detección de fallas existentes en equipos rotantes que giran a velocidades inferiores a las 300 RPM, donde la técnica de medición de vibraciones se transforma en un procedimiento ineficiente.

De modo que la medición de ultrasonido es en ocasiones complementaria con la medición de vibraciones, que se utiliza eficientemente sobre equipos rotantes que giran a velocidades superiores a las 300 RPM.

Al igual que en el resto del mundo industrializado, la actividad industrial en nuestro País tiene la imperiosa necesidad de lograr el perfil competitivo que le

permita insertarse en la economía globalizada. En consecuencia, toda tecnología orientada al ahorro de energía y/o mano de obra es de especial interés para cualquier Empresa

2.6 ANALISIS DE CRITICIDAD

El presente proyecto parte de la necesidad de crear planes de mantenimiento a infraestructura, Maquinaria Tipo Pesado y Alumbrado Público, para lo cual se requiere determinar los criterios bajo los cuales se seleccionan los equipos considerados críticos; para ello se utilizan las bases del Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM) para criticidad.

Los criterios de selección²¹¹³ se toman de acuerdo a:

- Sistemas con alto contenido de tareas o alto costo.
- Sistemas con mucho mantenimiento correctivo y alto costo.
- Combinación de las dos anteriores.
- Sistemas con contribución a salidas totales o parciales de producción.
- Sistemas altamente relacionados con aspectos de la seguridad ambiental.
- Sistemas altamente relacionados con aspectos de la seguridad personal.

La tabla 20 para análisis de criticidad muestra los diferentes criterios para evaluación con su respectiva calificación

En el modelo se debe hacer inicialmente una revisión completa de la documentación técnica de cada sistema o equipo a fin de entender su complejidad, se clasifica por sistemas de acuerdo a su función, se numeran los equipos de cada sistema asignando un consecutivo, se selecciona el criterio de decisión y la metodología para el análisis de impactos o consecuencias. Se

²¹ ORTIZ, Germán. CD Mantenimiento centrado en confiabilidad. MCC 3, pág 4, Bogotá 2003)

evalúan las posibles consecuencias de las fallas para cada equipo de acuerdo a los pesos de cada una de las categorías

Tabla 20. Análisis de criticidad¹²²⁴

FACTORES	DESCRIPCIÓN	SEVERIDAD
FRECUENCIA	1 en una semana (Frecuente)	4
	1 en un mes (Ocasional)	3
	1 en seis meses (Remota)	2
	1 en un año (Poco Probable)	1
FALLAS OCULTAS	No existe fallas ocultas que puedan ocasionar fallas múltiples	0
	Existe Baja Posibilidad de que el modo de Falla no sea detectada y que pueden ocasionar algunas fallas múltiples	1
	En Condición Normal Existe Posibilidad Media de fallas ocultas y que pueden ocasionar fallas múltiples	2
	Existe una Alta Posibilidad de fallas ocultas No detectada y que pueden ocasionar varias fallas múltiples	3
	Existen siempre fallas ocultas y que pueden ocasionar fallas múltiples o pérdida total del equipo	4
SEGURIDAD FISICA	No se afecta la seguridad física, Ningún impacto sobre personas	0
	Afecta a una Persona y es posible que genere incapacidad de tipo temporal	1
	Afecta de dos a cinco Personas y puede generar incapacidad de tipo temporal	2
	Afecta a más de cinco Personas y puede generar incapacidad de tipo temporal o permanente	3
	Genera incapacidad permanente o la muerte, a una o más Personas	4
MEDIO AMBIENTE	No Afecta el Medio Ambiente	0
	Contaminación leve y controlable. No daña el ecosistema	1
	Contaminación leve no controlable, afecta de manera leve el MA y reversible a corto plazo (menos de seis meses), Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema.	2
	Contaminación grave controlable, afecta la	3

²² ORTIZ, Germán. CD Mantenimiento centrado en confiabilidad. MCC 4, pág. 33-49, Bogotá 2003)

	disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema. Es reversible en menos de tres años	
	Contaminación grave no controlable, afecta los recursos sociales y el ecosistema. Es reversible en más de tres años o es irreversible	4
COSTOS DE REPARACION	Costos de reparación hasta \$1.000.000	0
	Costos de reparación hasta \$5.000.000	1
	Costos de reparación hasta \$10.000.000	2
	Costos de reparación hasta \$50.000.000	3
	Costos de reparación mayor \$100.000.000	4
IMPACTO OPERACIONAL	No genera ningún efecto significativo sobre las Obras	0
	Repercute en costos operacionales adicionales asociados a la disponibilidad.	1
	Impacta en niveles de calidad del servicio al cliente e inventarios	2
	Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	3
	Parada inmediata de toda las Obras	4
IMAGEN CORPORATIVA	No es trascendente	0
	La falla afecta la credibilidad de los clientes pero es reversible con explicaciones directas	1
	La falla afecta la credibilidad de los clientes pero es reversible con campañas con un valor inferior a \$10.000.000	2
	La falla afecta la credibilidad de los clientes pero es reversible con campañas con un valor inferior a \$50.000.000	3
	La falla afecta la credibilidad de los clientes, es reversible con campañas mayores a \$100.000.000, o es irreversible	4
EFECTOS EN LOS CLIENTES, CALIDAD	No afecta la imagen de la empresa, No hay reprocesos	0
	No afecta la imagen de la empresa, hay reprocesos en la Ejecución de las Obras	1
	Producto no conforme, Afecta la credibilidad de los clientes y entes reguladores	2
	Afecta la credibilidad de los clientes y entes reguladores, se debe recuperar la inversión con recursos propios < \$100.000.000	3
	Pérdida total de credibilidad por parte de los clientes y entes reguladores	4

Calificación de la criticidad: La metodología a seguir para la evaluación de criticidad se basa en la calificación de fallas potenciales de cada uno de los activos en base a las anteriores matrices

La clasificación de criticidad se da como resultado de la aplicación de la siguiente fórmula:

Consecuencia = (Impacto Operacional) + (Impacto a la Seguridad Física) + (Impacto al Medio Ambiente) + (Imagen Corporativa) + (Efectos en los Clientes) + (Costos de Reparación) + (Fallos Ocultos)

Consecuencia = IO+IS+IMA+IC+EC+CR+FO

Del puntaje total obtenido se aplica el siguiente criterio, ver tabla 16.

Tabla 21. Rangos para establecer criticidad.

CONSECUENCIA
>= 21 CATASTROFICO < 28
>=14 CRITICO <21
>7 SEMICRITICO <14
NO CRITICO =<7

- ◆ **Catastrófico:** Categoría donde se ubican las Obras en ejecución, que No continúan su proceso pues sus fallas provocan graves daños a la salud o medio ambiente, presenta vencimiento de plazos de construcción, pérdida de recursos financieros y demandas legales.
- ◆ **Crítico:** Categoría donde se ubican las Obras en ejecución, donde se puede llevar a cabo el proceso, teniendo en cuenta que las fallas pueden provocar en cualquier momento graves daños a la salud o medio ambiente y pérdida de recursos financieros e inconformidad del cliente.

♦ Semicrítico: Categoría donde se ubican las Obras en ejecución, donde se puede llevar a cabo el proceso, donde las fallas pueden ser controladas sin generar impactos a la salud o medio ambiente, hay recursos financieros y la programación fue alterada con un margen de seguridad.

♦ No Crítico: Categoría donde se ubican las Obras en ejecución, donde No hay fallas que generen grandes impactos a la salud o medio ambiente, hay recursos financieros y se cumple con la programación establecida.

La criticidad de la Consecuencia antes hallada será la pauta para definir la estrategia y prioridad del mantenimiento dentro de la Planeación y Programación. Esta será la entrada del proceso de confiabilidad para así determinar las prácticas de mantenimiento más adecuado.

Posteriormente, es necesario definir cualitativamente el riesgo, para así establecer el nivel de Aceptabilidad del componente o del sistema que se está tratando, una manera de expresar este valor es:

Riesgo = frecuencia X consecuencia

Frecuencia = # fallas en un tiempo determinado

Tabla 22. Matriz de Aceptabilidad

FRECUENCIA	%			
Frecuente (1 en una semana)	B	M	A	MA
Ocasional (1 en un mes)	B	B	M	A
Remota (1 en seis meses)	B	B	M	M
Poco Probable (1 en un año)	B	B	B	M
	No Crítico	Semicrítico	Crítico	Catastrófico
	CONSECUENCIA			

Tabla 23. Criterios de Aceptabilidad

CRITERIO	ACEPTABILIDAD
Aceptable	Mantenimiento en condiciones normales
Tolerable	Existen Fallas Controlables
Inaceptable	Existen Fallas primarias y secundarias no controladas
Inadmisible	Parada del Proceso

2.6.1 Disponibilidad. Se Define como La probabilidad de poder contar con un equipo cuando sea necesario y que este cumpla con los estándares de seguridad y confort.

Existen varias técnicas para determinar el valor de disponibilidad de un activo o un grupo de activos, las más empleadas son: Disponibilidad Genérica, Disponibilidad Inherente, Disponibilidad Alcanzada, Disponibilidad Operacional y Disponibilidad Operacional Generalizada. Se Considera para esta monografía emplear la Disponibilidad Operacional, donde se tiene en cuenta los tiempos logísticos y administrativos de demoras, en la gestión del mantenimiento y en la operación de equipos, antes o después de una intervención correctiva o planeada.

La disponibilidad operacional se expresa mediante la siguiente expresión

$$Disponibilidad\ Operacional = A_o = \frac{MTBM}{MTBM + M'} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

MTBM: (*Mean Time Between Maintenance*): es el tiempo medio entre mantenimientos, no solo para mantenimientos correctivos sino también para preventivos y predictivos.

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

MTBM_c: (Mean time between corrective maintenance): Tiempo medio entre mantenimientos correctivos.

MTBM_p: (Mean time between preventive maintenance): Tiempo medio entre mantenimientos preventivos.

M: (Mean Active Maintenance Time): es el tiempo medio de mantenimiento activo requerido para realizar cualquier tarea de mantenimiento, cabe mencionar que al momento de calcular este índice se debe tener en cuenta los LDT ya sean para las reparaciones correctivas o para los mantenimientos planeados.

$$\overline{M} = \frac{\frac{MTTR}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

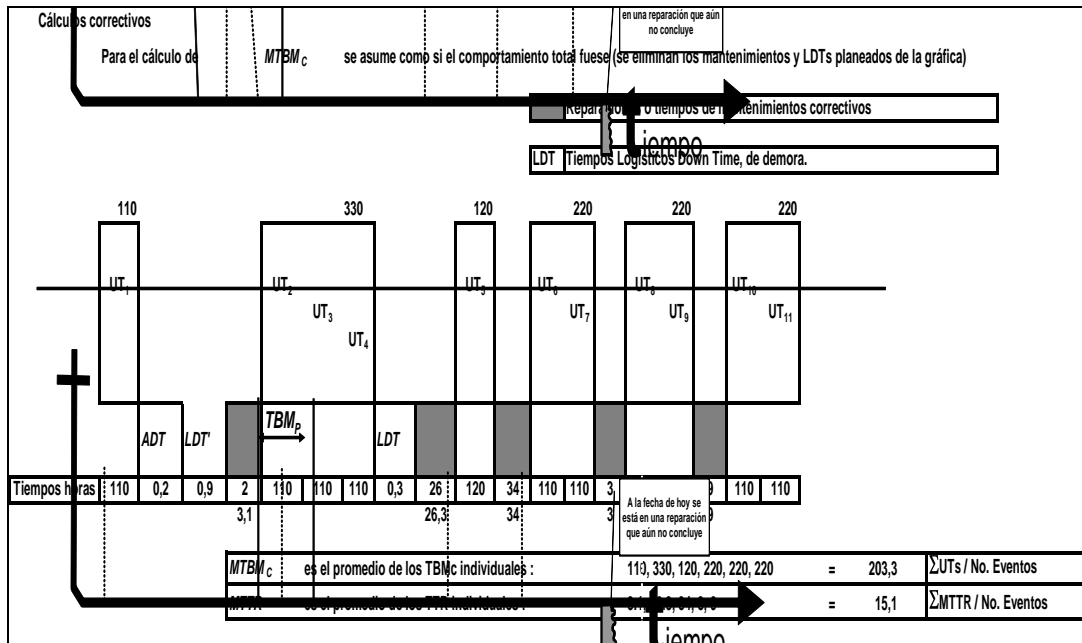
MTTR: (Mean time to repair) Tiempo neto medio para realizar reparaciones o mantenimientos correctivos, incluyendo demoras logísticas y retrasos administrativos.

M_p: Tiempo neto medio para ejecutar tareas proactivas de mantenimientos planeados.

En las siguientes graficas se muestra claramente cuales se consideran los tiempos de los **LDT¹** y los tiempos entre mantenimientos.

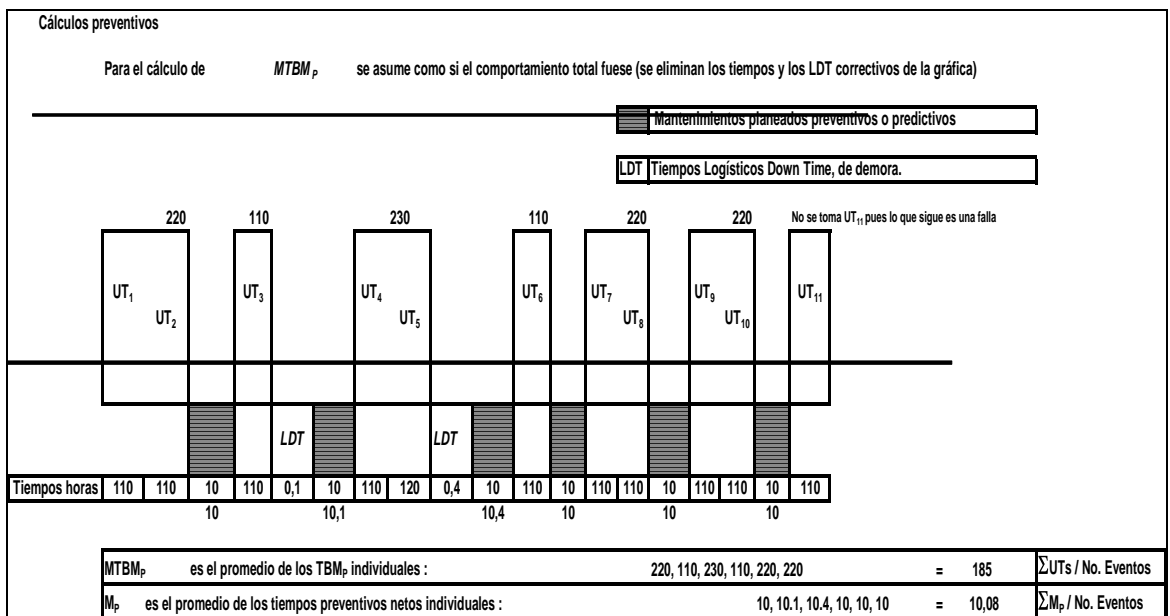
LDT: tiempos de demora por logística.

Figura 58. Calculo de correctivos



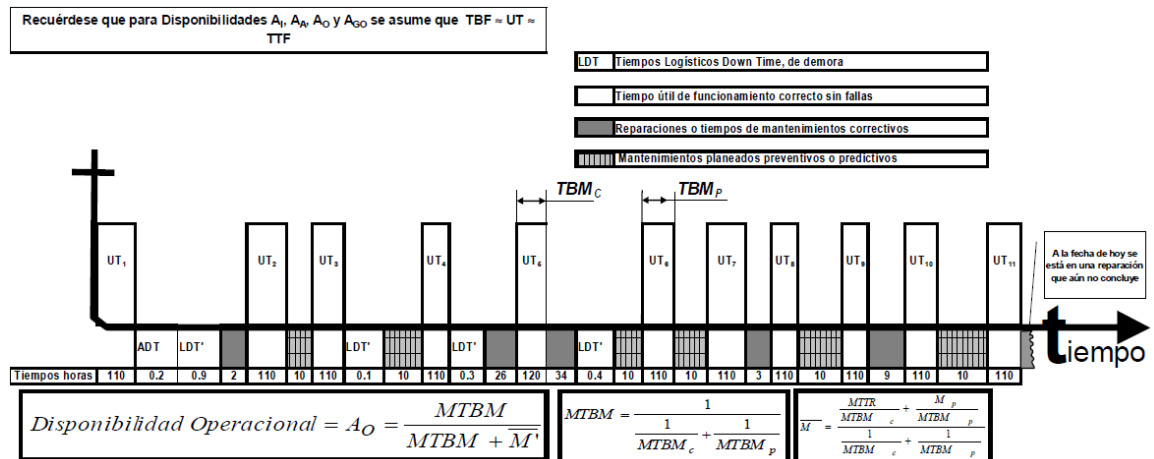
Fuente: "Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Luis Alberto Mora"

Figura 59. Calculo de preventivos



Fuente: "Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Luis Alberto Mora"

Figura 60. Cálculo de Disponibilidad Operacional



Fuente: “Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Luis Alberto Mora”

Recordemos que el objetivo es elevar el índice de disponibilidad de las Maquinarias y Equipos en las Obras Civiles y Eléctricas, y para tal efecto lo que debemos hacer es aumentar el valor de MTBM (confiabilidad) que se encuentra en el numerador y disminuir el valor de M (mantenibilidad) que está en el denominador, con esto nuestro índice denominado Disponibilidad va a tender a elevarse).

2.6.2 Confiabilidad. La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo. Si no hay fallas, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aún aceptable; pero si la frecuencia de fallas es muy alta, el equipo es poco confiable. Un equipo bien diseñado, perfectamente montado, correctamente probado y apropiadamente mantenido no debe fallar nunca (en teoría); sin embargo, la experiencia ha demostrado que incluso los equipos mejor diseñados, montados y mantenidos fallan alguna vez.

La confiabilidad está estrechamente relacionada con la calidad de un producto y es con frecuencia considerada un componente de esta. La calidad puede ser definida cualitativamente como la cantidad de satisfacción, de los requerimientos de los usuarios de un producto. La confiabilidad se interesa por

cuánto tiempo el producto continúa en funcionamiento después de entrar en operación. Una baja calidad del producto implica una disminución de su confiabilidad, de la misma manera que una calidad alta implica una confiabilidad elevada.

La Confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales es diseñado, durante un período de tiempo especificado y bajo las condiciones normales de operación, ambientales y del entorno

La definición de confiabilidad muestra que existen cuatro características que definen su estructura: probabilidad, desempeño satisfactorio, período y condiciones específicas:

2.6.2.1 Probabilidad. Las mediciones de CM (Confiabilidad, Mantenibilidad) se hacen en términos de probabilidad, la cual se define en forma clásica como el resultado de dividir el número de veces de los casos estudiados (intentos o eventos, favorables o no) entre el número total posible de casos (intentos o eventos); en la medida que la cantidad de intentos o casos posibles sea mayor la probabilidad se vuelve más exacta y cercana al valor real. Por ejemplo, la probabilidad de un desempeño eficaz durante 80 horas de 0.75 (o 75%), indica que el equipo funciona satisfactoriamente 75 veces de 100 ensayos por al menos 80 horas.

2.6.2.2 Desempeño satisfactorio. Este indica que se deben establecer criterios específicos para describir lo que es considerado como una operación satisfactoria. Una combinación de factores cualitativos y cuantitativos definen las funciones que el sistema (equipo) debe lograr, usualmente son las especificaciones del sistema. Implica además conocer cuándo el equipo falla y ya no se desempeña satisfactoriamente. Para un automóvil, por ejemplo, un adecuado nivel de satisfacción es que se pueda desplazar, si es así, el auto se

desempeña satisfactoriamente, aún si su radio se daña o ciertas luces no funcionan.

2.6.2.3 Período. Es la variable aleatoria de la definición de confiabilidad y se refiere a la duración del funcionamiento o duración de vida; no necesariamente tiene que ser dado en horas, días, meses o años; de acuerdo con el sistema, el tiempo puede ser medido por un reloj, el tiempo exacto de operación, el número de ciclos de operación o incluso en otras medidas como kilómetros recorridos, como es el caso de las llantas de un automóvil. El análisis de dicha variable aleatoria implica el uso de las distribuciones de probabilidad que deben ser modelos razonables de la dispersión de los tiempos de vida.

2.6.2.4 Condiciones de operación. Son las condiciones en las que se espera que el equipo funcione, y constituyen el cuarto elemento relevante de la definición básica de confiabilidad; incluyen factores como ubicación geográfica donde se espera que el equipo opere, el medio ambiente, vibraciones, transporte, almacenamiento, empaque, cantidad de la carga, etc.

La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo no falle en servicio y este concepto es caracterizado por el tiempo promedio entre fallas (MTBF).

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de puestas en servicio}}$$

2.6.3 Mantenibilidad. Se le denomina mantenibilidad, a la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, pueda regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación que implica la realización de unas tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción. La normalidad del sistema al ser restaurado puede referirse a su cuerpo como a su función.

Se asume que para restaurar el nivel de confianza de funcionalidad al equipo, la reparación se hace con: personal adecuado con las habilidades necesarias y las herramientas adecuadas, con los datos e información técnica pertinente, con las características específicas de la función del equipo, con el conocimiento de los factores ambientales y de entorno que requiere el equipo para funcionar normalmente, con unos períodos de tiempo normales ya conocidos para realizar las tareas específicas de mantenimiento.

La mantenibilidad se asocia a la facilidad con que un elemento o dispositivo puede ser restaurado a sus condiciones de funcionalidad establecidas, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos previos que ocurren antes de haber alcanzado ese estado de normalidad, tales como: el diseño, el montaje, la operación, las habilidades de los operarios, las modificaciones realizadas, las reparaciones anteriores, la capacidad de operación, la confiabilidad, los mantenimientos realizados a lo largo y ancho de la vida útil del equipo, el entorno, la legislación pertinente, la calidad de los repuestos, la limpieza, el impacto ambiental que genera, etc. influyen directamente en el grado de mantenibilidad de un equipo.

En general la forma más clara de medir la mantenibilidad es en términos de los tiempos empleados en las diferentes restauraciones, reparaciones o realización de las tareas de mantenimiento requeridas para llevar nuevamente el elemento o equipo a su estado de funcionalidad y normalidad. La mantenibilidad expresa la capacidad con que un equipo se deja mantener para ser regresado a su estado de referencia. El mantenimiento son las acciones concretas que se realizan para mejorar la mantenibilidad, siendo esta última la calificación de cómo se realiza el mantenimiento.

En general hasta el momento se puede afirmar que la confiabilidad permite establecer y medir cómo actúa el área de producción en la administración y explotación de los equipos para generar bienes y servicios y, por otro lado la mantenibilidad evalúa la gestión y operación del mantenimiento que se realiza

a esos elementos o máquinas. La disponibilidad es el adjetivo calificativo integral de las dos áreas (producción y mantenimiento, actuando conjuntamente), como de otras divisiones de la empresa; mide la obtención de productos y bienes intangibles de la empresa en general. La confiabilidad es responsabilidad de producción, la mantenibilidad es compromiso de mantenimiento y la disponibilidad es encargo de la gerencia o dirección que está por encima de ambas y que abarca probablemente otras áreas de la compañía.

La forma en que se pueden reducir los costos de mantenimiento se enfoca en dos ambientes: en la confiabilidad, buscando garantizar el nivel de funcionalidad y fiabilidad del equipo, ampliando los tiempos entre mantenimientos planeados; y por otro lado en la mantenibilidad contribuye a disminuir los tiempos de reparaciones y servir de base para el análisis de fallas FMECA en la erradicación de las fuentes de paradas imprevistas y fallas.

La Mantenibilidad puede expresarse como la probabilidad de que un equipo que ha fallado pueda ser reparado dentro de un período dado de tiempo, que puede ser caracterizado por el tiempo promedio para intervenir (MTTR).

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo de no funcionamiento}}{\text{Nº de intervenciones de mantenimiento}}$$

Puede expresarse también como el tiempo de falla promedio.

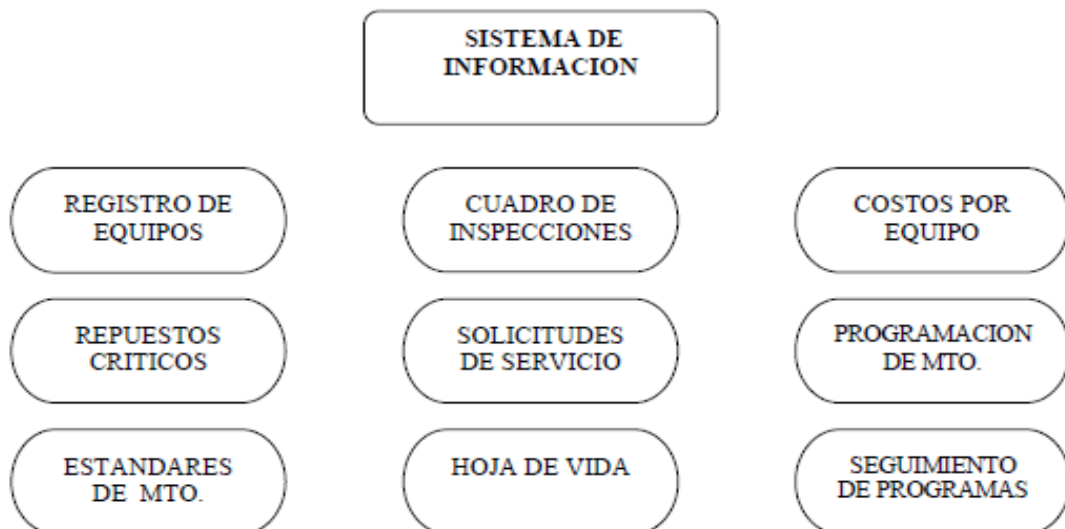
$$\text{Tfp} = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Nº de fallas}}$$

3. SISTEMA DE INFORMACION

Un Sistema de información es el compendio de todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener la organización en funcionamiento, con retroalimentación a través de su propia producción de información y a través de generación de información externa a ella, ejerciendo control de los parámetros vitales de la misma²³. (1)

Una muy buena gestión del mantenimiento solo puede ser posible con un excelente sistema de información que lo apoye; además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento.

Figura 61. Elementos del sistema de información.



3.1. RECOPIACION INFORMACION PARA MODELO GERENCIAL DEL TALLER MUNICIPAL DE LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA

Un soporte indispensable en el desarrollo de la gestión para el modelo lo constituiría sin duda alguna un sistema de información, el cual debe ser

²³ Pinilla Celis Pablo Emilio. Sistemas de Información. Especialización en gerencia de mantenimiento.

estructurado de tal forma que se convierta en una herramienta efectiva en el momento que se requiera contar con información específica de carácter técnico, administrativo y financiero.

La complejidad en el marco operativo industrial de la función del mantenimiento se debe básicamente a la inmensidad de circunstancias; de ahí que en mantenimiento exista la imperiosa necesidad de hablar del Sistema de Información como el mejor camino para la solución eficiente de la problemática diaria de la gestión integral de mantenimiento, visto siempre como ente de servicio, hacia los fines productivos de la organización.

La parametrización del sistema de información debe contemplar aspectos tales como la planeación, presupuestación, programación, ejecución, registro histórico y evaluación permanente sobre toda actividad de mantenimiento, de forma tal que con la información que de este se obtenga, puedan los directores o jefes de mantenimiento, tomar decisiones acertadas sobre rendimientos, rentabilidad, reposición de equipos y la aplicación de variados indicadores de gestión. Además de lo anterior, debe considerar el análisis y diseño y/o selección de un sistema de información de mantenimiento, que soporte la función logística de las diversas áreas involucradas en el mantenimiento, recopilando y procesando toda la información pertinente a las actividades relacionadas.

En síntesis el sistema de información debe garantizar un eficiente manejo de la información sobre la historia de mantenimiento, desde donde es posible generar reportes periódicos sobre índices, tendencias, comportamiento de equipos, fallas más frecuentes, costos por muy variados, conceptos de agrupamiento, proyecciones para presupuestos, detalle y resumen de repuestos consumidos y mucho más. Además como apoyo en los procesos de conservación de energía, eliminación de fugas, reducción de accidentes, incremento de la seguridad, reducción de la contaminación, etc., todo esto para el logro integral de una mejora continua. (42)

Por lo tanto en este modelo se propone un sistema de información para la gestión de mantenimiento de la alcaldía de Bucaramanga, el cual servirá de referencia para las ejecuciones de los mantenimientos.

IDENTIFICACION

Este módulo relaciona la identificación de equipos pesados de la Alcaldía de Bucaramanga pertenecientes al taller municipal como son su casa fabricante, sus características principales, partes de repuestos requeridos para mantenimientos, entre otros.

A continuación se nombran algunos de los fabricantes de los equipos con que cuenta la Alcaldía de Bucaramanga:

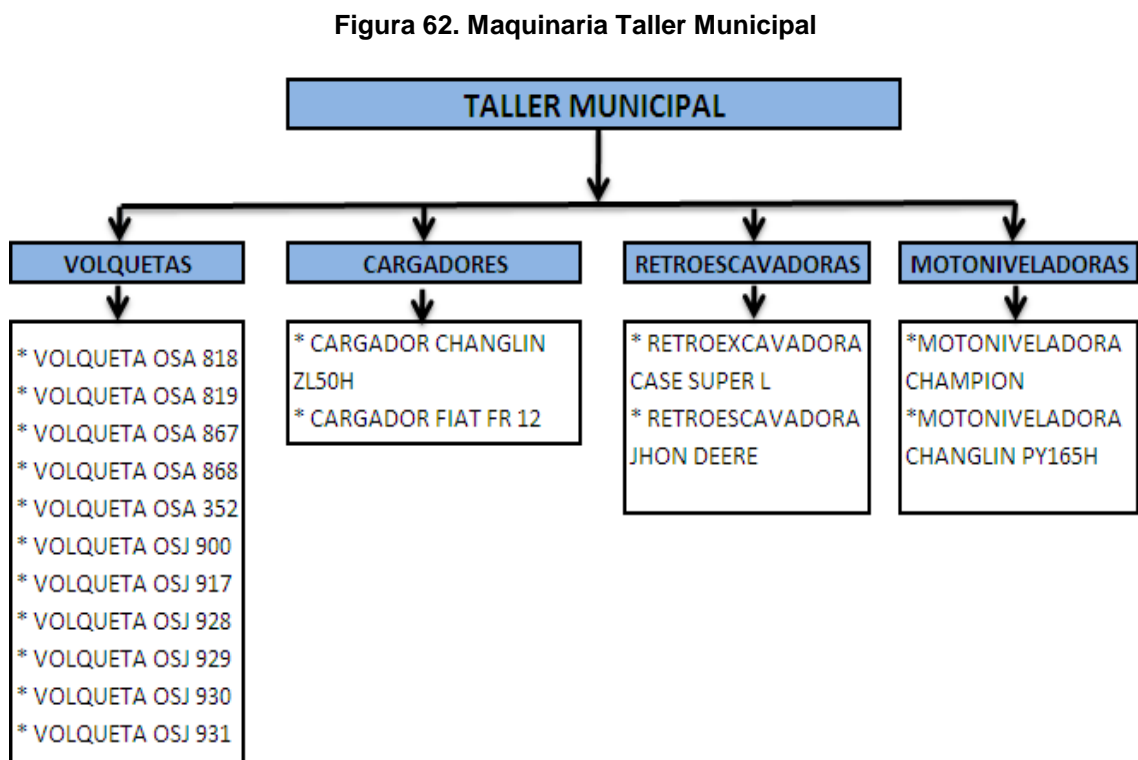
Entre los fabricantes existentes en la maquinaria están:

- * KODIAK OSA 818
- * KODIAK OSA 819
- * CHEVROLET-FVR-OSA 867
- * CHEVROLET FVR-OSA 868
- * INTERNATIONAL OSA 352
- * CHEVROLET C-70 OSJ 900
- * CHEVROLET C70-OSJ 917
- * CHEVROLET C-70 OSJ 928
- * CHEVROLET C70-OSJ 929
- * CHEVROLET C-70 OSJ 930
- * CHANGLIN KOMATSU ZL50H
- * FIAT ALLIS
- * CASE SUPER L 580
- * JHON DEERE 310 SG
- * CHAMPION 710
- * CHANGLIN PY 165 H
- * CAT CB 214 B - 6LFO752

Entre los Proveedores de Luminarias Existentes para Alumbrado Público están:

- * PHILIPS
- * SYLVANIA
- * ROY ALPHA
- * GENERAL ELECTRIC
- * SCHREDER
- * OSRAM
- * ORNALUX
- * TOSHIBA
- * GLAMOX
- * LIGHTRONICS

Distribución de Equipos en el Taller Municipal:



A continuación se consolida algunos listado de partes requeridos en los equipos:

Tabla 24. Volqueta Kodiak OSA 818

VOLQUETA KODIAK OSA 818		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	8 Galones Diesel 15W 40 CI	Volqueta Chevrolet KODIAK modelo 2008
Cambio de Filtro de Aire	1 EXTERNO. 1 INTERNO	AP2863-AP3501
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-67
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-1R0751. 1. A-5813	1. A-1R0751. 1. A-5813
Engrase general	2 Libras	Grasa Multipropósito
Cambio Valvulina de la Transmisión	4 Galones Valvulina 140	Emulsionada Mayo de 2010
Llantas delanteras con poco labrado	2	Diámetro 1100/20 CT 150 delanteras con tubo y protector
Llantas traseras poco labrado	4	Diámetro 1100/20 supercordillerana traseras con tubo y protector
Llanta Repuesto Inservible	1	Diámetro 1100/20
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico

Fuente: Autores

Tabla 25. Volqueta Kodiak OSA 819

VOLQUETA KODIAK OSA 819		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	8 Galones Diesel 15W 40 CI	Volqueta Chevrolet KODIAK modelo 2008
Cambio de Filtro de Aire	1 EXTERNO. 1 INTERNO	AP2863-AP3501
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-67
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-1R0751. 1. A-5813	1. A-1R0751. 1. A-5813
Engrase general	2 Libras	Grasa Amarilla Multipropósito
Cambio Valvulina de la Transmisión	4 Galones Valvulina 140	
Llantas delanteras con poco labrado	2	Diámetro 1100/20
Llantas traseras poco labrado	4	Diámetro 1100/20
Llanta Repuesto Inservible	1	Diámetro 1100/20
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico

Fuente: Autores

Tabla 26. Volqueta Chevrolet FVR - 2010

CHEVROLET-FVR-OSA 867		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	4 Galones Diesel 15W 40 CI	VOLQUETA CHEVROLET-FVR-MODELO 2010
Cambio de Filtro de Aire	1.-AP5021	
Cambio de Filtro de Aceite	1.- P553000	
Cambio de Filtro de Combustible	PSS1329-FS1242	
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico
Llantas	6 Llantas	(4)Diámetro 12R 22.5 G 677 traseras sellomatic (2) 12R 22.5 G 658 delanteras sellomatic
Disco de Embrague	1. Empaste	CHEVROLET FVR 2010
Prensa de Embrague	1. Calibración, Reconstrucción	
Collarín del Embrague	1	
Cepillado de Volante	1	

Fuente: Autores

Tabla 27. Volqueta International OSA 352

VOLQUETA INTERNATIONAL OSA 352		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	4 Galones Diesel 15W 40 CI	MOTOR DT466 VOLQUETA INTERNATIONAL OSA 352
Cambio de Filtro de Aire	1. MAM 2521. 1 MAM 2522	1. MAM 2521. 1 MAM 2522
Cambio de Filtro de Aceite	1	A408
Cambio de Filtro de Combustible	1 A-588. 1 A-1545	1 A-588. 1 A-1545
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Llantas delanteras con poco labrado	2	4a.Diámetro1100/20
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	4	4b.Diámetro1100/20
Llanta Repuesto Inservible	1	4b.Diámetro1100/20
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico
Reparación y suministro repuestos para el Motor de Arranque		MOTOR DT466 VOLQUETA INTERNATIONAL

Fuente: Autores

Tabla 28. Volqueta Chevrolet C-70 OSJ 917

CHEVROLET C70-OSJ 917		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina	Motor Chevrolet C-70 modelo 84
Cambio de Filtro de Aire	1	MAM 2526
Cambio de Filtro de Aceite	2	A-11
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-96C. 1. A-97C	1. A-96C. 1. A-97C
Reemplazo de llantas delanteras(sin labrado)	1	Diámetro 1000/20
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	2	Diámetro 1000/20
Reemplazo de llanta de repuesto(sin labrado)	1	Diámetro 1000/20
Engrase General	2 Libras	Grasa amarilla Multipropósito
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico

Fuente: Autores

Tabla 29. Volqueta Chevrolet C-70 900

CHEVROLET C-70 OSJ 900		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina
Cambio de Filtro de Aire	1	MAM 2526
Cambio de Filtro de Aceite	2	A-11
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-96C. 1. A-97C	1. A-96C. 1. A-97C
Engrase General	2 Libras	Grasa Amarilla Multipropósito
Sistema de dirección revisar y reparar	1	
Reemplazo de llantas delanteras(sin labrado)	2	4b.Diámetro 1000/20
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	4	Diámetro 1000/20
Reemplazar llanta de repuesto	1	4e.Diámetro 1000/20
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico
Disco de Embrague cobrizado 14" X 1 3/4" 6T	1	14" X 1 3/4" 6T
Prensa de Embrague 14" PT Calibración y arreglo general	1	14" PT Calibración y arreglo general

Fuente: Autores

Tabla 30. Volqueta C-70 OSJ 928

CHEVROLET C-70 OSJ 928		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina
Cambio de Filtro de Aire	1	MAM 2526
Cambio de Filtro de Aceite	2	A-11
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-96C. 1. A-97C	1. A-96C. 1. A-97C
Engrase General	2 Libras	Grasa Amarilla Multipropósito
Sistema de dirección revisar y reparar	1	
Reemplazo de llantas delanteras(sin labrado)	2	4b.Diámetro 1000/20
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	4	Diámetro 1000/20
Reemplazar llanta de repuesto	1	4e.Diámetro 1000/20
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico

Fuente: Autores

Tabla 31. Volqueta Chevrolet C-70 OSJ 930

CHEVROLET C-70 OSJ 930		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina	3 Galones Aceite 15w 40 Motor a Gasolina
Cambio de Filtro de Aire	1	MAM 2526
Cambio de Filtro de Aceite	2	A-11
Cambio de Filtro de Combustible	1. A-96C. 1. A-97C	1. A-96C. 1. A-97C
Engrase General	2 Libras	Grasa Amarilla Multipropósito
Hidráulico para volteo y Dirección Hidráulica	5 Galones	Aceite Hidráulico
Disco de Embrague cobrizado 14" X 1 3/4" 6T	1	14" X 1 3/4" 6T
Prensa de embrague 14" PT Calibración y arreglo general	1	14" PT Calibración y arreglo general

Fuente: Autores

Tabla 32. Cargador Changlin KMATSU z150H

CARGADOR CHANGLIN KOMATSU ZL50H		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	7 Galones Diesel 15W 40 CI	Motor Cummins Diesel 6CTAA 8,3/c6121
Cambio de Filtro de Aire	1-EXTERNO AP 5021. -INTERNO AP5125	Motor Cummins Diesel 6CTAA 8,3/c6121-1- EXTERNO AP 5021. -INTERNO AP5125
Cambio de Filtro de Aceite	1- A 205	LF – 3000
Cambio de Filtro de Combustible	3(Diferentes Referencias) A-1C. - PM 194-O	FS - 1280, FF-42000, FS – 1242
Filtro del Agua	1	WF – 2071
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Aceite para Convertidor de Caja de Engranajes	12 Galones	Cummins 6CT AA 8.3-C215
Aceite para Sistema Hidráulico	48 Galones	
Aceite para Eje Trasero y Delantero de Transmisión	11 Galones	
Aceite para Caja de Balance	10 Galones	
Llantas	4 Llantas	Tamaño del neumático 23.5-25-16PR
Dientes de cucharón	7 (2 Esquineros, 5 centrales) 9W8459-8E6464	9W8459-8E6464

Fuente: Autores

Tabla 33. Cargador Fiat ATLLIS

CARGADOR FIAT ALLIS		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	7 Galones Diesel 15W 40 CI	CARGADOR FIAT ALLIS
Cambio de Filtro de Aire	1EXTERNO MAM3653. 1 INTERNO MAM 3654	1EXTERNO MAM3653. 1 INTERNO MAM 3654
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-349
Cambio de Filtro de Combustible	1. PF312 - 1. A 4618310	1. PF312 - 1. A 4618310
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Llantas delanteras con poco labrado	2	4a.Diámetro 17.5 x 25
Reemplazo de llantas traseras(sin labrado)	2	4b.Diámetro 17.5 x 25
Aceite Hidráulico para Sistema Hidráulica	15 Galones	Aceite Hidráulico

Fuente: Autores

Tabla 34. Retroexcavadora CASE SUPER L580

RETROEXCAVADORA CASE SUPER L 580		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	6 Galones Diesel 15W 40 CI	RETROEXCAVADORA CASE SUPER L
Cambio de Filtro de Aire	1. Externo MAM 3542 - 1.Interno MAM 3543	
Cambio de Filtro de Aceite	1.-A 427 o LF 3345	
Cambio de Filtro de Combustible	1.LFF 8062. 1.BF 1052 o A-243004	
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Llantas delanteras sin labrado	2	Diámetro 12-16.5
Llantas traseras sin labrado	2	Diámetro 19.5L-24
Aceite Hidráulico para Sistema Hidráulica	15 Galones	Aceite Hidráulico
Cinco (5) dientes para el balde del boom.		Dientes Roquero

Fuente: Autores

Tabla 35. Motoniveladora Champion 710

MOTONIVELADORA CHAMPION 710		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	8 Galones Diesel 15W 40 CI	MOTONIVELADORA CHAMPION 710
Cambio de Filtro de Aire	1.-EXTERNO MAM 2426 -1. MAM 2427	1.-EXTERNO MAM 2426 - 1. MAM 2427
Cambio de Filtro de Aceite	1	A-339
Cambio de Filtro de Combustible	1	P551329
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Llantas delanteras con poco labrado	2	Diámetro113.00/24
Llantas traseras poco labrado	4	Diámetro113.00/24
Cuchillas de Corte	2	(trece huecos)
Tornillos (Grado 8)	10	Diámetro ¾" x 2 ½"

Fuente: Autores

Tabla 36. Motoniveladora Changlin PY 165 H

MOTONIVELADORA CHANGLIN PY 165 H		
ELEMENTOS O REPARACIONES SOLICITADAS	CANTIDAD	REFERENCIA Y/O DETALLES
Cambio de aceite	7 Galones Diesel 15W 40 CI	MOTONIVELADORA CHANGLIN PY 165 H – MODELO 2010 Motor Cummins 6BT5.9-C168
Cambio de Filtro de Aire	1.-P828889	
Cambio de Filtro de Aceite	1.P553000	
Cambio de Filtro de Combustible	1. 5513291.- P553004.-	
Engrase general	2 Libras	Grasa amarilla multipropósito
Filtro del Agua	1.LFW 4071	MOTONIVELADORA CHANGLIN PY 165 H – MODELO 2010 Motor Cummins 6BT5.9-C168
Aceite para Convertidor de Caja	12 Galones	
Aceite para Sistema Hidráulico	20 Galones	
Aceite para Eje Trasero	5 Galones	
Aceite para Caja de Balance	23 Galones	
Llantas	6 Llantas	Diámetro o Tamaño 17.5-25-12PR
Cuchillas de Corte	2	(trece huecos)
Tornillos (Grado 8)	10	Diámetro ¾" x 2 ½"
Baterías 120 Amperios	2	120 Amperios

Fuente: Autores

Tabla 37. Retroexcavadora Jhon Deer 310 J

PIEZAS REQUERIDAS							
Descripción	Número de pieza	Mantenimiento inicial ¹ - 250 horas	Cada 250 horas	Cada 500 horas	Cada 1000 horas	Cada 2000 horas	Cada 6000 horas
Filtro de aceite de motor	RE541420	1		1	1	1	1
Filtro primario combust. (motor Tier 3/Fase IIIA)	RE529643			1	1	1	1
Filtro final de combustible (motor Tier 3/Fase IIIA)	RE522878			1	1	1	1
Filtro final de combustible (motor Tier 2/Fase II)	RE509031			1	1	1	1
Filtro de comb. auxiliar/separador de agua (si lo tiene)	AT365870			1	1	1	1
Filtro de aceite hidráulico	AT308274				1	1	1
Respiradero del depósito hidráulico	AT101565				1	1	1
Filtro primario de aire (motor Tier 3/Fase IIIA)	AT332908				1	1	1
Filtro de aire primario (motor Tier 2/Fase IIA)	KV16429				1	1	1
Filtro de aire secundario (motor Tier 3/Fase IIIA)	AT332909				1	1	1
Filtro de aire secundario (motor Tier 2/Fase IIA)	AT171854				1	1	1
Respiradero de combustible	AM107314				1	1	1
Filtro de aceite de transmisión	AT179323				1	1	1
Empaquetadura del eje de balancines	R123542					1	1
Filtro de aire fresco de cabina	AT191102	Según se requiera					
Filtro de aire recirculado de cabina	AT184590	Según se requiera					
Prolongador de refrigerante	TY26603	Según se requiera					
COOL-GARD™ II premezclado:							
Motor Tier 2/Fase II	TY26575						21,0 l (5.5 gal)
Motor Tier 3/Fase IIIA	TY26575						25,0 l (6.6 gal)
Aceite de motor John Deere PLUS-50™ II	TY26674 ²	13,0 l (3.5 gal)		13,0 l (3.5 gal)	13,0 l (3.5 gal)	13,0 l (3.5 gal)	13,0 l (3.5 gal)
Aceite de transmisión HY-GARD™:							
Aceite de transmisión	TY6354 ²				15,0 l (4.0 gal)	15,0 l (4.0 gal)	15,0 l (4.0 gal)
Aceite del eje delantero y planetarios (TDM)	TY6354 ²					8,5 l (2.25 gal)	8,5 l (2.25 gal)
Aceite de eje trasero y caja de planetarios	TY6354 ²					18,0 l (4.8 gal)	18,0 l (4.8 gal)
Aceite hidráulico John Deere PLUS-50™	TY6389 ²					39,0 l (10.3 gal)	39,0 l (10.3 gal)
Juegos de análisis de fluidos³							
Aceite para motores diesel	AT317904		1	1	1	1	1
Aceite hidráulico	AT303189			1	1	1	1
Aceite de transmisión y eje trasero	AT303189			2	2	2	2
Combustible diesel	AT180344			1	1	1	1
Refrigerante del motor	AT183016			1	1	1	1
Tiras prueba COOL-GARD™ II	TY26605				1	1	1

Fuente: Plan Básico de Mantenimiento Jhon Deer

Para este tipo de Retroexcavadora de Jhon Deer se propone el siguiente plan de mantenimiento básico, según recomendación de fabricante:

Tabla 38. Plan Mantenimiento Básico Retroexcavadora de Jhon Deer

Según se requiera	
• Inspección de neumáticos y revisión de su inflado	• Limpieza o sustitución de elementos del filtro de aire del motor
• Revisión de los sujetadores de las ruedas	• Engrase de estrías de eje impulsor de TDM (si la tiene)
• Vaciado de agua y sedimentos de los separadores de agua	• Engrase cojinetes ruedas delanteras no motrices (si las tiene)
• Revisión o vaciado separador agua filtro comb. aux. (si lo tiene)	• Adición prolongador refrigerante según las tiras COOL-GARD II
• Engr. pletinas desgaste patas de estabiliz. (sólo 315SJ y 325J)	• Engrase bastidor de desplazamiento lateral (sólo 315SJ y 325J)
• Limpieza o sustitución de filtros de aire fresco y de aire recirculado de la cabina (si los tiene)	
Cada 10 horas o diariamente	
• Revisión del nivel de aceite del depósito hidráulico	• Engrase aguilón, cilindros empuje y pivotes de retroexcavadora
• Revisión del nivel de aceite del motor	• Engrase de cilindro y pivotes del cucharón de la retroexcavadora
• Revisión del nivel de refrigerante	• Engrase de cilindro de giro y pivotes de retroexcavadora
• Inspección de tazones de separador de combustible/agua	• Engrase de juntas universales eje delantero con TDM (si tiene)
• Engrase de los puntos de pivote de la cargadora	• Engrase pivotes de dirección de eje delantero no motriz (si tiene)
• Engrase de acoplador rápido de cargadora (si lo tiene)	• Engrase de pivotes de cucharón de uso universal (si lo tiene)
• Engrase de pasador de pivote del eje delantero	• Engr. puntos pivote retroexcavadora y extremos varillas cilindros
• Engrase de pivotes de estabilizadores y pasadores de cilindros	• Engrase de acoplador de retroexcavadora (si lo tiene)
• Engr. pivotes horquilla cucharón cargadora (si tiene) (sólo 325J)	• Engr. gato mecánico de acoplador de retroexcavadora (si tiene)
Cada 50 horas	
• Revisión del nivel de aceite de la transmisión	• Engrase adaptadores de acoplador de retroexcavadora (si tiene)
Mantenimiento inicial—250 horas ¹	
• Cambio del aceite de rodaje del motor y filtro	
Cada 250 horas	
• Revisión nivel aceite de caja de planetarios de TDM (si tiene)	• Revisión del nivel de aceite del eje trasero
• Revisión nivel aceite de caja de eje delantero con TDM (si tiene)	• Muestreo de aceite del motor
• Revisión nivel electrolito de baterías; limpieza y apriete de bornes	
Cada 500 horas	
• Revisión de la manguera de admisión de aire	• Limpieza del tubo del respiradero del cárter del motor
• Revisión par apriete del perno entre aguilón y pasador del brazo	• Muestreo de aceite de eje trasero
• Vacado de agua y sedimentos del depósito de combustible	• Muestreo de combustible diesel
• Cambio del aceite del motor y filtro	• Muestreo de aceite de transmisión
• Sustitución de los filtros de combustible	• Muestreo de aceite hidráulico
• Cambio separador agua de filtro auxiliar de combust. (si tiene)	• Muestreo de refrigerante del motor
• Vaciado, calentamiento y llenado de aceite y sustitución del filtro de aceite del motor	
Cada 1000 horas	
• Cambio del filtro del respiradero del depósito hidráulico	• Cambio del filtro de aceite hidráulico
• Sustitución de elementos de filtro de aire del motor	• Sustitución del respiradero de combustible
• Sustitución de filtros de aire fresco de cabina y recirculación	• Cambio de aceite de la transmisión y sustitución del filtro
• Inspección de correa serpentina	• Revisión de refrigerante
• Limpieza, engrase y ajuste de cojinetes de ruedas delanteras no motrices (si existen)	
Cada 2000 horas	
• Ajuste del juego de las válvulas del motor	• Cambio de aceite del depósito de aceite hidráulico
• Cambio de aceite del eje delantero con TDM (si existe)	• Cambio de aceite del eje trasero y planetarios
• Cambio de aceite de caja de planetarios de TDM la (si existe)	• Inspección y limpieza del tamiz de llenado del depósito hidráulico
Cada 6000 horas	
• Vaciado y llenado del sistema de enfriamiento del motor	

Fuente: Plan Básico de Mantenimiento Jhon Deer

MODULO GESTION DE MANTENIMIENTO

Estos módulos estarán relacionados en función de los mantenimientos de la alcaldía de Bucaramanga, el cual se desarrollará en función de la parte operativa en conexión directa con el almacén y la gestión administrativa.

En este módulo se contará con subrutinas tales como el ingreso de la solicitud, la creación de la orden de trabajo, la planeación y programación de la orden de trabajo, la ejecución de la orden de trabajo y el cierre de la orden de trabajo.

* **Solicitud de Servicio:** Acá se ingresarán los datos correspondientes a la solicitud como el nombre del solicitante, nombre del equipo, ubicación del equipo, la falla del equipo, frente ejecutor²⁴.

Figura 63. Solicitud de servicio en el Sistema de Información.

	ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN		
Trabajo Requerido No.			
Descripción:			
Empleado:		Tipo:	
Referencia Equipo:		Prioridad:	
Grupo:		Fecha Requerida:	
Asignado A:			
Descripción de Falla:		Tiempo Requerido:	

Fuente: Autores

²⁴ Pinilla Celis Pablo Emilio. Sistemas de Información. Especialización en gerencia de mantenimiento.

* **Orden de Trabajo:** Se generará una vez se realice la solicitud del servicio por medio del programa, toda orden de trabajo debe contener tiempo estimado del mantenimiento, tiempo que tarda el mantenimiento, herramientas a utilizar para realizar el mantenimiento, número de máquina, comentario del operario, especificación de la especialidad que requiere que haga el mantenimiento.

Figura 64. Orden de trabajo del Sistema de Información.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
Trabajo Requerido No.			
Descripción:			
Empleado:		Tipo:	
Referencia Equipo:		Prioridad:	
Grupo:		Fecha Requerida:	
Asignado A:			
Descripción de Falla:			Tiempo Requerido:

Fuente: Autores

* **Planeación y Programación:** Este será el resultado de la revisión previa de la orden de trabajo y respectivo aseguramiento del recurso humano y de los repuestos requerido para la respectiva programación.

Figura 65. Orden de Trabajo Planeada y programada en el Sistema de Información.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
		Orden Trabajo No.:	No. Tarea:
Descr. Orden Trabajo:			
Referencia del Equipo:			
Grupo:		Horas Estimada:	
Fecha Inicio Planeada:		Hora Inicio Planeada:	
Fecha Final Planeada:		Hora Final Planeada:	

Fuente: Autores

* **Ejecución de la Orden de Trabajo:** Información estadística del manejo de las órdenes de trabajo y tiempo real trabajado para cada uno de los miembros del equipo de mantenimiento.

Figura 66. Ejecución Orden de Trabajo.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
		Orden Trabajo No.:	No. Tarea:
Descr. Orden Trabajo:			
Referencia del Equipo:		Costo de la Actividad:	
Grupo:		% de Ejecución:	
Completado Por:		Edición de Comentarios:	
Fecha Completada:			

Fuente: Autores

MODULO DE GESTION DE RECURSOS:

Este módulo deberá garantizar que el área operativa cuente con los elementos adecuados, necesarios, suficientes y a tiempo para desarrollar eficientemente la prestación del servicio requerido a la alcaldía de Bucaramanga; es decir que si no se cuenta con un programa que cumpla con los requisitos anteriormente descritos, difícilmente se realizará una óptima labor. El buen desempeño en seguridad industrial, el buen manejo de los inventarios de materiales, herramienta y equipos; una eficiente cadena de suministros que involucre estricto cumplimiento de los proveedores, permitirá la realización de una eficiente prestación del servicio de la alcaldía, generando una relación ganar – ganar entre la alcaldía y el municipio.

* **Inventarios:** El acertado manejo de los inventarios generará grandes beneficios; uno de los cuales es contar siempre con todos los insumos necesarios para adelantar a tiempo la prestación del servicio y otro radica en el aspecto financiero; no es un secreto que los sobre y sub inventarios acarrearán trastornos y sobre costos financieros.

Lo anterior se constituye en razones de gran validez para racionalizar y optimizar el manejo de los inventarios de los almacenes o bodegas. El sistema de información deberá contener una sección que aplique una buena técnica de manejo y pronóstico de inventarios convencional o tradicional, futurística, proyectiva y prospectiva.

Figura 67. Formato de Inventarios.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
Código Stock:			
Número Parte:		Existencias:	
Equipo y/o Referencia:		Unidad	
Descripcion del Item:		Stock Mínimo:	
Almacen:		Stock Máximo:	

Fuente: Autores

* **Materiales e Insumos:** El manejo acertado de los inventarios generará grandes beneficios los cuales es contar siempre con todos los insumos necesarios para adelantar a tiempo la prestación del servicio. El sistema de información deberá contener una sección que aplique una buena técnica de manejo y pronóstico de materiales convencional o tradicional, futurística y proyectiva.

Figura 68. Formato de Materiales.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
Código Stock:			
Número Parte:		Existencias:	
Equipo y/o Referencia:		Unidad	
Descripcion del Item:		Stock Minimo:	
Almacen:		Stock Máximo:	


Fuente: Autores

MODULO DE GESTION DE CONTROL

* **Indicadores de Gestión:** Capacidad que se tendrá de visualizar todas las ordenes de trabajo en proceso o recién cerradas; índices de relación de órdenes de trabajo asignadas a un periodo con órdenes de trabajo no realizadas en el mismo periodo. También mostrará relación de horas hombre reportadas y no reportadas, back log, sobretiempos y costo presupuestado versus costo real ejecutado²⁵

²⁵ Modelo de Gestión Mto RCM a Equipos y sistemas eléctricos; pág. 55; YOLVIN HUGO CORTES BELEÑO JORGE LUIS TOVAR MONTERROSA

Figura 69. Formato Cumplimiento de Tareas.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN		
		CUMPLIMIENTO DE TAREAS PROGRAMADAS		
FRENTE	A	C	GENERAL	INDICADOR
Alumbrado Público	2	7	9	77%
Infraestructura	0	24	24	100%
Taller Municipal	2	45	47	95%
GENERAL	4	76	80	95%
Meta Cumplimiento : 96%				

Fuente: Autores

Finalmente, la implantación de un SIM, trae consigo ventajas como²⁶:

- Ahorro en los costos de mano de obra, al reducir los tiempos de horas extras requeridas por actividades 'sorpresa', correspondientes a actividades correctivas. Todo ello se apoya en una mejor planeación y programación de trabajos.
- Reducción en los costos de las compras para el período de un año, al evitar las Órdenes de Compra de emergencia, al fortalecer las actividades de Planeación y Programación de compras acordes con las actividades de Mantenimiento equivalentes.
- Reducción del costo total de Inventarios, analizando el inventario inactivo o muerto y dando un manejo dinámico de los repuestos y materiales.

²⁶ Pinilla, Pablo Enrique. Otros beneficios esperados Sistemas de Información en Mantenimiento.

- Mejora de la tendencia en la clase de Inventario de repuestos, al enlazar dicho programa con el de Administración de Mantenimiento y lograr por ejemplo, acuerdos con los proveedores.

- Incremento en la disponibilidad de repuestos.

- Ahorro de tiempo gastado en registros históricos manuales.

- Generación de reportes de Costos para la Gerencia, a nivel detallado, resumido o gerencial y muy importante: A tiempo y en corto tiempo.

- Mejora de la Calidad por el incremento de la eficiencia del equipo.

- Establecimiento de una infraestructura sólida de información sobre Mantenimiento, junto con una Planeación y Programación de actividades y trabajos.

- Mejor administración del recurso de Mano de Obra al contar con Planes y Programas de Mantenimiento.

4. PROPUESTA MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM DE OBRAS CIVILES, ELECTRICAS Y MAQUINARIA TIPO PESADO EN LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA

4.1 OBJETIVOS

4.1.1 Objetivo general. Elaborar un Modelo Gerencial para el Mantenimiento de Obras Civiles-Eléctricas y Maquinaria tipo pesado en la Alcaldía de Bucaramanga basado en la Metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

4.1.2. Objetivos específicos:

- ✓ Realizar un diagnóstico del estado actual del mantenimiento en las Obras Civiles y en la maquinaria de la alcaldía de Bucaramanga
- ✓ Elaborar los planes de mantenimiento basado en RCM para la maquinaria adscrita a la secretaria de infraestructura taller municipal.
- ✓ Elaborar los planes de mantenimiento en Obras Civiles tales como la construcción de puentes vehiculares y peatonales, pasos peatonales, construcción y pavimentación, construcción de pozos, intercambiadores viales, campos deportivos, centros educativos, hospitales y obras de arte como box culvert, descoles, acueductos etc. y Obras Eléctricas tales como mantenimiento redes alumbrado público, mantenimiento de redes internas de las obras civiles, y mantenimiento de equipos eléctricos como transformadores, motores y plantas de energía, tableros de control y protección de las instalaciones, sistemas de protección contra rayos sistemas de puesta a tierra en zonas rurales y urbanas.
- ✓ Proponer un sistema de información para la gestión, operación y control de los mantenimientos.

4.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El Modelo Gerencial se elabora viendo la falencia que presenta actualmente la Alcaldía de Bucaramanga en la ejecución de los mantenimientos a obras civiles-eléctricas y maquinaria tipo pesado. Para ello, se tendrá en cuenta la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad, donde nos permitirá identificar las funciones para las cuales fueron adquiridos y detectar los modos de falla con sus consecuencias.

A partir del diagnóstico anterior se hace necesaria la elaboración de planes de mantenimiento para el control de las obras civiles-eléctricas y confiabilidad en la maquinaria.

Así mismo se reducirán tiempos de ejecución de las obras que incrementan los costos administrativos y operacionales por costos adicionales en reparación y mantenimiento de la maquinaria y equipos tanto para obras civiles como eléctricas.

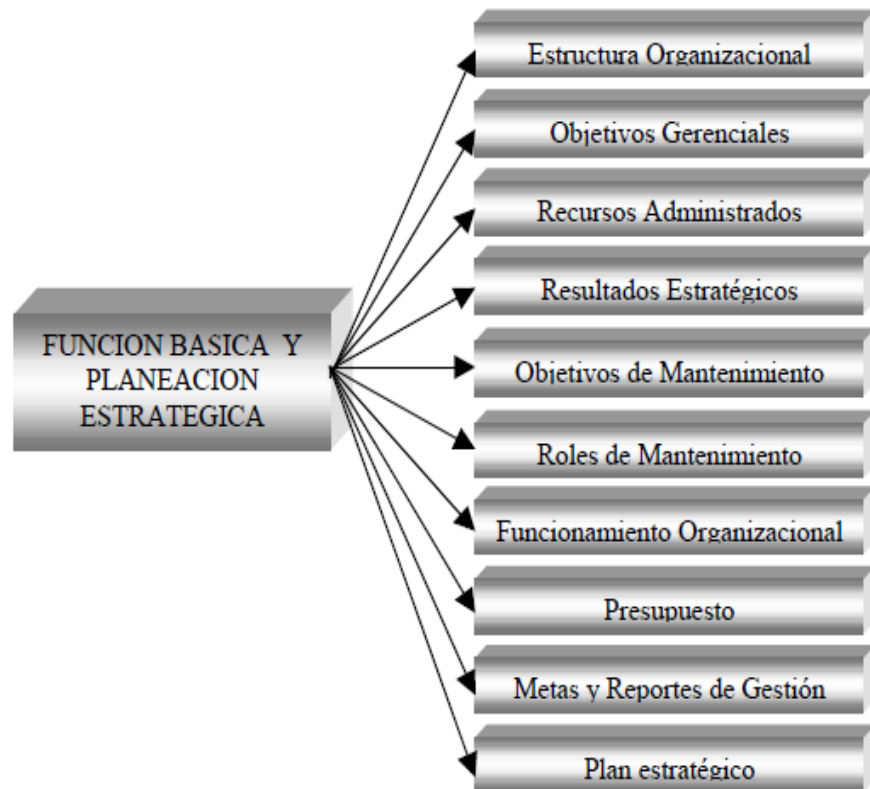
Se garantizara el aumento de la vida útil de las obras civiles – eléctricas y repuestos de maquinarias tipo pesado.

4.3 DESCRIPCION DEL MODELO GERENCIAL.

Este modelo busca determinar el estado de la estructura administrativa y operativa de la organización y conocer que tan sólida se encuentra, si ésta tiene unos niveles de calificación bajo se deberán reforzar ya que éste es el primer punto del modelo gerencial involucrando el compromiso de la Alta Dirección. Por otra parte implementar dentro de la organización el Departamento de Mantenimiento que garantice confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en el servicio prestado.

La planeación define con precisión a donde se desea llegar y el momento en el cual se logrará esta meta, es una continua toma de decisiones Este punto contempla los aspectos relacionados en la figura 69.

Figura 70. Función Básica y Planeación Estratégica



- Estructura organizacional

La estructura de la organización debe existir y tiene que ser conocida por todo el personal, la forma de la organización es importante para las personas que laboran porque conocen a quien le reportan, quienes le reportan, se distingue la línea de autoridad, responsabilidad funcional y trabajo staff; las responsabilidades se conocen y entienden, además se evita la duplicación de esfuerzos. No puede delegarse la responsabilidad como se hace con la autoridad.

- Objetivos gerenciales.

Los objetivos gerenciales de mantenimiento deben ser claros y tenidos en cuenta dentro de la planeación estratégica, se tienen que registrar y revisar periódicamente. La gerencia tiene la tarea de guiar el mantenimiento hacia un objetivo definido, a fin de que puedan rendirse los servicios deseados. En este punto se incluye la misión definida como la razón de ser de la

empresa, la visión como a dónde quiere llegar la empresa a través del tiempo y las políticas que son las normas que orientan el pensamiento en la toma de decisiones para conseguir un objetivo.

- Recursos administrados por mantenimiento

Debe existir claridad sobre cuáles son los recursos administrados por mantenimiento en mano de obra, financieros y físicos como energía, máquinas materiales; la administración de estos recursos debe estar registrada.

- Resultados estratégicos

La planeación estratégica de mantenimiento debe ser tenida en cuenta dentro de los resultados estratégicos esperados por la compañía; esta planeación debe tener en cuenta las tendencias económicas, políticas sociales, culturales y tecnológicas; análisis externo e interno teniendo con oportunidades, amenazas, fortalezas, debilidades y estrategias.

- Objetivos de mantenimiento

Los objetivos y las funciones de mantenimiento deben estar definidos, se recomienda tener un registro por escrito de objetivos y funciones y darlos a conocer a todo el personal, misión y visión propia del área de mantenimiento. En esta parte de planeación se deben tener las políticas generales, metodología de trabajo, comportamiento, cotizaciones, calidad, contratación, salud ocupacional, servicio, contabilidad, administración, presupuesto, manejo de juntas y valores corporativos.

- Roles de mantenimiento

Cada persona en el área de mantenimiento tiene que conocer sus funciones y roles dentro de la organización, se recomienda tener un registro por escrito con las funciones, nombres de los cargos y las funciones del personal se tienen que revisar de acuerdo con las necesidades del cargo. Se debe tener claros los requisitos de personal en conformidad con el

cumplimiento de los objetivos, se debe revisar periódicamente el número total de personas por cargos y especialidades de acuerdo con la evolución natural del negocio e indicadores de eficiencia.

- Funcionamiento organizacional

La claridad en las relaciones entre los diferentes cargos y su forma de interactuar es importante porque el personal conoce y aplica el modo establecido de funcionamiento del área de mantenimiento, se recomienda que este procedimiento se encuentre registrado.

- Presupuesto de funcionamiento

Los presupuestos son necesarios para controlar el programa, comparar lo real contra lo estimado, medir la desviación y corregirla. Tener los estimativos mensuales de los recursos utilizados por mantenimiento y manejar registros cronológicos de los gastos reales de recursos facilita confrontar los gastos reales versus los estimados, hacer presupuestos de inversión con base cero.

- Metas y reportes de gestión

Mantenimiento debe manejar indicadores de gestión establecidos para medir la efectividad del área, deben estar vinculados con los objetivos planteados y se tienen que registrar cronológicamente con el fin de analizar periódicamente la tendencia y cumplimiento de metas estos análisis deben ser tenidos en cuenta dentro de la planeación estratégica de mantenimiento. Es recomendable conocer los indicadores internacionales de referencia del mantenimiento en el mismo tipo de industria, manejar indicadores actualizados y tenerlos registrados porque con éstos se puede comparar la competitividad del negocio respecto a los demás.

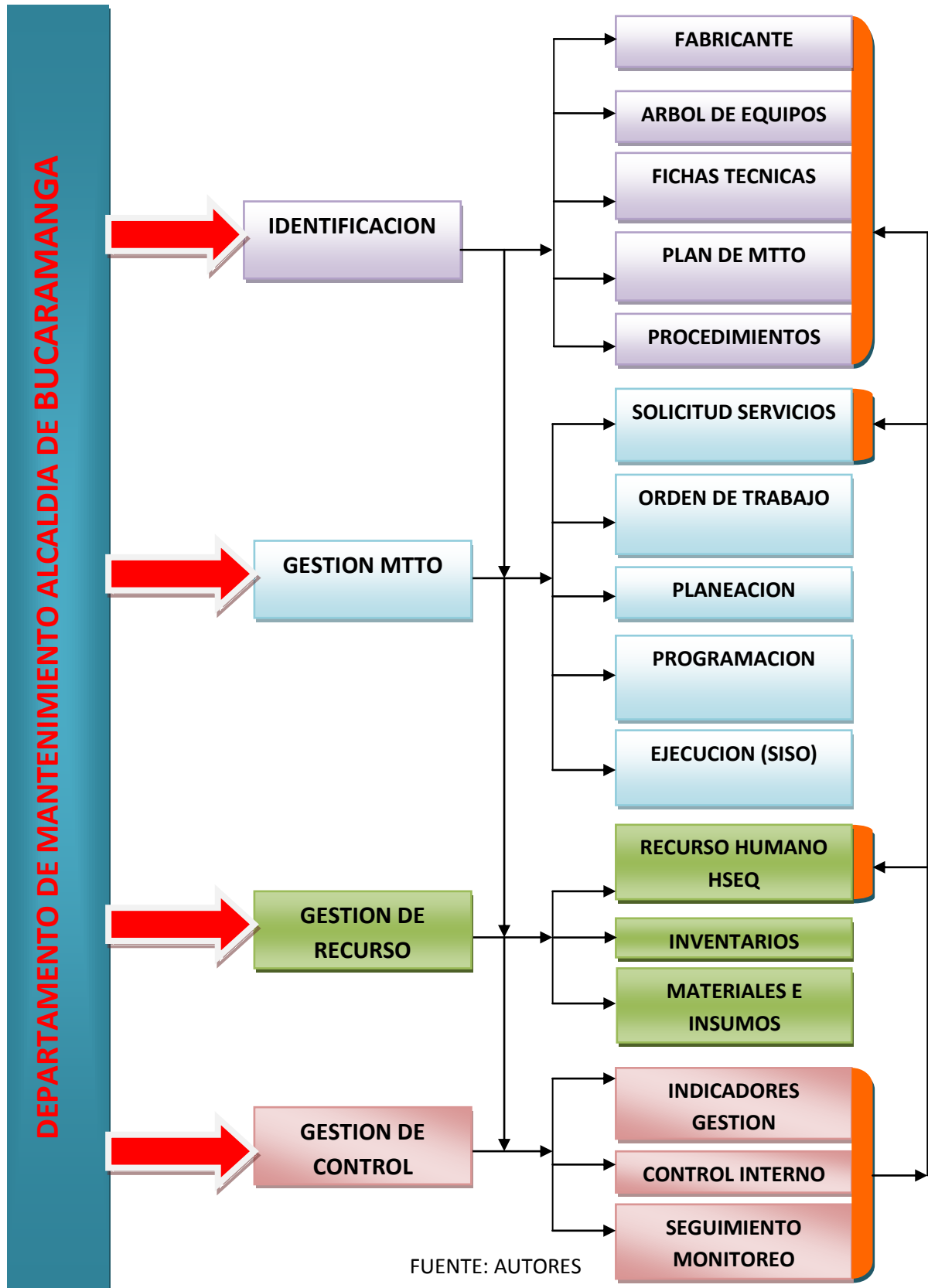
- Plan estratégico de mantenimiento

La elaboración de un plan estratégico permite revisar el cumplimiento del mismo y establecer un potencial de mejoramiento mediante la matriz de

perdida la cual contempla lista de problemas en mano de obra, materiales, maquinaria y energía contra los equipos que generan esos problemas. Este plan estratégico se debe realizar de 1 a 3 años.

4.4 MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM

Figura 71. Modelo gerencial para administración del MANTENIMIENTO.



4.4.1. Identificación.

- **FABRICANTE**

Cuando hacemos referencia al Fabricante retomamos el termino fabrica es decir cuál es la casa diseñadora o fabricante, del producto, de la maquinaria o del repuesto, y es con ello que podremos determinar la calidad de dicho elemento analizando los datos históricos es decir el comportamientos de los mismos y el crecimiento de su tecnología en el mercado garantizándonos confiabilidad cada vez que lo implementemos en nuestros sistemas. Esta descripción hace referencia a las recomendaciones del fabricante y la utilización de dicho elemento, repuesto, características físicas, y químicas etc., a las cuales nos regiremos para garantizar la calidad de las tares realizadas. Esta información estará consignada en la ficha técnica del equipo, material, repuesto o automotor.

- **ARBOL DE EQUIPOS**

Si bien es sabido este ítem nos caracterizara el tipo de equipo, repuesto, maquinaria o componente estructural que acompaña el proceso, y caracterizara el tipo de programa de mantenimiento que debemos preparar para implementarlo. Este nos permitirá realizar un rápido chequeo del elemento a intervenir, su función específica y sus características físicas, químicas y resistencia, así como el historial del equipo, repuesto, o componente estructural con sus respectivos datos históricos. Este ítem nos determina la caracterización por unidad de cada equipo, material o elemento, además es un elemento indispensable para la información de inventario del almacén.

- **FICHAS TECNICAS**

Esta herramienta nos permitirá realizar un rápido chequeo del elemento, material o equipo a intervenir, su función específica, sus características físicas, químicas y resistencia, así como el historial del equipo, repuesto, o

componente estructural con sus respectivos datos seguros respecto a la instalación tiempo y fecha del mantenimiento realizado.

Para algunos tipos de mantenimiento se puede generar la Tarjeta Maestra y la hoja de vida del equipo.

Una tarjeta maestra incluye toda la información de la máquina, equipo estructura o repuesto y las actividades por realizar en ella; a continuación se explica su contenido: 22 FEDEMETAL, Manual de mantenimiento, Divulgación tecnológica, Pág. 35, Bogotá, 1991

- Máquina, Equipo o Estructura: definida por su nombre, marca, modelo, número de serie, fabricante, capacidad, valor y todos los datos que sean de interés.
- Elementos de la máquina, Equipo o Estructura: se describen elementos como reductores de velocidad, juntas de dilatación cimentación, motores, foto celdas y bombas con su respectiva codificación y demás datos necesarios para el mantenimiento.
- Actividades por realizar: consultando proveedores y personal con experiencia en reparaciones se debe realizar un listado de actividades necesarias para realizar el mantenimiento preventivo, estas se colocan al final de la tarjeta maestra separándolas en lubricación, electricidad y mecánica y estructura; para cada actividad se especifica el tiempo de duración, la periodicidad con que se debe ejecutar y el código en el manual de procedimientos.

Hoja de vida Es un compendio de toda la historia de intervenciones de mantenimiento efectuadas sobre la máquina, equipo o estructura desde el momento de su instalación o en nuestro caso desde el momento de la implantación del programa.

Figura 72. Tarjeta Maestra

<p style="text-align: center;">NOMBRE EMPRESA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO TARJETA MAESTRA N°</p>						
DESCRIPCION				SERVICIOS		
EQUIPO:				AIRE		
MARCA:				PRESION (Pa):		
MODELO:				CAUDAL (m ³ /seg):		
CAPACIDAD DE TRABAJO:				ELECTRICIDAD		
SERIE:				VOLTAJE (V):		
CODIGO:				AMPERAJE (AMP):		
				POTENCIA (Kw) :		
AÑO DE COMPRA :				AGUA		
CONTRATISTA				PRESION (Pa):		
NOMBRE						
TELEFONO						
COSTO \$				CAUDAL (m ³ /seg):		
PRECIO DE COMPRA:				CARACTERISTICAS		
INSTALACION:				PESO (Kg) :		
TOTAL:				ALTURA (m):		
SUBEQUPO						
ACTIVIDADES POR REALIZAR						
ELECTRICIDAD						
CÓDIGO	KW	R.P.M	SERIE	AMP	MARCA	MODELO
ACTIVIDADES POR REALIZAR						
LUBRICACION						
Parte a lubricar	Método	Lubricante	Tiempo (hr)	Frecuencia	Nota L	
ELECTRICIDAD						
Revisar	Tiempo (hr)	Frecuencia	Nota E			
MECANICA						
Cambio	Tiempo (hr)	Frecuencia	Nota M			

Figura 73. Hoja de Vida

NOMBRE DE LA EMPRESA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA						
LINEA DE ALTA PRESION			Bomba		Sistema contraincendio	
NOMBRE: Bomba de alta presión			MARCA: Floway	Serial: 74-1734-61	Size: 6	Type: LKM N°: 1
Stage: 13	GPM: 100	HP: 25	Presión: 310 psi	RPM: 3530	HD: 590 ft	Floway Pump Inc PO bbx 164, Fresno California
Código:						
ESTADO GENERAL Y OBSERVACIONES AL INICIAR LA HOJA DE VIDA						
Esta hoja de vida se empieza a diligenciar desde el 23 de Diciembre de 2003						
Eje de bowl assembly: 1,53 x 1,23 dos roscas						
Fecha de compra: Noviembre de 1974						
Costo: US\$ 2.755						
FECHA	DESCRIPCION DE LA FALLA	RESPONSABLE	TIEMPO INTERVENCION	TIPO MTTTO	MATERIAL UTILIZADO	COSTO REPUESTO
LINEA DE ALTA PRESION			Motor		Sistema contraincendio	
NOMBRE: Motor de bomba alta presión			MARCA: General Electric		MODELO: 5K6238XH2B	
HP: 40	F.S.: 1,15	Type: K	Código: G	Frame: B2867P12	Desig class Nema: B	Serie: MKJ1211358
Volt: 230/460	Ciclo: 60		Phase: 3	FL Amp: 94.8 / 47.4	FL Speed: 3535	San jose California, USA
C rise cont: 60	Upper brg cat: 903493PO11	Lower brg cat: 629A310AEP001	NP: 226323			
ESTADO GENERAL Y OBSERVACIONES AL INICIAR LA HOJA DE VIDA						
Esta hoja de vida se empieza a diligenciar desde el 23 de Diciembre de 2003						
Conexiones para voltaje						
FECHA	DESCRIPCION DE LA FALLA	RESPONSABLE	TIEMPO INTERVENCION	TIPO MTTTO	MATERIAL UTILIZADO	COSTO REPUESTO

- **PLAN DE MANTENIMIENTO**

Este modelo plantea el tipo de procedimiento realizado, utilizando los históricos de los equipos, estructuras, materiales o elementos empleados en mantenimientos correctivos, preventivos o predictivos, generando el plan de seguridad, confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad RCM. El plan tiene o recomienda las rutinas a realizar, intensidad de la mismas según la necesidad y recomendación de la casa fabricante o del diseñador, así mismo la señales básicas para la seguridad del monitoreo visual o sistematizado con fallas ocultas que puedan presentarse durante el proceso.

- **PROCEDIMIENTOS**

Estas rutinas son basadas en el plan de mantenimiento según requerimientos de la casa fabricante o del diseñador así como el proceso más adecuado para el mantenimiento basado en RCM recomendado por el especialista en gerencia del mantenimiento. Además hace referencia a la teoría de la curva de aprendizaje en su implementación diaria y la forma de proceder en situaciones cuello de botella.

4.4.2 Gestión de mantenimiento

- SOLICITUD DE SERVICIOS

En este formato se digitaran o se ingresarán los datos correspondientes a la solicitud como el nombre del solicitante, nombre del equipo, ubicación del equipo, la falla del equipo, frente ejecutor.

Figura 74. Solicitud de servicio en el Sistema de Información.

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
Trabajo Requerido No.			
Descripción:			
Empleado:		Tipo:	
Referencia Equipo:		Prioridad:	
Grupo:		Fecha Requerida:	
Asignado A:			
Descripción de Falla:			Tiempo Requerido:

Fuente: Autores

- ORDEN DE TRABAJO

Dentro de los documentos de trabajo que maneja el área de mantenimiento se encuentran las órdenes de trabajo y servicio, las cuales se deben diferenciar en su trámite y están soportadas dentro de un software escogido o creado por la empresa para la clasificación. El área de mantenimiento debe contar con los mecanismos para priorizar el trabajo y los mecanismos para ello deben estar definidos.

Son peticiones escritas de servicios a cumplir por el departamento de mantenimiento, estableciendo la información necesaria para la realización de tareas específicas; proporciona datos sobre materiales, repuestos,

mano de obra, tiempo y costos permitiendo la programación del trabajo de mantenimiento pendiente.

El programador de mantenimiento revisa las actividades por realizar para la semana siguiente por medio de la programación en el software, redacta las órdenes de trabajo de mantenimiento correspondientes y anota en cada una de ellas el día y la hora en que pueden efectuarse, luego recibe del personal de mantenimiento las órdenes ejecutadas durante esa semana, analiza de ellas las observaciones y si hay fallas, elabora órdenes de trabajo para su corrección²⁷.

Figura 75. Orden de Trabajo

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN	
Trabajo Requerido No.			
Descripción:			
Empleado:		Tipo:	
Referencia Equipo:		Prioridad:	
Grupo:		Fecha Requerida:	
Asignado A:			
Descripción de Falla:			Tiempo Requerido:

Fuente: Autores

- PLANEACION

Esta herramienta permite administrar los sistemas de información en mantenimiento pues facilita organizar los documentos de trabajo, indicadores de gestión, programación en software y divulgación de resultados, así mismo me permite ver desde un punto de vista operativo y funcional para no afectar el comportamiento normal de la empresa o el funcionamiento de los equipos en el momento en que se estén utilizando.

²⁷ FEDEMÉTAL, Manual de mantenimiento, Divulgación tecnológica, Pág. 35, Bogotá, 1991

Figura 76. Planeación y Programación



- PROGRAMACION

Básicamente esta herramienta va de la mano con la Planeación pues ella me permite determinar tiempos, rutinas y en muchos casos me permite programar recursos para la destinación de tareas necesarias para garantizar disponibilidad de equipos, mantenibilidad por fechas programadas y disponibilidad de equipos herramientas y entrega de obras ejecutadas.

El área de mantenimiento debe establecer los procedimientos para la programación de parada de equipos y el personal conocerlos adecuadamente, los documentos involucrados en la programación de parada de equipos se deben encontrar claramente definidos y se debe tener un registro histórico de paradas de equipos.

- EJECUCION (SISO)

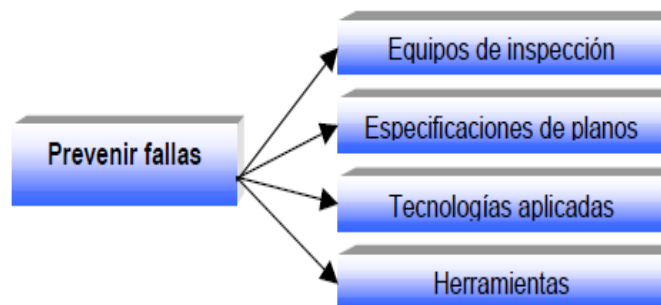
Dentro del programa de mantenimiento para cada uno de los equipos, estructuras o elementos se deben tener en cuenta listas de chequeo, periodicidad, tiempos de ejecución, persona responsable, costos y observaciones, aunado a ello el personal debe estar capacitado para la realización de tareas seguras y que garantice que sus procesos y

procedimientos no afectaran la integridad de el mismo individuo, de resto de personal y del medio ambiente.

Se debe implementar la presencia de SISO (SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL), este garantizara bienestar integral de los trabajadores técnicas de seguridad y estudios de vulnerabilidad a través de listas de chequeo, panorama de riesgos generando planes de acción, acciones correctivas y planes de mejoramiento.

Determinar si a un equipo se le realiza inspección para prevenir fallas depende de su grado de confiabilidad y de que tanto se le puede permitir fallar, si éste es considerado crítico y el monitoreo de confiabilidad es menor a un mantenimiento correctivo se deben llevar registros de la información de confiabilidad de las herramientas y equipos utilizados para prevenir fallas.

Figura 77. Prevenir Fallas



4.4.3 Gestión de recurso.

- RECURSO HUMANO (HSEQ)

Tener las personas idóneas para los cargos facilita realizar actividades de mantenimiento y mejoramiento porque reduce tiempos de parada, mejora la seguridad en los trabajos realizados, disminuye la existencia de repuestos no indispensables y aumenta la eficiencia.

Así mismo permite tener reportes de trabajo lo cual garantiza que una estructura confiable para el trámite de reportes de trabajo, el personal sigue

la estructura establecida llevándose un registro histórico de los reportes de trabajo y rutinas de mantenimiento.

Por otra parte la utilización de personal HSEQ (health, security, environment and quality) garantiza la Seguridad Industrial, Salud Ocupacional, conocimiento en la normatividad ambiental y procesos de calidad.

Para este proceso se elaboraran lista de chequeo, planes de mejoramientos, planes de acción, acciones correctivas, planes de contingencia y demás permisos ambientales requeridos.

LISTA DE CHEQUEO

1. Antecedentes Generales

Razón social: RUT: ALCALDIA DE BUCARAMANGA

Dirección: Calle 35# 11- 22 CENTRO

Tabla 39. Lista de Chequeo

2. SALUD OCUPACIONAL			
2.1. Indicar los procesos realizados por la empresa			
Nombre del proceso	Nº de trabajadores	Materia prima	Cantidad
CAPACITACION SEG INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	225	AUDIVISUALES CHARLAS Y TALLERES	5 DIAS
CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL			
A. Almacenamiento de materias primas			
A. Existe bodega exclusiva y señalizada para ellos	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

B. Bodega de estructura sólida e incombustible y techo liviano	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C. Piso, sólido, lavable y no poroso.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Ventilación natural	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. Demarcación de pasillos	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. Extintores señalizados y en cantidad suficiente.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
G. Almacenamiento ordenado sobre pallets	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
H. Los productos químicos están segregados y separados según su incompatibilidad por NCH 382 Of. 89	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
I. Instalación eléctrica reglamentaria.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
J. Almacenamiento ordenado sobre pallet o estanterías y separado según su clasificación en NCH 382 Of.89	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
K. Rotulación de los productos químicos según la NCH 2190 Of.93	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
L. Existe registro de los productos en español, mantenidos en lugar seguro y a disposición del encargado de la bodega, con las hojas de seguridad respectivas.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Almacenamiento de productos químicos en estanques (ácidos)			
A. Existe almacenamiento en estanques	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Indicar número de estanques ___ 12 _____			
C. Estanques señalizados e identificado con NU y clasificación	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Cuenta con pretilas de contención de derrames	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. Cumple con el DS 90/95 del MINECOM	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. Enumere material almacenado y cantidades			

Nº	Productos almacenados	Volumen (litros)
1.	ACETONAS Y ACEITES	15000
2.	ANTICORROSIVOS	

C. Almacenamiento de productos inflamables			
C.1. Indicar la cantidad de producto almacenado, en toneladas:	Menor a 0,5 <input type="checkbox"/>	Entre 0,5 y 2,5 <input type="checkbox"/>	Mayor a 2,5 <input type="checkbox"/>
C.2. Tiene una bodega tipo "a", exclusiva y señalizada	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C.3. Cuenta con instalación eléctrica a prueba de explosión.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C.4. Cuenta con sistema de detección automático de incendio funcionando	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C.5. Rotulación de los productos químicos según la NCH 2190 Of.93	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C.6. Existe registro de los productos en español, mantenidos en Lugar seguro y a disposición del encargado de la bodega, con Las hojas de seguridad respectivas.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C.7. Distancia mínima de productos a 1 metro a muros Perimetrales interiores.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
2.2.2. Condiciones generales de seguridad de la empresa			
A. Cuenta con instalación eléctrica certificada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Cuenta con canalizaciones de instalaciones eléctricas entubadas.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C. Cuenta con instalaciones de gas certificadas por la Superintendencia de Electricidad y Combustible.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Maquinarias se encuentran bien instaladas, seguras y protegidas en sus partes móviles	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. Las tinajas y cubas se encuentran bien instaladas, mantienen altura de seguridad para evitar reboses	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. Vías de tránsito expeditas y despejadas	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

			<input type="checkbox"/>
G. Empresa cuenta con mínimo dos puertas de escape	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
H. Trabajadores están usando guantes de seguridad	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
I. Trabajadores están usando zapatos de seguridad	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
J. Trabajadores están usando cascos en zona de carga y descarga	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
K. Rectificadores y transformadores bien instalados y con protección de seguridad	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
L. En zona húmeda, cuenta con pasillos con drenaje	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
M. Cuenta con sistema de ventilación general	natural <input type="checkbox"/>	forzada <input type="checkbox"/>	otro especificar <input type="checkbox"/>

2.2.3. Control de incendios

A. Cuenta con extintores de incendio de acuerdo al riesgo	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. N° de extintores _____300_____			
C. El 100% extintores está con carga vigente	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Extintores señalizados y bien instalados	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. El 100% de los trabajadores están capacitados teórica y prácticamente en el manejo de extintores y control de incendios.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. Cuentan con plan de emergencia coordinado con bomberos de su zona.	SI <input type="checkbox"/>		
G. Cuenta con brigada para control de incendios	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

2.3. Higiene industrial

RIESGOS DE EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES	Los Trabajadores están expuesto	Número de trabajadores expuestos	Existe evaluación ambiental (SI/NO)	Los límites están bajo los LPP del D.S 745/92	Existen evaluaciones médicas de los trabajadores según el riesgo (SI/NO)	Indicar el tipo de evaluación biológica realizada
---	---------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	---	---	---

	(SI/NO)			(SI/NO)		
Vapores de hidrógeno	SI	120	SI	SI	SI	PSICO ANALIS IS METRI CO VIRAL
Vapores de Cloro	-	-	-	-	-	-
Vapores de ácido sulfúrico	NO	0	SI	SI	SI	BASE
Polvo	SI	200		SI	SI	TIPO VIRAL
Ruido	SI	250	SI	SI	SI	TAP AUDIO METRI A

A. Las tinas de decapado cuentan con sistema de captación de vapores **SI** **NO** **NC**

B. Las cubas de electrodeposición cuentan con cubierta aislante **SI** **NO** **NC**

C. La empresa provee a trabajadores de equipos de protección personal requeridos certificados. Indicar el origen de la certificación____NORMAS ISO_ Salamanca S.A. Medellín, Antioquia. Masiva y aseo. **SI** **NO** **NC**

D. La empresa provee a sus trabajadores de elementos de protección personal sin costo para ellos. **SI** **NO** **NC**

E. Los trabajadores están usando antiparras **SI** **NO** **NC**

F. Los trabajadores están usando mascarillas con filtro adecuado para vapores ácidos. Indicar marca y modelo **SI** **NO** **NC**

G. Los trabajadores están usando mascarillas con filtro adecuado para la manipulación de sales utilizadas como electrolito Indicar la marca y el modelo **SI** **NO** **NC**

2.4. Saneamiento Básico			
A. Servicios higiénicos en buen estado	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Servicios higiénicos con agua caliente	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C. N° de servicios higiénicos	Hombres __15__	Mujeres __15__	
D. Servicios higiénicos cumple con D.S. N° 745/92	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. Cuenta con sala de vestir en buen estado	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. Cuenta con casilleros en buen estado	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
G. N° de casilleros 300	Hombres __150__	Mujeres __150__	
H. N° de casilleros es igual a N° de trabajadores o doble en el caso de exposición a productos tóxicos	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

2.5. Lugar de colación			
A. Lugar de colación cuenta con lavaplatos dotado de agua caliente y fría.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Lugar de colación cuenta con cocina	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C. Lugar de colación cuenta con mesas y sillas con cubierta lavable.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Existe una adecuada disposición de las basuras	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. El comedor se encuentra limpio y ordenado	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

3. FUENTES FIJAS			
Posee alguna fuente estacionaria (Caldera de calefacción, agua caliente, horno de secado, etc.)	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

Fuente: Autores

Tabla 40. Lista de Chequeo Trabajo en Altura

LISTA DE CHEQUEO ACTIVIDADES DE TRABAJO EN ALTURAS			
CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	SI	NO	NC
1. Existe capacitacion profesional por parte de la empresa para realizar trabajos en alturas	X		
2.Existe personal experimentado en la empresa para realizar este tipo de actividades	X		
3.La empresa cuenta con las condiciones de seguridad minima para garantizar el buen trabajo(elementos de proteccion)	X		
4.Se revisan los equipos de ascenso y descenso periodicamente.		X	
5.Los equipos existentes al dia de hoy cuentan con las especificaciones tecnicas (ANSI)			X
6.Existe personal capacitado para realizar mantenimiento a escaleras, andamios, arneses,cuerdas, cables de vida etc		X	
7. Las tecnicas para trabajo en alturas estan referenciadas en algun tipo de manual que pertenezca a la empresa o de otra indole		X	
8.Al realizar los trabajos en alturas los empleados se arnesan siempre y utilizan guantes, y casco de proteccion.	X		
9.Existe alguien que este coordinando todo este tipo de actividades (Supervisor un Ing Residente o un coordinador de Seguridad Industrial)	X		
10.Existe un programa de primeros auxilios para atender un tipo de emergencia por caida de altura.	X		
11.Al momento de la instalacion y armado de andamios y plataformas hay alguien capacitado para supervisar dicha actividad.			X
12. Utilizan sistema de posicionamiento,mixto , anticaidas y arnes de seguridad.	X		
13. Los materiales que se utilizan para la ensamble y construccion de andamios o escales es nuevo y si no es nuevo cumple con algunas especificaciones minimas para su uso.	X		
14. Existe telas o cubiertas de proteccion para peatones o personal de la obra que puedan a llegar a ser afectados por caida de material	X		
15. Existe suficiente iluminacion para realizar este tipo de actividad	X		
16. Estan separados de lineas de alta tension a la hora de realizar esta actividad cumpliendo con los aislamientos necesarios		X	

Fuente: Autores

Tabla 41. Lista Chequeo Actividades SISO

item	Actividad de S & SO	Cumple	No cumple	Observaciones
1	La empresa cuenta con funcionario responsable de las funciones del sistema de S & SO	X		COORDINADOR DE S&SO
2	La alta dirección (Gerente) da prioridad autorizando recursos para implementación, control y mejoramiento del SG S &SO	X		Se da total prioridad en recursos.
3	La empresa cuenta con un programa de capacitación basado en las deficiencias de capacitación para el sistema de S & SO		X	No tiene un programa como tal pero se trabaja en las deficiencias identificadas.
4	Se hace control de la asistencia del personal a los cursos de capacitación de S &SO	X		COPASO Y COORDINADOR
5	La empresa cuenta con un reglamento de higiene y seguridad industrial	X		Manual Empresarial
6	Los documentos diligenciados en la administración de la SO están bien archivados y fácilmente localizables	X		Están foliados y en archivo
7	Para diligenciamiento de documentos internos y externos existe procedimiento para diligenciamiento y buen archivo.	X		DESDE LA SOLICITUD HASTA LA ENTREGA
8	Se detectan mediante inspecciones y análisis los puntos críticos de riesgos en los procesos.	X		Visitas COPASO y Coordinador
9	El personal reporta incidentes mediante formato preestablecido	X		Existe un formato de novedad
10	Se hace trámite de mejoramiento cuando el personal informa sobre incidentes.	X		El COPASO se encarga de eso
12	La empresa conoce el método y procedimiento para análisis de vulnerabilidad ante emergencias	X		Se informa en las capacitaciones
13	Se tiene evaluación de la vulnerabilidad ante emergencias que pueda tener la empresa.	X		Existen datos
14	Se tiene integrada la brigada de emergencias de la empresa.	X		Existe un equipo externo que colabora con eso, vinculados a la empresa.
15	La integración de la brigada de emergencias es conocida por la comunidad de la empresa	X		Ya han hecho simulacros
16	Cada grupo de la brigada de emergencias se encuentra capacitada para responder ante emergencias	X		Totalmente
17	Cuenta la empresa con un plan de emergencia, debidamente conocido	X		Totalmente
18	Se hacen periódicamente(una vez al año) simulacros de reacción ante posibles riesgos	X		Dos por año.


Fuente: Autores

Panorama de riesgos

Es el proceso global del análisis en el que se detectan factores de riesgo presentes en el proceso laboral y que están relacionados directamente con los daños generados a la salud, lo cual permite identificarlos y establecer las medidas de control más adecuadas de acuerdo a las prioridades establecidas.

Figura 78. Panorama de Riesgos

PANORAMA DE RIESGOS

															Porcentaje de trabajadores expuesto		Fact. ponderación		GRADO DE REPERCUSION										
															41.66666667	21%-40%	1	1-1500	Bajo										
															47.61904762	41%-60%	2	1501-3000	Medio										
															23.80952381	61%-80%	3	3001-5000	Alto										
																81%-100%	4												
															INTERPRETACION														
															Cnd. Seguridad		Cnd. Higiene												
NOMBRE DE LA EMPRESA															ALCALDIA DE BUCARAMANGA					1-300 Bajo		150 riesgo Bajo							
NUMERO DE EMPLEADOS															168					301-600 Medio		450 riesgo Medio							
1	2	3	4	5	6	7	8			9			10	11	12	13	14	15											
Fase	Factor de Riesgo	Clasificación	Fuente	Efecto Posible	Trabajadores Expuestos	Tiempo de Exposición Horas	Sistema de control Actual			Valoración Grado de Peligrosidad (seguridad o higiene)			Grado de Peligrosidad (G.P) Condición de Seguridad	Grado de Peligrosidad (G.P) Condición de Higiene	Interpretación (G.P)	Factor de Ponderación (F.p)	Grado de Repercusión (G.R)	Interpretación (G.R)	RECOMENDACIONES										
							Controles en la Fuente	Controles en el medio	Controles en el Individuo	seguridad	seguridad	seguridad																	
1	EXCAVACION	Físico, Químico y Biológico	Energía mecánica ruido, vibraciones; Químico polvos orgánicos e inorgánicos; Biológico-Animales, Fuga-hongos, Monera-Bacterias	Retroexcavadora, taladros mecánicos e hidráulicos, cortes y excavación manuales, rocerías	Silicosis, artrosis, neuritis hipocausia, lesiones osteomusculares en columna y extremidades, asma y dermatitis Pícalura de serpientes envenenamiento	70	8	Mantenimiento de la maquinaria y herramientas menores.	Monitoreo y control del ruido	Utilización de elementos de seguridad auriculares o tapones de goma, guantes y camisas anga larga, botas de seguridad y botines primeros auxilios	10	10	7	700	ALTO	3	2100	Medio	Capacitar al personal en lo referente a la utilización de elementos de seguridad industrial para la utilización de maquinaria pesada y herramientas menores, así mismo revisión de estas.										
2	CIMENTACION	Físico	Energía Mecánica: ruido vibraciones. Energía Térmica: calor	Buldozers/Vibro compactadores, motoniveladoras exposición solar	Silicosis, artrosis, neuritis hipocausia, lesiones osteomusculares en columna y extremidades, asma y dermatitis.	80	8	Mantenimiento de la maquinaria y herramientas menores.	Monitoreo y control del ruido	Utilización de elementos de seguridad auriculares o tapones de goma, mascarara o tapabocas, guantes y camisas anga larga, botas de seguridad y botines primeros	6	10	7	420	Medio	3	1260	Bajo	Capacitar al personal en lo referente a la utilización de elementos de seguridad industrial para la utilización de maquinaria pesada y herramientas menores, así mismo revisión de estas. Y mantener los controles para eliminar o mantener este riesgo muy bajo										
3	ESTRUCTURA METALICA	Higiene/Físico Químico	Químico: Aerosoles, polvos orgánicos, humo metálico, líquidos	Equipos de soldadura epoxipica, eléctrica, oxiacetilenica, solventes mecheros, estañoy material base para soldadura metálica, compresores	Neumococisosis, asma y saturnismo	40	8	Mantenimiento de la maquinaria y herramientas menores entrega de elementos necesarios para la seguridad	Tratar de utilizar estos elementos en sitios con buena ventilación	Utilización de elementos de seguridad, careta antirreflexiva, mascarara o tapabocas, guantes y camisas anga larga, botas de seguridad y botines primeros auxilios				750	ALTO	2	1500	Bajo	Mantener las condiciones de seguridad establecidas para los operarios o soldadores en cuanto la utilización de elementos de seguridad, así mismo realizar estos trabajos en lugares abiertos o con muy buena ventilación, tener equipo de emergencia y botiquín cercano.										

Fuente: Autores

Tabla 42 Panorama de Riesgo

PANORAMA DE FACTORES DE RIESGO													
NOMBRE DE LA EMPRESA													
SECCION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	EFECTOS	No. TRA	H.E	GRADO PELIGROSIDAD				GRADO RIESGO			MEDIDAS A IMPLEMENTAR
						C	P	E	GP	A	M	B	
A D M I N I S T R A C I O N	<u>Físico</u> Iluminación deficiente.	Luminarias	Fatiga visual	6	8						X		Corregir la iluminación para cada puesto laboral.
	Radiaciones no ionizantes Campos electromagnéticos.	Computadores Redes eléctricas Equipos eléctricos.	Cefalea, fatiga, leucemia, insomnio Irritabilidad.	6	8						X		Dotación de filtros para la pantalla de los Computadores. Uso de tarjetas TESLA para atenuar el campo electromagnético producido por los Computadores Realización de exámenes de control visual.
	<u>Ergonómico</u> Posturas inadecuadas	Equipos de oficina (Sillas y escritorios)	Lumbalgias Problemas osteomusculares	7	8	4	6	10	240			X	Programa de columna sana. Educación en higiene postural. Medición antropométrica a los empleados de la empresa para adaptar los equipos de oficina.
	<u>Psicosociales</u> Contenido de trabajo (monotonía, jornadas laborales, repetitividad, niveles altos de responsabilidad,	Modalidad de gestión administrativa.	Fatiga mental, alteraciones de la conducta, reacciones fisiológicas, estrés ocupacional, inseguridad	7	8	6	6	10	360			X	Talleres de riesgos psicosociales, estilos de vida saludable, manejo del estrés.

PANORAMA DE FACTORES DE RIESGO													
NOMBRE DE LA EMPRESA													
SECCION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	EFECTOS	No. TRA	H.E	GRADO PELIGROSIDAD				GRADO RIESGO			MEDIDAS A IMPLEMENTAR
						C	P	E	GP	A	M	B	
O P E R A T I V A	<u>Físicos</u> Ruido	Bombas de agua. Planta eléctrica.	Hipoacusia neurosensorial Estrés, Vértigo, Irritabilidad, disminución de la concentración	9	8						X		Realización de exámenes periódicos correspondientes (Audiometrías). Encerramiento del sitio de emisión de ruido.
	Radiaciones no ionizantes Campos electromagnéticos.	Redes eléctricas Equipos eléctricos.	Cefalea, fatiga, leucemia, insomnio Irritabilidad.	9	8						X		Dotación de filtros para la pantalla de los Computadores. Realización de exámenes de control visual.
	Radiaciones ionizantes (Calor)	Radiaciones solares	Quemaduras cutáneas, cáncer de piel, cansancio,	9	8							X	Alejar al trabajador de los puestos de riesgo.
	Temperaturas anormales	Cuartos de máquinas	Bajo rendimiento laboral, incomfort, deshidratación, trastornos vasculares y nerviosos,	9	8							X	Estudiar los sistemas de protección con el fin de reducir el gasto energético y disminuir el tiempo de exposición. Realización de exámenes periódicos correspondientes.
	Vibraciones	Cuarto ascensores	Alteraciones cardíacas, cefalea, Alteraciones Nerviosas, osteomusculares, osteoarticulares	9	8							X	Realización de exámenes periódicos correspondientes. Capacitación al personal sobre el uso adecuado de los elementos de protección. Mantenimiento programado de acuerdo a los niveles registrados. Educación acerca de la incidencia de las vibraciones en las personas expuestas

PANORAMA DE FACTORES DE RIESGO													
NOMBRE DE LA EMPRESA													
SECCION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	EFECTOS	No. TRA	H.E	GRADO PELIGROSIDAD				GRADO RIESGO			MEDIDAS A IMPLEMENTAR
						C	P	E	GP	A	M	B	
OPERATIVA	<u>Ergonómicos</u>												
	Carga física Posturas inadecuadas	Trabajos prolongados de pie con reflexión de los miembros inferiores, movimientos repetitivos, manipulación de cargas	Cansancio físico, Lumbalgias, problemas osteomusculares, anomalías de la columna vertebral.	9	8	6	6	10	360			X	Programa de columna sana. Educación en higiene postural. Medición antropométrica a los empleados de la estación compresora.
	Incendios y explosiones Sustancias inflamables,	ACPM	Quemaduras graves, muerte.	9	8	6	10	10	600	X			Creación y capacitación de la brigada contra incendios Adecuación de un sistema de extinción de incendios adecuado de acuerdo al tipo de trabajo realizado en la planta
	<u>Químicos</u>												
	Material particulado. Gases y vapores	Automotores, Gas Producto aseo	Problemas respiratorios. Irritación de las mucosas de la nariz y garganta.	7	8							X	Exámenes médicos de control a los trabajadores (Espirometrías). Dotación de elementos de protección personal y educación en el manejo de los mismos.
	<u>Psicosociales</u>												
	Organización del trabajo Carga mental Condiciones extralaborales	Niveles altos de responsabilidad Trabajos repetitivos y monótonos.	Alteraciones del comportamiento. Fatiga mental y física Estrés	16	8	6	6	10	360			X	Talleres de riesgos psicosociales, estilos de vida saludable, manejo del estrés.

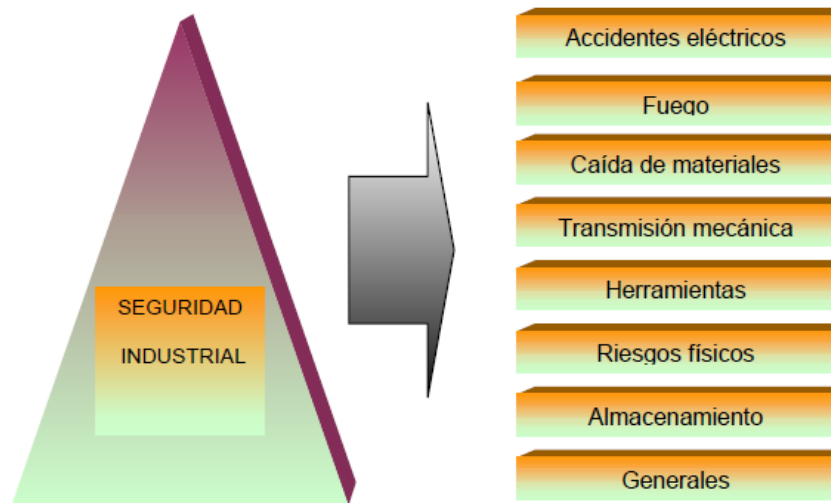
PANORAMA DE FACTORES DE RIESGO														
NOMBRE DE LA EMPRESA														
SECCION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	EFECTOS	No. TRA	H.E	GRADO PELIGROSIDAD				GRADO RIESGO			MEDIDAS A IMPLEMENTAR	
						C	P	E	GP	A	M	B		
OPERATIVA	<u>Mecánicos</u>													
	Manipulación de herramientas	Herramientas manuales	Traumatismos, golpes, heridas	9	8	4	6	6	144				X	Capacitación al personal en prevención de accidentes y normas de seguridad.
	Mecanismos en movimiento	Sistemas mecánicos (Trasmisión, rotación)	Fracturas, heridas, contusiones, amputaciones.	11	8	6	6	6	216			X	Establecimiento de manuales de procedimientos seguros para cada una de las actividades realizadas en el edificio. Dotación de equipos de seguridad personal.	
	<u>Eléctricos</u>													
	Trabajos con alta y baja tensión.	Subestación eléctrica, compresores, Redes eléctricas Equipos eléctricos.	Electrocución.	9	8								X	Dotación al personal de elementos de protección adecuados. Capacitación al personal en cuanto a normas de seguridad y factores de riesgo eléctrico.

Fuente: VERA, Cesar. Salud Ocupacional. Posgrado en Gerencia de Mto, pág. 28
Bogotá 2003

Seguridad industrial propuesta

Según técnicas recomendadas por el Consejo Colombiano de Seguridad y la situación actual de los edificios, se analizan los siguientes ítems de seguridad.

Figura 79 seguridad Industrial



Fuente: Monografía Modelo Gerencial Para el mantenimiento de Edificios pág. 77

Tabla 43 Aspectos de Seguridad
ASPECTOS DE SEGURIDAD
INDUSTRIAL

TIPO DE RIESGO	ASPECTOS
Accidentes eléctricos	<p>a) Interruptores: deben tener sus valores de tensión y amperaje nominales compatibles con el uso a que se destinan, además deben ir derivados a tierra.</p> <p>b) Fusibles y relés de protección: La instalación de fusibles de capacidad excesiva constituye una causa frecuente de recalentamiento del cableado o equipo, dando lugar a incendios. Cuando las zonas cercanas a las cajas de fusibles están húmedas, se deben utilizar plataformas de madera o botas de caucho.</p> <p>c) Armarios de control: deben disponerse de forma que los controles resulten accesibles y situarse de modo que el operario no este sometido al peligro que representan piezas con corriente. Recordar a los operarios que cierren las puertas del equipo, la parte anterior de éstas pueden pintarse de color naranja y toda la estructura debe conectarse a tierra. Es conveniente tener el esquema de conexiones del armario de distribución y dispositivos, colocados en forma visible cerca del equipo.</p> <p>d) Motores: todo motor debe ser del tipo y tamaño preciso para la carga y las condiciones en que debe funcionar. La descuidada manipulación de líquidos y el humedecimiento de motores durante las operaciones de limpieza pueden causar averías y peligros de descargas.</p> <p>e) Conexión a tierra: El sistema eléctrico se conecta a tierra con el fin de evitar que se produzcan tensiones excesivas procedentes de fuentes tales como sobretensiones de línea o contacto accidental con líneas de tensiones más elevadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de mando: Los pulsadores pueden hacerse más seguros empleando colores para indicar las funciones del sistema; la norma UNE 20127 (Una Norma Española), marca los siguientes colores para las lamparas de señalización: Rojo: peligro o alarma. • Amarillo: atención; cambio inminente de condición. • Verde: seguridad, autorización para proseguir una maniobra. • Azul: todo significado específico que no esté cubierto por los colores anteriores. <p>f) Reparaciones: al trabajar con equipos eléctricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la prueba de elementos cuando están bajo tensión de servicio. • El personal que carezca de autorización debe mantenerse fuera de las zonas de reparación, mientras se realizan las pruebas e inspecciones oportunas. • Nunca debe procederse a la ejecución de pruebas e inspecciones sin haber revisado antes los planos eléctricos correspondientes y comprobar que estén actualizados, ya que pueden haber modificaciones adicionales. • No se debe abandonar el equipo a probar energizado y sin un aviso de señal. • No se debe trabajar en forma individual, sino bajo la observación de otros. • Cuando se inspeccione el equipo eléctrico, los operarios no deben utilizar prendas sueltas, relojes de pulsera, anillos, etc., que pueden engancharse en piezas móviles.
TIPO DE RIESGO	ASPECTOS
	<p>Las clases de fuego que se pueden presentar en el edificio son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase A: Producido por combustibles ordinarios como basura, madera, papel, trapos grasosos; esta clase se puede apagar con agua. • Clase B : Producido por líquidos inflamables como gasolina y aceites; su extinción se lleva a cabo eliminando el oxígeno. • Clase C: Este ocurre en equipos eléctricos energizados y el agente extintor no debe conducir corriente eléctrica. <p>Para combatir las tres clases de fuego se utilizarán extintores multipropósito ABC manuales; el tipo de agente es polvo químico seco o CO₂.</p>

<i>Riesgos por fuego</i>	y el peso adecuado está entre 10 y 30 libras. Según la norma 1916 ICONTEC (sobre instalación y ubicación de extintores), la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar el extintor más próximo es de 25 m, el extintor debe ser visible y sin quedar expuesto a daños a una altura de 1.5 m.
<i>Caída de materiales</i>	<p>Se presenta por el transporte de elementos, por lo cual se pueden tener medios de protección como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptar las cargas y evitar sacudidas. • Buena iluminación de la zona de circulación y almacenamiento. • Proteger las estanterías y zonas de almacenamiento con defensas adecuadas. <p>Indicar la capacidad máxima de estanterías. Revisar periódicamente el estado de las tarimas de carga.</p>
<i>Resguardos de transmisión mecánica</i>	<p>Se deben tomar las siguientes precauciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las únicas aberturas que se permiten son las correspondientes a la lubricación, ajuste y/o inspección. • Los resguardos deben cubrir todas las piezas móviles de forma tal que ninguna parte del cuerpo entre en contacto con la guarda. • Construir un resguardo que se adapte a las dimensiones y formas de las piezas que se protejan. Preferiblemente deben ser metálicos. • Los resguardos deben quedar bien sujetos, y la mejor forma de conseguirlo consiste en emplear soldadura por puntos, o tornillos. <p>Un resguardo bien diseñado, construido y montado es eficaz para reducir el ruido.</p>
<i>Herramientas</i>	<p>Debido al uso de las herramientas manuales, es importante controlar los accidentes ocasionados por ellas. Las siguientes son prácticas de seguridad para herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar. • Mantener las herramientas en buen estado. • Hacer uso correcto de las herramientas. <p>Guardar las herramientas en un lugar seguro</p>
<i>Riesgos físicos</i>	<p>a) Protección auditiva: Si el nivel de ruido en los puestos de trabajo supera 80 decibeles, los trabajadores deben solicitar orejeras al almacén.</p> <p>b) Protección visual: El soldador debe usar anteojos de soldadura autógena y careta con filtro oscurecido para soldadura de electrodo. En la selección detallada de la protección visual se tendrá presente que cumpla la norma ICONTEC 1826.</p> <p>c) Protección de vías respiratorias: Es necesario usar mascarillas desechables, que cumplan la norma ICONTEC 1584 en actividades de movimiento de partículas y aseo.</p> <p>d) Calzado de seguridad: Los trabajadores deben usar botas industriales.</p> <p>e) Guantes: En trabajos de mantenimiento eléctrico se debe usar guantes aislantes clase II según la norma MT-4; para uso continuo todo operario tendrá guantes de cuero.</p> <p>f) Protección corporal: Para evitar el atrapamiento del cabello se debe usar gorras. Todos los trabajadores se colocarán un overol a la medida y adicionalmente el soldador debe protegerse con un delantal de plomo.</p>
TIPO DE RIESGO	ASPECTOS
Almacenamiento	<p>En el almacén las estanterías deben quedar bien sujetas al suelo; los estantes llevarán bases que se fijan al piso, a la pared y entre si. Cuando se almacena o transporta material, es muy importante el buen estado de la superficie de los pisos. Se deben marcar los pasillos, zonas de descarga y estacionamiento de montacargas.</p> <p>Si la parte superior de las estanterías es inaccesible desde el suelo, se debe disponer de una barra horizontal a lo largo de la estantería, sobre la que se apoyará una escalera manual provista de ganchos en su extremo superior.</p>
Riesgos generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Iluminación. Los lugares de trabajo deberán tener luz natural suficiente y estar equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para mantener la seguridad y salud de los trabajadores. ❖ Señalización. Su objetivo es demarcar los peligros e indicar la conducta a seguir; según el Consejo Colombiano de Seguridad los distintos tipos de señales son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Señal de prohibición: circular, contorno rojo, fondo blanco, figura y texto negro.

	<ul style="list-style-type: none"> • Señal de obligación: circular, fondo azul, figura blanca y texto negro. • Señal de peligro: triangular, contorno rojo, fondo blanco, figura y texto negro. • Señal de salvamento o seguridad: cuadrada, fondo verde, figura blanca. • Señal de incendios: rectangular, fondo rojo, figura y texto blanco. • Señal de información: rectangular, fondo blanco, figura y texto negro. <p>No es conveniente el amontonamiento de señales.</p> <p>Al pintar la maquinaria se consigue identificar la misma y resaltar aquellas partes o piezas que puedan presentar peligro, así como mejorar el orden de la empresa y estimular a los operarios. Se debe emplear un color de fondo sobre las máquinas que permita resaltar aquellas partes que interesen. Como ejemplos de colores de contraste, la norma UNE 0202-A recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amarillo: comandos de las máquinas como palancas y volantes de acción. • Amarillo y negro: costados de escaleras, columnas, barandas y barreras. • Naranja: interior de puertas que deban permanecer cerradas. • Rojo: lugares de los muros en donde estén ubicados los extintores. • Verde: lugares que identifiquen los botiquines de primeros auxilios. • Blanco: color que delimita las áreas de almacenamiento de materiales. <p>La señalización acústica se realiza a través de altavoces o sirenas que señalan señales de emergencia o de evacuación; es necesario que cumpla las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ha de ser conocida de antemano por los receptores. • No debe dar lugar a confusiones. • Ha de sufrir el mínimo enmascaramiento por parte del ruido ambiental. • Tiene que provocar la respuesta esperada. • Debe ser audible en toda la zona de influencia.
--	--

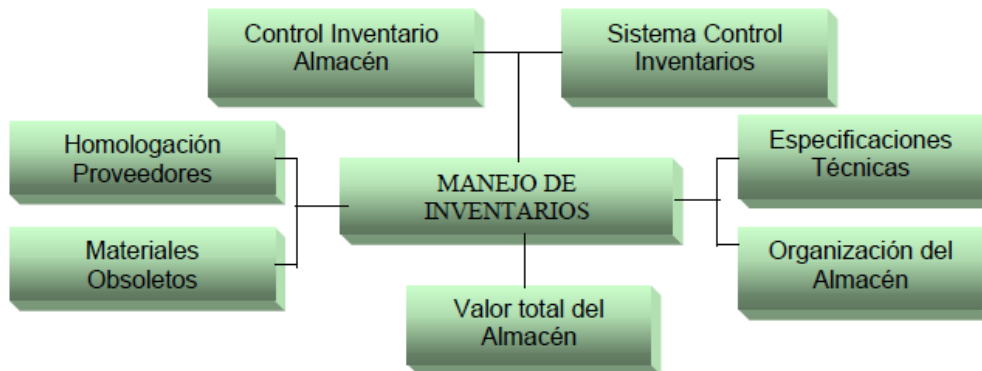
Las principales ventajas de la seguridad industrial son:

- Se disminuye la cuota de la Administradora de Riesgos Profesionales.
- Se disminuyen los riesgos por circunstancias imprevistas y emergentes con la aplicación de la seguridad.
- Utilización de EPP (Elementos de Protección Personal) que minimizaran los daños producidos por el riesgo hecho realidad o traducido como accidente.
- El operario al sentirse seguro, desarrollará su trabajo en forma tal que aumentará la productividad, debido a la motivación que la seguridad le causa.
- La calidad de los productos y del trabajo realizado mejorarán de forma ostensible al aumentar las garantías para el desempeño de sus funciones.
- Se ahorran gastos debidos a accidentes de los operarios y a siniestros en la planta por falta de elementos de seguridad.

- **INVENTARIOS MATERIALES E INSUMOS**

Este ítem representa la importancia de mantener y controlar un inventario adecuado para hacer una buena gestión de mantenimiento porque elimina los excesos y defectos de almacén, eliminación de obsoletos, homologación de repuestos y aplica criterios para la selección y compra de elementos para inventario.

Figura 80 Manejo de Inventarios



Autor: Monografía Modelo Gerencial para Mantenimiento de Edificios pág. 40.

- **Control del inventario de almacén**

Mantenimiento como área concedora del manejo integral del edificio debe encargarse del almacén; por ello es indispensable contar con un inventario actualizado en el cual se genere preferiblemente en forma automática las listas de repuestos a pedir; los artículos utilizados deben relacionarse con un equipo, área y con un trabajo de mantenimiento; el coordinador de mantenimiento debe realizar acuerdos con proveedores para mantener determinados artículos tratando de implantar un justo a tiempo y por último hacer inventarios periódicamente para corroborar que las cantidades que aparecen en el sistema correspondan a las físicas.

- **Sistema de control de inventarios**

El área de mantenimiento debe manejar procedimientos para determinar puntos de reorden para máximos y mínimos en los inventarios, procedimiento para solicitar repuestos a almacén y para entrega de repuestos; además de indicadores de gestión para el manejo de inventarios y procedimiento para manejo de urgencias.

- **Especificaciones técnicas de repuestos**

En cuanto a especificaciones técnicas para pedido de partes y repuestos el área de mantenimiento debe manejar catálogos para solicitar repuestos, manejar fichas técnicas de repuestos como planos y proveedores, además de manejar un procedimiento para solicitar repuestos al departamento de compras.

- **Organización del almacén**

Las estanterías deben encontrarse identificadas y el almacenista debe manejar procedimientos para organizar los repuestos, por ejemplo si se agrupan por máquina o por marca y ubicación fácil de los mismos; los repuestos deben encontrarse perfectamente identificados o codificados y la ubicación de los repuestos debe coincidir con la ficha técnica bien sea programa o cardes. El almacenista debe identificar los repuestos de mayor rotación y el coordinador manejar los índices de gestión.

- **Valor total del almacén**

Los inventarios actuales en cada edificio se deben cuantificar en cuanto a su valor y cuantificar el valor de rotación del inventario.

- **Materiales y repuestos obsoletos**

El almacén es el sitio donde se colocan los elementos que no prestan un servicio útil a los equipos o infraestructura, razón por la cual el departamento de mantenimiento debe manejar procedimientos para disponer de los elementos y materiales obsoletos.

- **Homologación de proveedores**

En vista que el área de mantenimiento maneja una cantidad considerable de talleres, ferreterías y en general proveedores, el coordinador del área debe manejar procedimientos para homologar proveedores y realizar

seguimiento a los mismos en cuanto a costos, tiempo de entrega y calidad de los servicios ejecutados.

4.4.4 Gestión de control.

- INDICADORES DE GESTION

El área de mantenimiento debe tener indicadores de gestión para medir el desempeño de su actividad, definirlos claramente y registrarlos para su análisis. Capacidad que se tendrá de visualizar todas las ordenes de trabajo en proceso o recién cerradas; índices de relación de órdenes de trabajo asignadas a un periodo con órdenes de trabajo no realizadas en el mismo periodo. También mostrará relación de horas hombre reportadas y no reportadas, back log, sobretiempos y costo presupuestado versus costo real ejecutado

En el sector administración de propiedades se pueden manejar índices como los indicados en la tabla.


Tabla 44. Indicadores de Gestión

INDICADOR	INDICE
Satisfacción del cliente	Promedio de Encuestas
Reclamos del cliente	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de reclamos del periodo}}{\text{N}^\circ \text{ reclamos del periodo anterior}}$
Producto No conforme	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Productos no conformes}}{\text{N}^\circ \text{ de servicios prestados}}$
Cumplimiento de cronogramas	$\frac{\text{Cronograma Ejecutado}}{\text{Cronograma Programado}}$
Desempeño de proveedores	$\frac{\text{Promedio seguimiento a proveedores}}{\text{Promedio evaluación a proveedores}}$
Acciones Preventivas	No Acciones Preventivas
Planes de Mejora	Cumplimiento del Plan de mejora
Acciones Correctivas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Acciones Correctivas periodo actual}}{\text{N}^\circ \text{ Acciones Correctivas periodo anterior}}$
Acciones Preventivas	No Acciones Preventivas

El comportamiento de los indicadores de gestión en el área de mantenimiento no solo se deben mostrar a nivel interno para conocimiento del personal

operativo y administrativo, si no a nivel externo para que los clientes se enteren de las tendencias²⁸.

Figura 81 Indicadores de Gestión

		ALCALDIA DE BUCARAMANGA NIT 890.201.222-0 REGIMEN COMUN		
		CUMPLIMIENTO DE TAREAS PROGRAMADAS		
FRENTE	A	C	GENERAL	INDICADOR
Alumbrado Público	2	7	9	77%
Infraestructura	0	24	24	100%
Taller Municipal	2	45	47	95%
GENERAL	4	76	80	95%
Meta Cumplimiento : 96%				

Fuente: Autores

Personal, fallas estructurales, fallas en equipos mecánicos o fallas elementos o equipos de alumbrado público.

- **CONTROL INTERNO**

Esta es una herramienta que vas más allá de ser un ente de control dentro de la Organización, por el contrario será un Departamento u Oficina de acompañamiento la cual medirá y evaluará la eficiencia, eficacia, y economía de los demás procesos técnicos, operativos, seguridad Industrial, y administrativos recomendando y asesorando a la Alta Dirección, revaluando los planes establecidos y recomendando los correctivos necesarios para el cumplimiento de los objetivos y metas trazados. Se encarga de realizar las auditorías a los mantenimientos en obras civiles, instalaciones eléctricas y mantenimiento de equipo pesado, generando Planes de Acción exigiendo su cumplimiento y revisando, Planes de

²⁸ Modelo de Gestión Mtto RCM a Equipos y sistemas eléctricos; pág. 55; YOLVIN HUGO CORTES BELEÑO JORGE LUIS TOVAR MONTERROSA

Mejoramiento basado en las Acciones correctivas planteadas por el Gerente de Mantenimiento para el caso del mantenimiento basado en RCM.

- **SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

La inspección, el seguimiento y el monitoreo se basa en los resultados obtenidos en el proceso de mantenimiento RCM, aunado a él, la seguridad industrial y la salud ocupacional, donde se verifican los procesos de la empresa en este caso para Infraestructura, Taller Municipal y Alumbrado Público, la cual será realizada mensualmente por el ingeniero de mantenimiento o quien haga sus veces por medio de chequeos a toda la infraestructura, a toda la maquinaria y a los equipos de alumbrado público. El ingeniero debe atender los actos o condiciones inseguras que observe o que le comuniquen los operarios, los controles y sus monitoreos no deben limitarse a los lugares donde ya se han producido lesiones graves, por eso hay que estudiar los accidentes sin lesiones o los que han estado a punto de producirse, ya que con frecuencia sirven de pauta para detectar causas como: paradas de obra, parada de maquinaria, daños a terceros, futuras lesiones del personal, fallas estructurales, fallas en equipos mecánicos o fallas elementos o equipos de alumbrado público.

4.5. EJEMPLO RECOMEDACIONES PARA OBRAS CIVILES BASADO EN MANTENIMIENTO RCM

4.5.1. Recomendaciones para la ejecución de estructuras metálicas

El modelo gerencial puede ser aplicado a cualquier tipo de sistema estructural.

Se describen aquí las operaciones para la **Ejecución de Estructuras Metálicas**, desde las tareas en taller hasta los trabajos realizados en obra, así como también los controles de dicha ejecución y de sus materiales.

Incluye elaboración, suministro y montaje de toda la Estructura Metálica, bien sea soldada o atornillada.

Figura 82 Estructura Combinada Metálica Concreto



Fuente: Foto Libro Estructuras de Hoy Revista Construaprende NSR2010

Tareas Previas

Antes de comenzar con la fabricación, deberán estar confeccionados los planos de taller.

Previamente al montaje de la estructura metálica, estará ejecutada la cimentación correspondiente, respetando todas las cotas de proyecto y provista ésta de sus correspondientes elementos de unión con la estructura (chapas de anclaje, cajetines, etc.)

Replanteo

Comprobar en obra las cotas de replanteo de la estructura para la realización de los planos de taller, para definir completamente todos los elementos de la estructura.

Estos planos deberán contener:

- a) Las dimensiones necesarias para la definición de todos los elementos integrantes de la estructura.
- b) Las contraflechas de vigas, cuando se hayan previsto.

- c) La disposición de las uniones, inclusive todas las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases de unión: de fuerza y de atado.
- d) El diámetro de los agujeros de tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- e) Las clases y diámetros de los tornillos empleados.
- f) La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos usados en cada caso y posiciones de soldeo, los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- g) Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.
- h) Todo plano de taller debe indicar tipo de perfiles, clases de aceros usados, los pesos y marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

Proceso Constructivo

En la ejecución de una estructura metálica hay que distinguir dos fases:

- Fabricación en Taller
- Montaje en Obra

Fabricación en Taller

Los trabajos a realizar en taller conllevan un proceso en el orden siguiente:

1. Plantillaje
2. Preparación, enderezado y conformación
3. Marcado de ejecución
4. Cortes y perforaciones
5. Armado
6. Preparación de superficies y pintura
7. Marcado e identificación de elementos

1. Plantillaje.

Consiste en realizar las plantillas a tamaño natural de todos los elementos que lo requieren, en especial las plantillas de los nudos y las de las cartelas de unión.

Cada plantilla llevará la marca de identificación del elemento a que corresponde y los números de los planos de taller en que se define. Se indicarán los diámetros definitivos de cada perforación y su exacta posición.

El trazado de las plantillas es realizado por personal especializado, ajustándose a las cotas de los planos de taller, con las tolerancias fijadas en el proyecto o las que se indican en la normativa NBE-EA-95.

Las plantillas se realizarán en un material que no se deforme ni se deteriore durante su manipulación.

2. Preparación enderezado y conformación.

Estos trabajos se efectúan previamente al marcado de ejecución, para que todos tengan la forma exacta deseada.

En cada uno de los productos se procederá a:

- Eliminar los defectos de laminación, que por detalles mínimos, no han sido descartados.
- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Eliminar toda la suciedad e impurezas que se hayan adherido.

La operación de enderezado en los perfiles y la de planeado en las chapas se hará en frío preferentemente, mediante prensa o máquina de rodillos.

Los trabajos de plegado o curvado se realizarán también en frío.

No se admite en el producto ninguna abolladura a causa de las compresiones, ni grietas debidas a las tracciones que se produzcan durante la conformación.

Si excepcionalmente se efectuase en caliente, se seguirán los pasos siguientes:

a) El calentamiento se realizará, a ser posible, en horno. Se admite el calentamiento en fragua u hornillo. No es conveniente el calentamiento directo con soplete. El enfriamiento se realizará al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

b) Se calentará a una temperatura máxima de 950°C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura disminuya debajo de 700°C (rojo sombra), para volver a calentar la pieza.

c) Se tomarán todos los recaudos que sean necesarios para no alterar la estructura del acero, ni introducir tensiones parásitas durante las etapas de calentamiento y de enfriamiento.

La conformación podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa no supere los 9 mm. o el radio de curvatura no sea menor que 50 veces el espesor.

3. Marcado de ejecución.

Estas tareas se efectúan sobre los productos preparados de las marcas precisas para realizar los cortes y perforaciones indicadas.

4. Cortes y perforaciones.

Este procedimiento de corte sirve para que las piezas tengan sus dimensiones definitivas. El corte puede hacerse con sierra, cizalla, disco o máquina de oxicorte. No se permite el corte con arco eléctrico. El uso de la cizalla se permite solamente para chapas, planos y angulares, de un espesor que no sea superior a 15 mm.

La máquina oxicorte se permite tomando las precauciones necesarias para conseguir un corte regular, y para que las tensiones o transformaciones de origen térmico producidas no causen perjuicio alguno.

El óxido adherido y rebabas, estrías o irregularidades en bordes, producidas en el corte, se eliminarán posteriormente mediante piedra esmeril, buril y esmerilado posterior, cepillo o fresa, terminándose con esmerilado fino. Esta operación deberá efectuarse con mayor esmero en las piezas destinadas a estructuras que serán sometidas a cargas dinámicas.

Los biseles se realizarán con las dimensiones y los ángulos marcados en los planos de taller. (Con las tolerancias señaladas en el apartado 5.5. de la NBE EA-95). Se recomienda su ejecución mediante máquina herramienta u oxicorte automático, con estas prescripciones permitiéndose buril y esmerilado posterior.

Todo ángulo entrante debe ejecutarse sin arista viva, redondeado con el mayor radio posible.

Es conveniente fresar los bordes de apoyo de todo soporte en un plano perpendicular a su eje, para lograr un contacto perfecto con la placa o con soportes contiguos.

Los agujeros para tornillos se perforan con taladro, autorizándose el uso de punzón en los casos particulares indicados y bajo las condiciones prescritas a continuación:

El punzón debe estar en perfecto estado, sin ningún desgaste ni deterioro. Se permite el punzonado en piezas de acero A37 cuyo espesor no sea mayor que 15 mm., que no se destinen a estructuras sometidas a cargas dinámicas.

En todas las piezas de acero A42 y A52, los agujeros deben ejecutarse siempre con taladro.

El taladro se realizará, en general, a diámetro definitivo, salvo en los agujeros en que sea previsible rectificación para coincidencia. No se permite el punzonado a diámetro definitivo.

El taladrado se ejecuta con diámetro reducido, 1 mm. menor que el diámetro definitivo, cuando sea previsible rectificación para coincidencia.

El punzonado se ejecuta con diámetro reducido, 3 mm. menor que el diámetro definitivo.

La rectificación de los agujeros de una costura, si es necesaria, se realiza con escariador mecánico. Se prohíbe hacerlo mediante broca pasante o lima redonda.

Se recomienda que, siempre que sea posible, se taladren de una vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas se separarán para eliminar las rebabas.

Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se ejecutan siempre con taladro de diámetro nominal de la espiga, las tolerancias están indicadas en la normativa NBE EA-95.

5. Armado.

Figura 83 Armado de estructura: estructura metálica y concreto



Fuente: Foto Libro Estructuras de Hoy Revista Construye NSR2010

Armado en Obra

Esta operación tiene por objeto presentar en taller cada uno de los elementos estructurales que lo requieran, ensamblando las piezas que se han elaborado, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas.

Se armará el conjunto del elemento, tanto el que ha de unirse definitivamente en taller como el que se unirá en obra.

Las piezas que han de unirse con tornillos calibrados o tornillos de alta resistencia se fijarán con tornillos de armado, de diámetro no más de 2 mm. menor que el diámetro nominal del agujero correspondiente.

Se colocará el número suficiente de tornillos de armado apretados fuertemente con llave manual, para asegurar la inmovilidad de las piezas armadas y el íntimo contacto entre las superficies de unión.

Las piezas que han de unirse con soldadura, se fijarán entre sí con medios adecuados que garanticen, sin una excesiva coacción, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente, para conseguir exactitud en la posición y facilitar el trabajo de soldeo.

Para la fijación no se permite realizar taladros o rebajos que no estén indicados en los planos de taller.

Como medio de fijación de las piezas entre sí puede emplearse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas que van a unirse. El número y el tamaño de los puntos de soldadura será el mínimo necesario para asegurar la inmovilidad.

Estos puntos de soldadura pueden englobarse en la soldadura definitiva si se limpian perfectamente de escoria, no presentan fisuras u otros defectos, y después se liman con buril sus cráteres extremos.

No se permite de ningún modo fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

Con el armado se verifica que la disposición y la dimensión del elemento se ajuste a las indicadas en los planos de taller.

Deberán rehacerse o rectificarse todas las piezas que no permitan el armado en las condiciones arriba indicadas.

Finalizado el armado, y comprobada su exactitud, se procede a realizar la unión definitiva de las piezas que constituyen las partes que hayan de llevarse terminadas a la obra. Las prescripciones para las uniones atornilladas y para las uniones soldadas, son objeto de Criterios de Ejecución aparte, como son 02.06.02 Uniones Soldadas y 02.06.03 Uniones Atornilladas.

No se retirarán las fijaciones de armado hasta que quede asegurada la indeformabilidad de las uniones.

6. Preparación de superficies y pintura.

Todos los elementos estructurales deben ser suministrados, salvo otra especificación particular, con la preparación de las superficies e imprimación correspondiente.

Las superficies se limpiarán cuidadosamente, eliminando todo rastro de suciedad, cascarilla óxido, gotas de soldadura o escoria, mediante chorreado abrasivo, para que la pieza quede totalmente limpia y seca.

A continuación recibirán en taller una capa de imprimación (rica en zinc de silicato de etilo con 70 a 75 μm de espesor eficaz de película seca) antes de entregarla para el montaje de obra.

7. Marcado e identificación.

En cada una de las piezas preparadas en el taller se marcará con pintura la identificación correspondiente con que ha sido designada en los planos de taller para el armado de los distintos elementos.

Del mismo modo, cada uno de los elementos terminados en el taller llevará la marca de identificación prevista en los planos de taller para determinar su posición relativa en el conjunto de la obra.

Montaje en Obra

Dentro de esta fase el proceso a seguir es el siguiente:

- **Programa de Montaje.**
- **Recepción, Almacenamiento y Manipulación.**
- **Montaje.**

Programa de Montaje.

Se redactará un programa de montaje detallando lo siguiente:

- a) Descripción de la ejecución en fases, el orden asignado y los tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- b) Descripción del equipo a emplear en el montaje de cada fase.
- c) Cimbras, apeos y todo elemento empleado para sujeción provisional.
- d) Listado del personal asignado para realizar cada fase con especificación de su calificación profesional.
- e) Elementos de seguridad y protección del personal.
- f) Control y verificación de los replanteos.
- g) Control y verificación de aplomos, nivelaciones y alineaciones.

Recepción, Almacenamiento y Manipulación.

Todos los elementos de la estructura deben tener sus marcas de identificación. El almacenamiento y depósito de los elementos que integran la obra se debe hacer guardando un orden estricto y en forma sistemática, a fin de no generar demoras o errores en el montaje.

Las manipulaciones para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje deben efectuarse con el cuidado suficiente para no producir

solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar las piezas o la pintura.

Deben protegerse las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, ganchos o cables que se utilicen en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Antes de realizar el montaje, se deberá corregir con cuidado cualquier abolladura, torcedura o comba que haya aparecido durante las operaciones de transporte. Si el defecto no se puede corregir, o se presume que después de corregido puede afectar la resistencia o estabilidad de la estructura, se rechaza la pieza marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Montaje.

Sobre las cimentaciones previamente ejecutadas se apoyan las bases de los primeros pilares o pórticos. Estas bases se nivelan con cuñas de acero. Es conveniente que la separación esté comprendida entre 40 y 80 mm. Después de acuñadas las bases, se procede a la colocación de vigas del primer forjado y luego se alinean y aploman los pilares y pórticos.

Los espacios entre las bases de los pilares y la cimentación deben limpiarse y luego se rellenan por completo con mortero u hormigón de cemento portland y árido; el árido no podrá tener una dimensión mayor que $\frac{1}{5}$ del espesor del espacio que debe rellenarse, y su dosificación no menor que $\frac{1}{2}$.

Las sujeciones provisionales de los elementos durante fase de montaje se aseguran para resistir cualquier esfuerzo que se produzca durante los trabajos. En el montaje se realiza el ensamble de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas.

No se comienza el atornillado definitivo o soldeo de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición definitiva.

Las uniones atornilladas o soldadas seguirán deben realizarse según las especificaciones de la normativa en vigor.

Criterios de Medición

Se calcula por Peso: **kg.** de estructura realmente montada.

Control de Calidad

Dicho control se llevará a cabo en las dos fases del proceso:

Fabricación en Taller y Montaje en Obra.

Fabricación en Taller

Control de las dimensiones de piezas y elementos: se realizar el control en el plantillaje, marcado, corte, perforación y soldadura.

Armado

Se harán las siguientes comprobaciones:

- Identificación y disposición de elementos.
- Situación de los ejes de simetría.
- Situación de las zonas de sujeción a elementos contiguos.
- Ausencia de alabeos y abolladuras.

Soldadura

Se realizan los ensayos definidos en el correspondiente pliego, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías y/o ultrasonidos. Ç

Se realiza siempre una inspección visual donde no se admiten los defectos que se describen en el P.P.I. (ver detalle P.P.I.).

Pintura

Deben realizarse las siguientes comprobaciones:

Revisión de certificados de pintura.
Inspección visual de la preparación de superficies.
Ensayo de adherencia.
Control de espesor eficaz.

Atornillado o Soldadura

En el atornillado se verificará el par de apriete y en la soldadura realizada en obra se aplicará lo mismo que para las realizadas en taller (ver C.E. 02.06.02 Uniones soldadas y 02.06.03 Uniones atornilladas).

Control de los Materiales

Todos los materiales recibidos serán objeto de Recepción y Ensayo.
El fabricante debe garantizar las características mecánicas y la composición química de los materiales que suministra, es decir, garantizar que se cumplen las condiciones especificadas en la normativa NBE-EA-95.

Todos los materiales deben llevar las siglas de la fábrica, el tipo de acero y la denominación del producto, marcados debidamente.

Hay que definir el tipo de acero de la estructura, así como las operaciones y sus tolerancias tanto de la "fabricación en taller" como del "montaje en obra".

Medios Necesarios

Materiales

Designación de Aceros.

Todos los aceros utilizados en la fabricación de estructuras deben estar de acuerdo con las normas y calidades especificadas del proyecto, y de acuerdo a la normativa en vigor.

Productos de Acero para Estructuras. Estos son:

a. Perfiles y chapas de acero laminado (en caliente).

- b. Perfiles huecos de acero.
- c. Perfiles y placas conformadas de acero.
- d. Tornillos, tuercas y arandelas.

a. Perfiles y chapas de acero laminado en caliente.

Aceros ordinarios utilizados como calidades A37b, A42b

Aceros de alta resistencia utilizados: A52b

Perfiles: IPN, IPE, HEB, HEA, HEM, UPN, L, LD y T. Redondo, cuadrado, rectangular o chapa.

b. Perfiles huecos de acero.

De acero A42b, no aleado. Las características mecánicas y su composición química se describen en la normativa correspondiente.

La serie de productos utilizados puede ser: Perfil hueco: redondo, cuadrado y rectangular.

c. Perfiles y placas conformadas de acero.

De acero A37b, no aleado. Las características mecánicas y su composición química se describen en la normativa correspondiente.

La serie de productos utilizados puede ser: en placas: onduladas, grecadas, nervadas y agrafadas.

d. Tornillos, tuercas y arandelas

Clase T: tornillos ordinarios según NBE-EA95, apartado 2.5.3.

Clase TC: tornillos calibrados según NBE-EA95, apartado 2.5.4.

Clase TR: tornillos de alta resistencia según NBE-EA95, apartado 2.5.7.

Los tornillos ordinarios se emplean con productos de acero de los tipos A37 y A42.

Los tornillos calibrados se emplean con productos de acero A37, A42 y A52.

Los tornillos de alta resistencia pueden emplearse con aceros de cualquier tipo.

Todas las tuercas y arandelas se indican en la normativa correspondiente.

Mano de Obra

NBE-EA-95.- Estructura de Acero en Edificación

Norma UNE-ENV-1090-1. Ejecución de Estructuras de Acero. Parte 1: Reglas Generales y Reglas para Edificación.

Artículos Relacionados

4.6 EJEMPLOS DE MONITOREOS VISUALES PLAN DE MANTENIMIENTO PARA ESTRUCTURAS EN CONCRETO.

CIMENTACIONES

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a los elementos componentes de la cimentación, en la que figurarán las solicitudes para las que ha sido proyectado el edificio.

Cualquier modificación de los elementos componentes de la cimentación que puedan modificar las condiciones de trabajo previstas en el proyecto debe ser justificada y comprobada mediante los cálculos oportunos, realizados por un técnico competente.

La cimentación es difícil de mantener; es más fácil prever las actuaciones y prevenir su degeneración atendiendo a los factores que puedan alterar su durabilidad, de los que protegerse de la humedad es el más importante.

C.P.I CIMENTACIONES PILOTES “IN SITU”

PRECAUCIONES

Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitudes previstas, será necesario el dictamen de un técnico competente.

PRESCRIPCIONES

La propiedad deberá conservar en su poder la documentación técnica, en la que figurarán las solicitudes para las que han sido previstos los grupos de

pilotes.

PROHIBICIONES

No se permitirá ningún trabajo en la propia cimentación o en zonas próximas que afecte a las condiciones de solidez y estabilidad parcial o general del edificio, sin la autorización previa de un técnico competente.

MANTENIMIENTO:

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada 5 años:

- Inspección general, observando si aparecen fisuras en forjados, muros o pilares, o cualquier otro tipo de lesión.

ESTRUCTURAS:

En las instrucciones de uso se recogerá toda la información necesaria para que el uso del edificio sea conforme a las hipótesis adoptadas en las bases de cálculo.

De toda la información acumulada sobre una obra, las instrucciones de uso incluirán aquellas que resulten de interés para la propiedad y para los usuarios, que como mínimo serán:

- Acciones permanentes.
- Sobrecargas de uso.
- Deformaciones admitidas, incluidas las del terreno, en su caso.
- condiciones particulares de utilización, como el respeto a las señales de limitación de sobrecarga, o el mantenimiento de las marcas o bolardos que definen zonas con requisitos especiales al respecto.
- En su caso, las medidas adoptadas para reducir los riesgos de tipo estructural.

El plan de mantenimiento, en lo correspondiente a los elementos estructurales, se establecerá en concordancia con las bases de cálculo y con cualquier información adquirida durante la ejecución de la obra que pudiera ser de interés, e identificará:

- el tipo de los trabajos de mantenimiento a llevar a cabo.
- lista de los puntos que requieran un mantenimiento particular.
- el alcance, la realización y la periodicidad de los trabajos de conservación.
- un programa de revisiones.

Cualquier modificación de los elementos componentes de la estructura que pueda modificar las condiciones de trabajo previstas en el proyecto debe ser justificada y comprobada mediante los cálculos oportunos, realizados por un técnico competente.

Su mantenimiento se debe ceñir principalmente a protegerla de acciones no previstas sobre el edificio, cambios de uso y sobrecargas en los forjados, así como de los agentes químicos y de la humedad (cubierta, voladizos, plantas bajas por capilaridad) que provocan la corrosión de las armaduras.

Las estructuras convencionales de edificación no requieren un nivel de inspección superior al que se deriva de las inspecciones técnicas rutinarias de los edificios. Es recomendable que estas inspecciones se realicen al menos cada 10 años, salvo en el caso de la primera, que podrá desarrollarse en un plazo superior.

En este tipo de inspecciones se prestará especial atención a la identificación de los síntomas de daños estructurales, que normalmente serán de tipo dúctil y se manifiestan en forma de daños de los elementos inspeccionados (deformaciones excesivas causantes de fisuras en cerramientos, por ejemplo). También se identificarán las causas de daños potenciales

(humedades por filtración o condensación, actuaciones inadecuadas de uso, etc.)

Es conveniente que en la inspección del edificio se realice una específica de la estructura, destinada a la identificación de daños de carácter frágil como los que afectan a secciones o uniones (corrosión localizada, deslizamiento no previsto de uniones atornilladas, etc.), daños que no pueden identificarse a través de sus efectos en otros elementos no estructurales. Es recomendable que las inspecciones de este tipo se realicen al menos cada 20 años.

EHL. ESTRUCTURAS HORMIGON ARMADO FORJADOS DE LOSA MACIZA

PRECAUCIONES

Se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

En caso de realizar grandes orificios, se procurará distanciarlos y se evitará dejar al aire hierros de la armadura.

Se evitarán situaciones de humedad persistente que pueden ocasionar corrosión de los hierros.

PRESCRIPCIONES

Se indicará de manera visible, especialmente en locales comerciales, de almacenamiento y de paso, la limitación de sobrecargas a que quedan sujetos.

En caso de aparición de fisuras, manchas de óxido o erosiones por golpes, el usuario avisará a un técnico competente para que dictamine su importancia y si procede, las medidas a implementar.

Erosiones, desconchones y/o humedades no persistentes, serán reparadas por un técnico competente.

PROHIBICIONES

No se realizará ningún tipo de actuación sobre los elementos estructurales del edificio sin el estudio previo y autorización por parte de un técnico competente.

No se levantarán cerramientos en aquellos lugares que no estén previstos en proyecto, ya que pueden ser causantes de deformaciones excesivas por el aumento de cargas.

No se realizarán grandes orificios sin supervisión de un técnico competente.

No se sobrepasarán las sobrecargas de uso ni las hipótesis de carga.

Se prohibirá cualquier uso que produzca una humedad mayor que la habitual.

MANTENIMIENTO:

POR EL USUARIO

Cada 5 años:

- Inspección visual, observando si aparecen en alguna zona deformaciones, como abombamientos en techos, baldosas desencajadas, puertas o ventanas que no ajustan, fisuras en el cielo raso, tabiquería u otros elementos de cerramiento, señales de humedad, desconchados en el revestimiento de hormigón o manchas de óxido en elementos de hormigón.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada año:

- Inspección de las juntas de dilatación.

Cada 5 años:

- Renovación de las juntas estructurales en las zonas de sellado deteriorado.

EAV ESTRUCTURAS ACERO VIGAS

PRECAUCIONES

Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitaciones previstas, será necesario el dictamen de un técnico competente.

PRESCRIPCIONES

En caso de producirse fugas de saneamiento o abastecimiento, o infiltraciones de cubierta o fachada, se repararán rápidamente para que la humedad no ocasione o acelere procesos de corrosión de la estructura.

La propiedad deberá conservar en su poder la documentación técnica relativa a los elementos realizados, en la que figurarán las solicitaciones para las que han sido previstos.

Se repararán o sustituirán los elementos estructurales deteriorados o en mal estado por un profesional cualificado.

PROHIBICIONES

No se manipularán las vigas ni se modificarán las solicitaciones previstas en proyecto sin un estudio previo realizado por un técnico competente.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada año:

- Inspección visual de fisuras en forjados y tabiques, así como de humedades que puedan deteriorar la estructura metálica.

POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

Cada año:

- Protección de la estructura metálica con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes agresivos.

Cada 3 años:

- Protección de la estructura metálica con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes no agresivos.
- Inspección del estado de conservación de la protección contra el fuego de las vigas vistas, procediéndose al repintado o reparación si fuera preciso. Para volver a pintar la viga, bastará con limpiar las manchas si el recubrimiento está en buen estado. En el caso de existir ampollas, desconchados, agrietamiento o cualquier otro tipo de defecto, como paso previo a la pintura, se eliminarán las partes sueltas con cepillo de alambre, se aplicará una composición decapante, se lijará y se lavará.

Cada 10 años:

- Inspección visual, haciéndola extensiva a los elementos de protección, especialmente a los de protección contra incendio.

EAM ESTRUCTURAS ACERO MONTAJE INDUSTRIALIZADOS

PRECAUCIONES

Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitaciones previstas, será necesario el dictamen de un técnico competente.

PRESCRIPCIONES

La propiedad deberá conservar en su poder la documentación técnica relativa a los elementos realizados, en la que figurarán las solicitaciones para las que han sido previstos.

En caso de producirse fugas de saneamiento o abastecimiento, o infiltraciones de cubierta o fachada, se repararán rápidamente para que la humedad no ocasione o acelere procesos de corrosión de la estructura.

Se repararán o sustituirán los elementos estructurales deteriorados o en mal estado por un profesional cualificado.

Las placas de anclaje deberán estar protegidas por hormigón. En el caso que éste estuviese agrietado o fisurado se eliminará, se limpiarán las placas de óxido y se colocará una nueva capa de hormigón.

PROHIBICIONES

No se manipularán los elementos estructurales ni se modificarán las solicitaciones previstas en proyecto sin un estudio previo realizado por un técnico competente.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada año:

- Inspección visual de fisuras en forjados y tabiques, así como de

humedades que puedan deteriorar la estructura metálica.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada año:

- Protección de la estructura metálica con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes agresivos.

Cada 3 años:

- Protección de la estructura metálica con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes no agresivos.
- Inspección del estado de conservación de la protección contra el fuego de la estructura, y cualquier tipo de lesión, procediéndose al repintado o reparación si fuera preciso.

Cada 10 años:

Inspección visual, haciéndola extensiva a los elementos de protección, especialmente a los de protección contra incendio.

EHM ESTRUCTURAS HORMIGON ARMADO MUROS

PRECAUCIONES

Se evitarán situaciones de humedad persistente que pueden ocasionar corrosión de los hierros.

En caso de realizar grandes orificios, se procurará distanciarlos y se evitará dejar al aire hierros de la armadura.

PRESCRIPCIONES

Cuando se prevea una modificación del uso que pueda alterar las solicitaciones previstas, será necesario el dictamen de un técnico competente.

En caso de quedar hierros al descubierto, las armaduras deberán protegerse con resinas sintéticas que aseguren la perfecta unión con el hormigón existente, nunca con yeso.

Erosiones, desconchones y/o humedades no persistentes, serán reparadas por un técnico competente.

PROHIBICIONES

Está terminantemente prohibida toda manipulación (picado o perforado) que disminuya su sección resistente o deje las armaduras al descubierto. En este último caso, nunca se protegerán con yeso las armaduras.

No se realizarán grandes orificios sin supervisión de un técnico competente.

No se sobrepasarán las sobrecargas de uso ni las hipótesis de carga.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada 5 años:

Inspección visual, observando si aparecen fisuras y grietas en paredes o fachadas, desconchados en el revestimiento de hormigón, aparición de manchas de óxido en elementos de hormigón armado o cualquier otro tipo de lesión como desplomes de paredes o fachadas.

POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

Cada año:

Inspección de las juntas de dilatación.

Cada 5 años:

Renovación de las juntas estructurales en las zonas de sellado deteriorado.

QAB CUBIERTAS PLANAS TRANSITABLES NO VENTILADAS

PRECAUCIONES

Se utilizarán solamente para el uso para el cual se hayan previsto.

Se evitará el almacenamiento de materiales u otros elementos y el vertido de productos químicos agresivos.

Se mantendrán limpias y sin hierbas.

No se colocarán jardineras cerca de los desagües o bien se colocarán elevadas para permitir el paso del agua.

Se limitará la circulación de las máquinas a lo estrictamente necesario, respetando los límites de carga impuestos por la documentación técnica.

PRESCRIPCIONES

Deberá avisarse a un técnico competente si se observan humedades en el forjado bajo cubierta, puesto que pueden tener un efecto negativo sobre los elementos estructurales.

Se inspeccionará después de un periodo de fuertes lluvias, nieve o vientos poco frecuentes la aparición de humedades en el interior del edificio o en el exterior para evitar que se obstruya el desagüe. Así mismo, se comprobará la ausencia de roturas o desprendimientos de los elementos de remate de los bordes y encuentros.

La reparación de la impermeabilización deberá ser realizada por personal especializado, que irá provisto de calzado de suela blanda, sin utilizar en el mantenimiento materiales que puedan producir corrosiones, tanto en la protección de la impermeabilización como en los elementos de sujeción, soporte, canalones y bajantes.

PROHIBICIONES

No se ubicarán sobre la cobertura elementos que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a los paramentos.

No se modificarán las características funcionales o formales de los faldones, limas o desagües.

No se modificarán las solicitaciones ni se sobrepasarán las cargas previstas.

No se añadirán elementos que dificulten el desagüe.

No se verterán productos agresivos tales como aceites, disolventes o productos de limpieza.

No se anclarán conducciones eléctricas por personal no especializado.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada año:

Eliminación de cualquier tipo de vegetación y de los materiales acumulados por el viento.

Retirada periódica de los sedimentos que puedan formarse en la cubierta por retenciones ocasionales de agua.

Eliminación de la nieve que obstruya los huecos de ventilación de la cubierta.

POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

Cada año:

Conservación en buen estado de los elementos de albañilería relacionados con el sistema de estanqueidad.

Comprobación de la fijación de la impermeabilización al soporte y reparación de los defectos observados.

Cada 3 años:

Comprobación del estado de conservación de la protección, verificando que se mantiene en las condiciones iniciales.

RSC REVESTIMIENTOS SUELOS Y PAVIMENTOS CEMENTO/TERRAZO

PRECAUCIONES

Se evitarán los productos abrasivos y objetos punzantes que puedan rayar, romper o deteriorar el pavimento.

Se evitará la caída de objetos punzantes o de peso que puedan dañar o incluso romper el pavimento.

Se evitarán las ralladuras producidas por el giro de las puertas o el movimiento del mobiliario que carezca de protección en los apoyos.

Se evitará la permanencia en el suelo de los agentes agresivos admisibles y la caída de los no admisibles.

PRESCRIPCIONES

El tipo de uso deberá ser el adecuado al material colocado (grado de dureza), para que no sufra pérdida de color ni deterioro de la textura exterior.

Al concluir la obra, la propiedad deberá conservar una reserva de materiales utilizados en el revestimiento, equivalente al 1% del material colocado, en previsión de reformas y corrección de desperfectos.

Deberán eliminarse inmediatamente las manchas que pudiesen penetrar en las piezas por absorción debida a la porosidad de las mismas.

Ante la aparición de manchas negras o verduscas en el revestimiento, deberán identificarse y eliminarse las causas de la humedad lo antes posible.

Deberá repararse el revestimiento con los mismos materiales utilizados originalmente y en la forma indicada para su colocación por personal especializado.

Deberán limpiarse periódicamente los solados de terrazo mediante lavado con jabón neutro; en caso de solados de cemento la limpieza será en seco o en húmedo con detergentes neutros diluidos en agua tibia.

PROHIBICIONES

No se admitirá el encharcamiento de agua que, por filtración, puede afectar al forjado y a las armaduras del mismo o manifestarse en el techo de la vivienda inferior y afectar a los acabados e instalaciones.

No se superarán las cargas máximas previstas.

No se utilizarán para la limpieza productos de uso doméstico tales como agua fuerte, lejías, amoníacos u otros detergentes de los que se desconozca si tienen sustancias que pueden perjudicar al pavimento o a sus juntas. En ningún caso se utilizarán ácidos.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada 2 años:

Sellado de las juntas sometidas a humedad constante (entrega de aparatos sanitarios) con silicona que garantice la impermeabilización de las juntas.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada año:

- Encerado o pulido en pavimentos de tránsito peatonal muy intenso.

Cada 2 años:

- Comprobación de la ausencia de procesos patológicos tales como erosión mecánica, erosión química, grietas y fisuras, desprendimientos, humedades capilares y humedades accidentales.
- Encerado o pulido en pavimentos de tránsito peatonal intenso.

Cada 3 años:

- Encerado o pulido en pavimentos de tránsito peatonal medio.

Cada 4 años:

- Encerado o pulido en pavimentos de tránsito peatonal moderado.

Cada 5 años:

- Inspección general del pavimento.
- Encerado o pulido en pavimentos de tránsito peatonal leve.

RSS REVESTIMIENTO SUELOS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES

PRECAUCIONES

Se evitarán los productos abrasivos y objetos punzantes que puedan rayar, romper o deteriorar el pavimento.

Se evitará la caída de objetos punzantes o de peso que puedan dañar o incluso romper el pavimento.

Se evitarán las ralladuras producidas por el giro de las puertas o el movimiento del mobiliario que carezca de protección en los apoyos.

Se evitará la permanencia en el suelo de los agentes agresivos admisibles y la caída de los no admisibles.

PRESCRIPCIONES

El tipo de uso deberá ser el adecuado al material colocado (grado de dureza), para que no sufra pérdida de color ni deterioro de la textura exterior.

Al concluir la obra, la propiedad deberá conservar una reserva de materiales utilizados en el revestimiento, equivalente al 1% del material colocado, en previsión de reformas y corrección de desperfectos.

Deberá repararse el revestimiento con los mismos materiales utilizados originalmente y en la forma indicada para su colocación por personal especializado.

Deberán limpiarse periódicamente los pavimentos sintéticos con paño húmedo, agua jabonosa y suficiente aclarados para su posterior eliminación.

Deberán limpiarse periódicamente los pavimentos de goma, con paño húmedo y agua jabonosa. En caso de presencia de grasas o aceites, se retirarán inmediatamente, aplicando un disolvente que no afecte a la composición y características de la goma.

PROHIBICIONES

No se admitirá el encharcamiento de agua que, por filtración, puede afectar al forjado y a las armaduras del mismo o manifestarse en el techo de la vivienda inferior y afectar a los acabados e instalaciones.

No se superarán las cargas máximas previstas.

No se utilizarán productos agresivos de limpieza tales como agua fuerte o lejías.

MANTENIMIENTO

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

- Cada 5 años:

Inspección general del pavimento, procediéndose a las reparaciones necesarias bajo dirección de técnico competente.

MOBILIARIO URBANO JUEGOS INFANTILES

PRECAUCIONES

- En caso de pequeñas grietas o fisuras superficiales en la madera, se rellenarán con masilla resistente a la intemperie.
- La pintura se repasará con un trapo o pincel si comienza a desaparecer por el uso.

PRESCRIPCIONES

- Si se observaran defectos graves que puedan repercutir de manera negativa en la seguridad, deberán subsanarse inmediatamente. Si el problema detectado no puede solucionarse de inmediato, se deberá desmontar el aparato y retirarlo.
- Deberá controlarse periódicamente que las tuercas no se hayan aflojado.
- Si se produce desgaste de las cadenas por rozamiento, deberán cambiarse.

- Si la plataforma o los escalones están sucios con barro, deberán limpiarse para evitar resbalones.

PROHIBICIONES

No se permitirá la utilización de los juegos en caso de detectarse cualquier problema.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada 2 meses:

- Verificación de la inexistencia de elementos sueltos o daños visibles.
- Comprobación de que las paredes, barandas y contenciones están en su sitio y firmemente aseguradas.
- Revisión de los elementos móviles.
- Control de las cadenas o sogas, no debiendo estar excesivamente desgastadas.
- Control del tobogán, no debiendo presentar grietas en la madera.
- Comprobación de que la pintura de las placas no está desgastada.
- Inspección visual de las uniones atornilladas.
- Comprobación de que las estacas están firmemente fijadas al suelo.
- Verificación de la inexistencia de elementos próximos al parque, en los cuales los niños puedan tropezar o que puedan suponer un peligro en caso de caídas o en los que haya fragmentos de vidrio u otros materiales cortantes o punzantes.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada año:

- Renovación de la protección contra la intemperie en todos los elementos de madera, placas o metal pintados.
- Sustitución de las tuercas que muestren intensos síntomas de corrosión o desgaste.
- Sustitución de los componentes de madera, sogas, cadenas o estacas que tengan un deterioro importante.

Cada 2 años:

- Comprobación de la ausencia de procesos patológicos tales como erosión mecánica, erosión química, grietas y fisuras, desprendimientos, humedades capilares y humedades accidentales en los revestimientos.

Cada 5 años:

- Revisión de los distintos revestimientos, con reposición cuando sea necesario.
- Comprobación del estado y relleno de juntas en los revestimientos.

MUROS DE CONTENCION

PRECAUCIONES

- Se evitará en la explanada inferior y junto al muro abrir zanjas paralelas al mismo.
- Se evitará en la proximidad del muro la instalación de conducciones de agua a presión.

- Las aguas superficiales se llevarán a la red de alcantarillado o de drenaje de viales por medio de superficies estancas, con el fin de mantener la capacidad de drenaje del trasdós del muro para emergencias.
- Se colocarán en sitios visibles de la explanada superior placas con escritura indeleble en las que se prohíba disponer junto al muro sobrecargas superiores a 1 T/m^2 hasta una distancia de $2 H$ metros, siendo H la altura del fuste del muro utilizado.

PRESCRIPCIONES

- La propiedad deberá conservar en su poder la documentación técnica relativa al muro construido, en la que figurarán las características del terreno dadas por el informe geotécnico y las solicitaciones para las que ha sido previsto.
- Para excavaciones con profundidad mayor de 50 cm deberá realizarse un estudio previo por un técnico competente.
- Deberá inspeccionarse el muro y el terreno colindante después de periodos de grandes lluvias.
- Cuando se observe alguna anomalía, un técnico competente deberá dictaminar su importancia y, en su caso, la solución a adoptar.
- Cuando se observe una fuga en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua, un técnico competente dictaminará su importancia y, en su caso, la solución a adoptar.
- Deberá comprobarse el funcionamiento del drenaje del muro en los puntos de desagüe si fuera apreciada alguna anomalía, sustituyéndose los elementos deteriorados en los tramos obstruidos.

PROHIBICIONES

- No se introducirán cuerpos duros en las juntas.
- No se adosarán al fuste del muro elementos estructurales y/o acopios que puedan variar la forma de trabajo del mismo.
- No se permitirá ningún trabajo en los muros o zona próxima que afecte a las condiciones de solidez y estabilidad parcial o general del mismo sin la autorización de un técnico competente.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada año:

- Inspección del muro y del terreno colindante.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada 6 meses:

- Comprobación del funcionamiento del drenaje del muro en los puntos de desagüe, sustituyéndose los elementos deteriorados en los tramos obstruidos.

Cada 3 años:

- Reparación y sustitución del sellado de las juntas, en muros expuestos a la intemperie.

Cada 5 años:

- Reparación y sustitución del sellado de las juntas, en muros no expuestos a la intemperie.
- Comprobación del estado del enmasillado de las juntas, renovándolo cuando sea necesario.

SUMIDEROS ALACANTARILLADO

PRECAUCIONES

En caso de ser preciso circular o depositar pesos sobre sumideros sifónicos no preparados para el tráfico de vehículos, se protegerán temporalmente con una chapa de acero o algún elemento similar.

PRESCRIPCIONES

Deberá comprobarse periódicamente que no existe ningún tipo de fuga (detectada por la aparición de manchas o malos olores) y, si existe, se procederá rápidamente a su localización y posterior reparación por un profesional cualificado.

- En caso de sustitución de pavimentos, deberán dejarse completamente practicables los registros de las arquetas.
- Cada vez que haya obstrucciones o se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, se deberá revisar y desatascar los sifones y válvulas.
- Deberán mantenerse permanentemente con agua (especialmente en verano), para evitar malos olores.
- Deberán mantenerse siempre limpios de hojas y elementos que puedan producir obstrucciones.
- Deberán repararse todos los desperfectos que pudieran aparecer.
- Cada vez que haya obstrucciones o se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, se deberá revisar y desatascar los sifones y válvulas.

PROHIBICIONES

- En caso de sustitución de pavimentos, deberán dejarse completamente practicables los registros de las arquetas.
- No se cegarán sus tapas ni se modificarán o ampliarán las condiciones de uso del sumidero.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

- Cada año:
Al final del verano, limpieza de los sumideros y comprobación de su correcto funcionamiento.

PAVIMENTOS RIGIDOS

PRECAUCIONES

- Se evitará la permanencia en el suelo de los agentes agresivos admisibles y la caída de los no admisibles.
- Se evitará cualquier uso que lo pueda rayar, debido al desplazamiento de objetos sin ruedas de goma.

PRESCRIPCIONES

- Deberá denunciarse cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.
- En caso de observarse alguna anomalía, deberá estudiarse por un técnico competente, que dictaminará las reparaciones que deban realizarse.

PROHIBICIONES

- No se superarán las cargas normales previstas.
- No podrán utilizarse productos de limpieza de los que se desconozca si tienen sustancias que puedan perjudicar a algún componente.
- No se someterá a la acción directa de aceites minerales orgánicos y pesados y a aguas con pH menor de 6, mayor de 9, o con una concentración en sulfatos superior a 0,2 g/l.
- No podrán utilizarse productos de limpieza agresivos, especialmente los abrasivos.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

Cada 5 años:

- Inspección visual de la posible aparición de grietas, fisuras, roturas o humedades.
- Inspección visual de las juntas de retracción y de contorno.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada 5 años:

- Saneamiento o reposición del tratamiento superficial, en caso de existir éste, si así lo indica el fabricante.

4.7 EVALUACION DE ESTRUCTURAS

La evaluación de obras civiles es un proceso que se ejecuta a pedido del dueño de la edificación, de las instituciones de vialidad, edificaciones, obras hidráulicas y sanitarias, eléctricas cumpliendo con programas de

mantenimiento o después de la ocurrencia de un evento. Se divide en Primaria, Detallada o Secundaria y Proyecto de Rehabilitación.

La Evaluación Primaria, está compuesta por un informe cualitativo de la obra, donde se llena una planilla estándar diseñada por el consultor siguiendo las normativas nacionales COVENIN o internacionales tipo AASHTO, ACI, ASTM o ATC correspondientes al tipo de obra. También se pueden utilizar instructivos especiales diseñados para los Institutos Nacionales tipo MINFRA, HIDROVEN, FONTUR, etc. Si son muchas las obras que se van a evaluar se debe hacer una cuantificación de ellas y luego un tamizado, por ejemplo si se van a evaluar los puentes de una zona o vía específica. Durante el tamizado se debe hacer una inspección sencilla de cada obra en campo y llenar una planilla de inventario que genera un primer informe de mantenimiento y complementa una base de datos.

La planilla de la evaluación primaria debe contemplar las condiciones normales de la obra al momento de la evaluación, materiales, componentes, daños, estado de mantenimiento, operatividad, para obras esenciales se deben tener otras especificaciones para evaluación preventiva. También la planilla varía si se elabora después de la ocurrencia de un evento ya que según el tipo de este, se deben revisar velocidades de viento y chequear con valores normalizados, valores pluviométricos si son lluvias o inundaciones con valores históricos, aforos si son crecientes, aceleraciones si son terremotos, valores de daños para incendios o deslaves y agrietamientos.

Después de tamizadas las obras que se van a evaluar se elabora un método consistente y práctico plasmado en las planillas de evaluación primaria, que permita determinar el estado real de las obras dentro de sus condiciones locales, ambientales, de carga, para así determinar un Índice de Vulnerabilidad de la estructura para sus condiciones actuales de servicio, que reúna el carácter estático de los daños si existen y el aspecto dinámico de los factores externos actuantes. Es importante recordar que no existen obras aisladas sino

en relación dinámica con otros elementos de un ambiente condicionante. A continuación se añade un ejemplo de planillas diseñadas de realizar una evaluación primaria en edificaciones.

Figura 84 Plantilla de Verificación Cargas Verticales: evaluación de edificaciones existentes

GERENCIA DE SISTEMAS DE GARANTÍA DE CONTROL					
PLANILLA DE EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES EXISTENTES					
REVISIÓN PARA CARGAS VERTICALES					
OBRA					FECHA
DIRECCIÓN					
ENTIDAD FEDERAL			CIUDAD	MUNICIPIO	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN			USO	PISOS	
TIPIFICACIÓN ESTRUCTURAL					
Número	Elemento	Características			
1	Fundaciones				
2	Columnas				
3	Vigas				
4	Losas				
5	Paredes				
6	Muros				
Modelo a Analizar					
Sobrecargas					
Accesos	Peatonal				
	Vehicular				
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES					
Número	Elemento	Características			
1	Tabiques				
2	Frisos				
3	Acabados				
4	Instalaciones				
5	Equipos				
6	Otros				
DISPONIBILIDAD DE PLANOS					
Arquitectonicos					
Estructurales					
Instalaciones					
ESQUEMA DE LA EDIFICACIÓN					

Fuente: <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

Normalmente los métodos de evaluación son del tipo cualitativo (cantidad del deterioro) y cuantitativo (gravedad del deterioro) que permiten de una manera clara, simple y ordenada encarar el problema de evaluar una obra en su condición de uso por simple inspección ocular, ayudado con la instrumentación necesaria, generar tres índices que interpretan el estado de deterioro de la estructura en interrelación con el ambiente condicionante y son los siguientes:

Índice de Daños (ID): es el daño existente en los elementos de la obra por los factores estáticos en el momento de hacer la inspección evaluativa.

Índice de Severidad (IS): es la acción de los agentes exteriores que causan los daños sobre los elementos de la estructura, representa los factores dinámicos de la evaluación.

Índice de Vulnerabilidad (IV): es el nivel de pérdida de uno o de varios elementos estructurales esenciales de la obra al ser sometidos al riesgo de un evento, representa la combinación de los índices de daños y de severidad formando un par ordenado que interpreta la realidad física de la obra, pudiéndose representar por un número porcentual único para cada estructura.

En los puentes para la evaluación de los aspectos de cantidad de deterioro se utiliza notación en números y para gravedad de deterioro se toma notación de letras, estos dos aspectos con sus notaciones se pueden combinar con una matriz de orden de 3 x 3 que se señala a continuación, cuyos elementos simbólicos reúnen en sí las dimensiones de la observación, generan la apreciación del grado de deterioro de la estructura y entre paréntesis la categoría de deterioro.

Figura 85 Planilla de Verificación Acciones Sísmicas: Evaluación de Edificaciones existentes

GERENCIA DE SISTEMAS DE GARANTÍA DE CONTROL						
PLANILLA DE EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES EXISTENTES						
REVISIÓN BAJO ACCIONES SISMICAS						
OBRA				FECHA		
DIRECCIÓN						
ENTIDAD FEDERAL			CIUDAD	MUNICIPIO		
AÑO DE CONSTRUCCIÓN			USO	PISOS		
TIPIFICACIÓN ESTRUCTURAL						
ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS	RANGO DE VULNERABILIDAD		VULNERABILIDAD ASIGNADA	PESO	VULNERABILIDAD PARCIAL
EDAD	ANTES DE 1967	0,7 - 1,0			0,35	
	1967 A 1982	0,4 - 0,7				
	DESPUES DE 1982	0,0 - 0,4				
PISOS	UNO (1)	0,0 - 0,3			0,25	
	DOS (2)	0,3 - 0,5				
	MAS	0,5 - 1,0				
EDIFICIOS CERCANOS	PELIGROSO	0,5 - 1,0			1,00	
	NO PELIGROSO	0,0 - 0,5				
MANTENIMIENTO	ACEPTABLE	0,0 - 0,3			0,50	
	REGULAR	0,3 - 0,6				
	DETERIORADO	0,6 - 1,0				
FUNDACIONES	CON VIGAS	0,0 - 0,3			0,50	
	SIN VIGAS	0,3 - 1,0				
DENSIDAD DE PAREDES	NOMAL	0,0 - 0,3			0,50	
	MEDIANO	0,3 - 0,6				
	BAJO	0,6 - 1,0				
UBICACIÓN DE LAS PAREDES	SIMETRICA	0,0 - 0,1			1,00	
	INTERMEDIA	0,1 - 0,6				
	ASIMETRICA	0,6 - 1,0				
DETALLES CONSTRUCTIVOS	EJES ESVIADOS	0,0 - 1,0			1,00	
	SOPORTE INADECUADO	0,0 - 1,0				
	MALAS CONECCIONES	0,0 - 1,0				
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	MUROS LIVIANOS	0,0 - 1,0			0,25	
	BALCONES, JARDINERAS	0,0 - 1,0				
	ELEMENTOS DE VIDRIO	0,0 - 1,0				
DIAFRAGMA	RIGIDO	0,0 - 1,0			0,50	
	INTERMEDIO	0,1 - 0,5				
	FLEXIBLE	0,5 - 1,0				
SISTEMA ESTRUCTURAL	BUENA ESTRUCT.	0,0 - 0,2			1,00	
	MEDIANA ESTRUCT.	0,2 - 0,4				
	MALA ESTRUCT.	0,4 - 1,0				
MASAS Y RIGIDECES	BALANCEADO	0,0 - 0,2			1,00	
	INTERMEDIO	0,2 - 0,5				
	DESBALANCEADO	0,5 - 1,0				
IRREGULARIDADES	PISO BLANDO	0,0 - 1,0			1,00	
	COLUMNA CORTA	0,0 - 1,0				
	DIAFRAGMA DISCONTINUO	0,0 - 1,0				
	ESCALERAS ASIMETRICA	0,0 - 1,0				
DAÑOS PREVIOS	VIGAS, COLUMNAS	0,0 - 1,0			1,00	
	PAREDES DE CARGA	0,0 - 1,0				
	LOSAS	0,0 - 1,0				
	MURO DE CONTENCIÓN	0,0 - 1,0				
INDICE DE DAÑOS = SUMATORIA VULNERABILIDAD/ 10						

Fuente: <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

Categoría I de deterioro: Corresponde al estado de un puente que se encuentra en buenas condiciones, no precisa de reparación, pero si de un plan de mantenimiento integral.

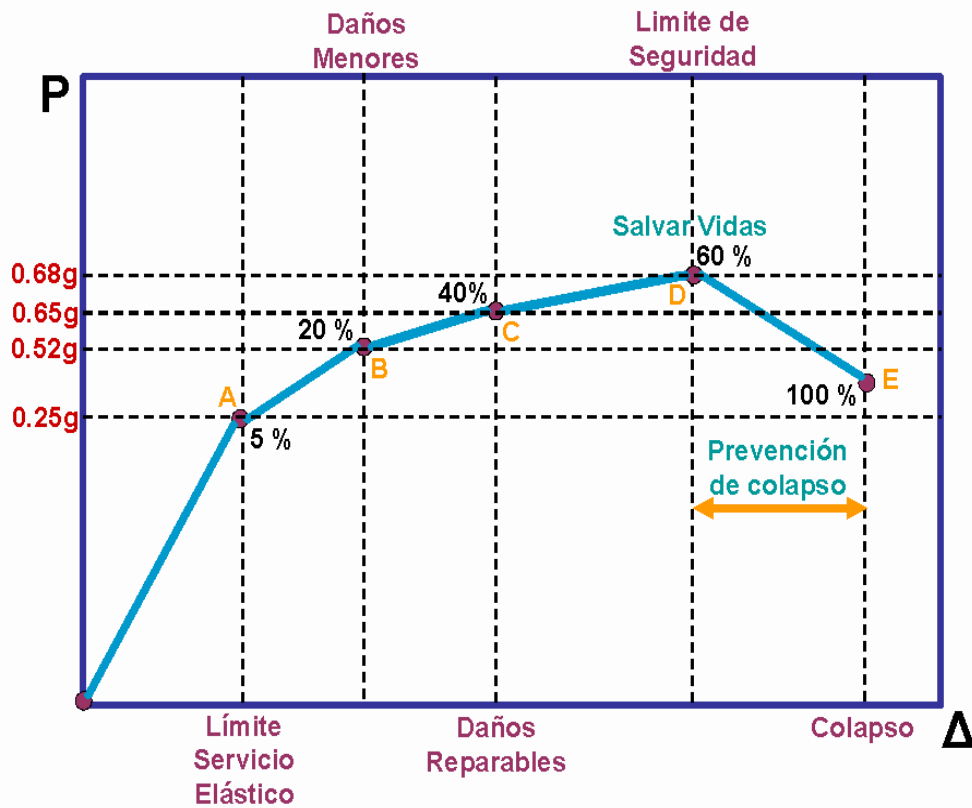
Categoría II de deterioro: Corresponde al estado de un puente que presenta daños que ameritan reparación que no es urgente, además de un plan de mantenimiento integral. Necesitan de practicarles una evaluación comprobatoria para dilucidar y establecer de manera definitiva el alcance de la importancia de los daños y hacer las recomendaciones pertinentes, de confirmarse la valuación especial se efectuaran oportunamente las necesarias reparaciones de la obra.

Categoría III de deterioro: Los puentes de esta categoría presentan daños graves y se han de reparar con carácter de emergencia de acuerdo al siguiente esquema metodológico: a) Se debe hacer una evaluación de emergencia que especificará medidas inmediatas o un plan de emergencia para evitar el inminente colapso. b) Se debe practicar una evaluación detallada comprobatoria de las capacidades y demandas de los diferentes elementos del puente. c) De los resultados definitivos de la evaluación comprobatoria se procederá un hacer o no un Proyecto de Rehabilitación del Puente.

Los métodos basados en desempeño estructural que consideran estados límites son una herramienta excelente para el análisis de la rehabilitación de Edificaciones. Este enfoque se desvía de los métodos basados en fuerzas, que toman un factor de respuesta R para incorporar la ductilidad. Para definir la demanda que genera un evento hay estados límites que puede tomarse en forma probabilística, en muchos casos siguiendo el modelo de Poisson donde la ocurrencia de un evento no influye en la ocurrencia de otro y donde la probabilidad de que 2 eventos ocurran el mismo tiempo y en el mismo sitio es nula.

Esta ocurrencia probabilística es función del grado de desempeño que la sociedad espera de una construcción en particular. De esta manera se pueden tener niveles operacionales, de ocupación inmediata, de seguridad de vidas y de prevención de colapso.

Figura 86. Grafica Deformaciones



Fuente: <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

Actualmente el concepto de evaluación y de diseño se ha modificado en función de los Estados Límites que se fijan según el tipo de obra y los recursos necesarios para generar seguridad. Un Estado Límite es el punto en el cual se puede superar una condición de diseño. Los estados límites son fijados por el diseñador de la Obra y el Propietario en función de los grados de servicio y seguridad que se quiere que tenga la edificación ante la presencia de diversos eventos. En la gráfica anterior se explica los estados límites o límites de desempeño.

Los estados límites o límites de desempeño son estados donde se superan las condiciones de diseño, comienzan en A planteando un estado límite de servicio en el rango elástico u operacional, donde después de un evento característico no hay que reparar nada y los peritos evaluadores dan la orden de ocupación inmediata, se obtienen márgenes menores al 5% de los daños. Un segundo límite en B correspondiente a daños menores genera la utilización de

programas de mantenimiento integral con porcentajes de reparación hasta de un 20% de daños.

Un tercer estado límite se puede tomar en C donde se obtienen daños moderados hasta de un 40% y se debe proceder a encontrar las causas subyacentes de los daños estructurales. El siguiente corresponde al punto D o máximo soporte de capacidad portante de la edificación o límite de seguridad donde se recomienda la desocupación del inmueble por tener hasta un 60% de daños estructurales y la obra entra en un periodo de prevención de colapso o etapa para salvaguardar recursos y vidas, es un margen de seguridad, las rehabilitaciones de la estructura normalmente son a largo plazo. Por último en E o límite de colapso donde la edificación esta por caer por el agotamiento de la estructura si es que no se ha caído ya.

En otras palabras se tienen estados límites de servicio, de daños, de seguridad y de agrietamiento severo, correspondientes a demandas para una vida útil de la construcción, con sus correspondientes probabilidades de excedencia y periodos de retorno

Tabla 45. Estado de la Estructura

ESTADO LIMITE	PROBABIL. DE EXCEDENCIA	VIDA UTIL	PERIODO DE RETORNO
SEGURIDAD	50%	50 AÑOS	75 AÑOS
OCUPACION INMEDIATA	20%	50 AÑOS	225 AÑOS
SEGURIDAD DE VIDAS	10%	50 AÑOS	475 AÑOS
PREVISION DE COLAPSO	2%	50 AÑOS	2475 AÑOS

Fuente: <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

Los Profesionales que trabajan en las organizaciones de planificación y evaluación de Obras deben Gerenciar todos los eventos posibles que pueden causar daños a las obras mediante métodos estadísticos y probabilísticos, donde pasan a jugar un papel preponderante la vida útil de diseño de la obra y el periodo de retorno de esos eventos que están ligados con los estados límites, como se puede ver en la tabla anterior con estados límites para edificaciones, donde por ejemplo en las zonas de alta sismicidad para el límite de seguridad de vidas, existe un 10% de probabilidad de que ocurra un sismo fuerte durante 50 años, pero ocurrirá al menos una vez en 475 años.

El periodo de retorno de ocurrencia entre eventos se especifica según alguna característica que los señale especialmente y es inverso a la probabilidad media de excedencia por unidad de tiempo. La tasa de ocurrencia o frecuencia de ocurrencia por unidad de tiempo (λ). $T_r = 1/\lambda$. La vida útil de la obra está fijada por diferentes características de uso de los elementos que conforman una obra civil y está sujeta a patrones de diseño que son fijados por el proyectista, este concepto ha sido ampliado al uso de los estados límites de desempeño. Es obligatorio por parte de los Diseñadores explicar a los dueños el método de diseño por desempeño y las condiciones límites. El periodo de retorno siguiendo el modelo de Poisson está representado por la siguiente expresión:

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - p)^{(1/T_u)}}$$

Cuando son superados los índices de daños, severidad y vulnerabilidad se tiene que hacer una evaluación detallada. Para aquellas evaluaciones que no pasan a la evaluación detallada, su informe primario puede revelar puntos críticos que deben ser pasados a los programas de mantenimiento integral. Definitivamente el problema es cómo está la construcción el día que ocurre el evento, es por esta razón que en las obras infieren los factores de diseño, la construcción y la estructura, el desarrollo del diario de obra y el reporte continuo de alguna situación anormal, un monitoreo constante de la ejecución de la obra y de su mantenimiento posterior. Para las instituciones públicas de

infraestructura y alcaldías se deben crear bancos de datos para puentes y edificios para la primera y catastros permanentes del valor de la tierra, de la construcción, del cambio de uso para la segunda.

La evaluación Detallada o Secundaria, debe procesar la construcción en función de modelos estructurales, evaluando toda la instalación con sus componentes estructurales y equipos, evaluación puntuales tales como informes hidráulicos, suelos, sonoros, ambientales. Por ejemplo para los hidráulicos debido a acusar problemas de socavación se generan programas de desarrollo sostenible de ríos (probablemente en lugares donde se crean los bancos de arena o los meandros). La evaluación detallada se basa en el cálculo de las relaciones Capacidad / Demanda donde cada construcción tiene elementos específicos que deben ser revisados y cada uno tiene una relación de C/D. Los elementos evaluados deben tener relaciones de $C/D < 1$, si la relación es menor de 1 el elemento tiene que ser tratado de forma especial y debe ser rediseñado. De la evaluación detallada se generan los Proyectos de Rehabilitación.

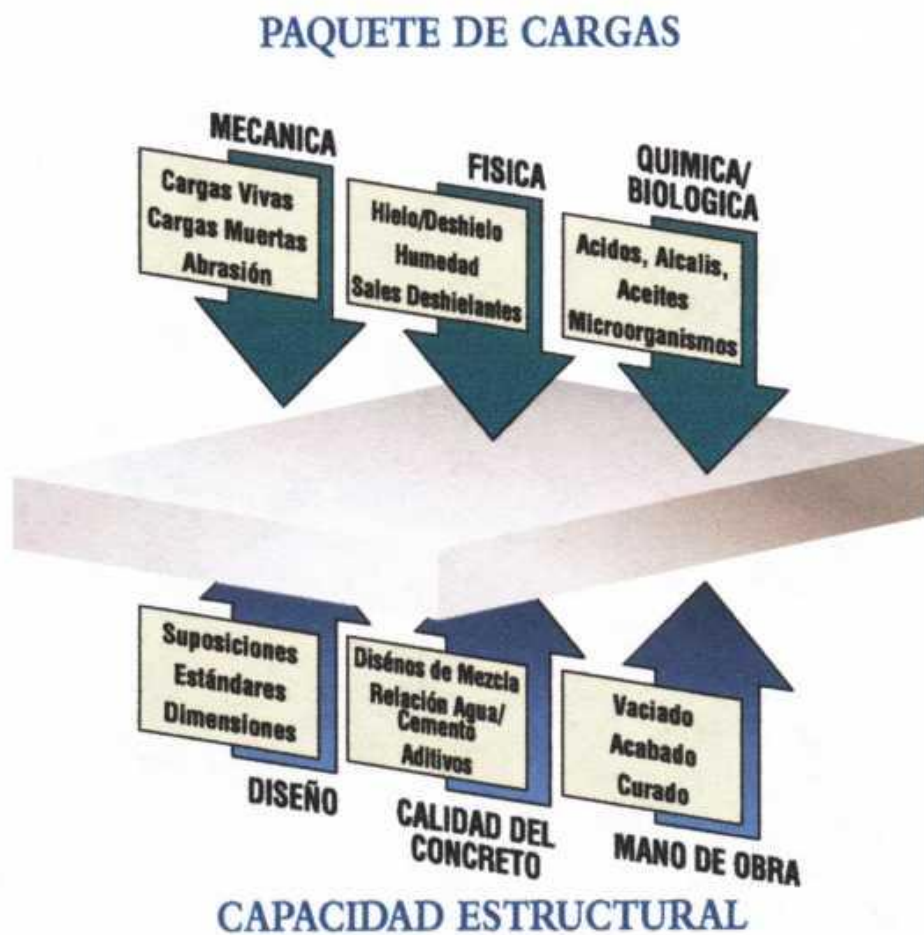
El resultado de la evaluación detallada me indica el estado general de la obra como un aporte de todos los elementos particulares, generando expresiones que indican un porcentaje (%) total de vulnerabilidad. La demanda esta dictada por las normas específicas y la capacidades por modelos estructurales de software lo más aproximados posibles al estado actual de la edificación. La evaluación detallada concluye con recomendaciones que deben de ser resueltas bajo el criterio del consultor y el grado de vulnerabilidad general que presenta la obra directamente en un programa de reparación o en un Proyecto de Rehabilitación.

Es importante señalar que estamos en camino de normalizar los proyectos de rehabilitación en función de sus aspectos de servicio tales como suelos, barandas, elementos no estructurales y de sus elementos estructurales en la

adaptación a nuevas normas más exigentes, a la revisión de grietas, apoyos, fundaciones, placas.

4.8. MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS CIVILES.

Figura 87. Tipos de cargas Estructurales



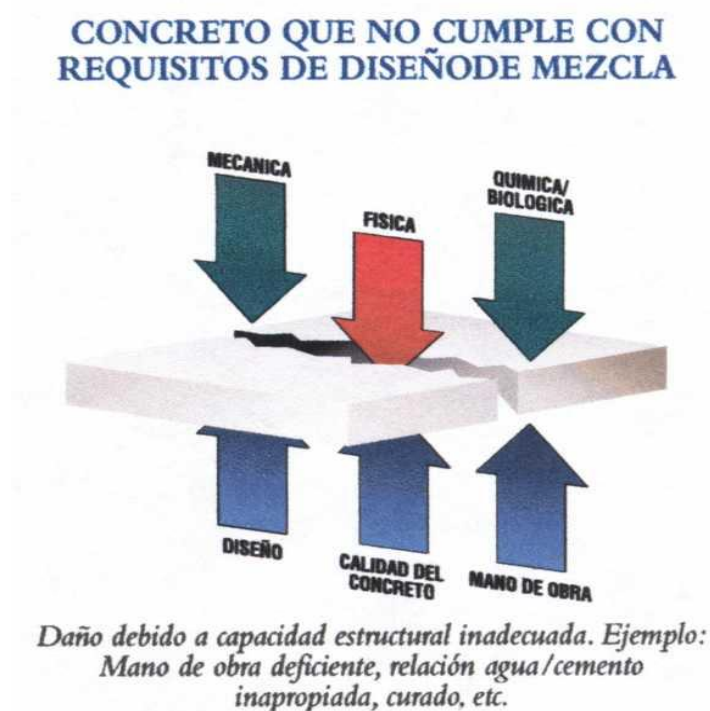
Fuente: NSR 2010 Y <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

En las obras civiles una de las funciones más importantes del mantenimiento corresponde a mantener el equilibrio del sistema de la Obra. El concreto que se obtiene de la hidratación del cemento Portland a través de los años que es uno de los materiales para la construcción más versátil, económica, durable y disponible. Pero el concreto esta frecuentemente expuesto a condiciones mecánicas, físicas, químicas y biológicas que comprometen y amenazan su

desempeño. En otros casos, el diseño, la calidad de la mezcla o la mano de obra inadecuada ponen en peligro la integridad del concreto. Se necesita una solución integral para reparar, reforzar y proteger el concreto, que considere las causas de su deterioro y que prolongue su vida de servicio.

Para seleccionar los materiales y métodos de reparación más adecuados es importante determinar la causa de la falla antes de hacer cualquier inversión en la reparación del concreto. Para esto, se ha desarrollado la teoría de reparación conocida como Equilibrio. El concepto de Equilibrio es una herramienta innovadora para evaluar todas las influencias que causan el deterioro del concreto tales como cargas mecánicas, físicas, químicas y biológicas, estas se encuentran en Equilibrio con la capacidad estructural de la Obra civil como se puede ver en la figura de paquete de cargas contra capacidad estructural. Esta evaluación permite entender todas las condiciones de exposición y diseñar una reparación adecuada que restablecerá el equilibrio para soportar las cargas actuales y las previstas en el futuro.

Figura 88. Fuerzas en el Concreto



Fuente: NSR98-2010 y <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

Se ha comprobado que el concepto de Equilibrio proporciona soluciones durables de largo plazo. Cuando alguna de las cargas externas interacciona y genera una rotura en el equilibrio la Obra entra en un periodo de diagnóstico y análisis para restablecer el equilibrio porque el concreto no cumple con los requisitos para los que fue diseñado como se puede ver en su figura respectiva.

Es importante seleccionar un sistema de productos de un solo proveedor para poder realizar una reparación exitosa, después de haber establecido una evaluación completa de los requisitos de la reparación y de haber determinado la estrategia. De ésta manera, todas las partes involucradas en el proyecto de reparación (propietario, consultor, diseñador, contratista y proveedor del material), se sienten confiados al trabajar juntos por una meta común. Se ofrecen en el mercado una gran gama de productos y la experiencia necesaria para obtener soluciones integrales de reparación y protección para el concreto. Estos van desde aditivos para concreto normal y premezclado, morteros para reparación del concreto, equipo, sistemas de refuerzo y recubrimientos decorativos y resistentes a químicos para utilizarse solos o combinados para solucionar los retos de restauración más complejos. Una de las metas de estas casas productoras es establecer el estándar de la industria con sistemas integrales de productos, con tecnología de punta, alternativas de aplicación, entrenamiento y la más alta garantía de calidad en el servicio al cliente.

Figura 89 Esfuerzo y Equilibrio



Fuente: NSR98-2010 y <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

Sus experiencias se basan en entender las necesidades de los diferentes mercados. Si solo se tiene un solo método de reparación se ignoran ciertos requisitos ya que cada estructura está sujeta a condiciones ambientales, cargas y limitaciones constructivas únicas. Cada proyecto de reparación es único y se debe hacer a la medida de los requisitos específicos y las condiciones establecidas durante el proceso de evaluación del equilibrio. La base de la filosofía de soluciones integrales está en la capacidad para ofrecer combinaciones de productos diseñados para aplicaciones específicas.

4.9. REHABILITACIÓN DE LAS OBRAS CIVILES.

No hay mejor índice de evaluación de una obra que la eficiencia estructural de la misma, que está sujeta a la supervivencia a través del tiempo sin defectos estructurales apreciables. En su evaluación cuando se encuentran defectos estructurales se toma en cuenta un mapa de grietas y se conocen las deformaciones de la estructura se pueden aplicar modelos inelásticos y obtener curvas de capacidad. También conocer las cargas de los límites de colapso y

su relación con las de servicio determina un índice de seguridad confiable. Un análisis elástico o inelástico para las cargas de servicio determina un estado de esfuerzos probable de la Obra útil para la verificación del mismo. Rehabilitar es hacer que una Obra Civil vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.

Las técnicas de rehabilitación pueden ser reversibles o irreversibles, en la primera se trata de que la edificación obtenga nuevamente su capacidad portante reforzando los elementos sin intervención de elementos nuevos, solo reparación de elementos dañados, que en su conjunto mejoran la ductilidad de la edificación, la resistencia y rigidez de los diafragmas. Las técnicas irreversibles comprenden la adherencia de elementos nuevos para reforzar la obra evaluada con inyecciones y vaciados, elementos adheridos, morteros, reparación de juntas de construcción, reconstrucción de partes, incorporación de barras de pre esfuerzo y reforzamiento de fundaciones.

Según Lobo-Quintero (2000) "Los consultores y las instituciones deben definir una filosofía para la rehabilitación pre y post evento, elaborar manuales de aplicación práctica, armonizar las estrategias de rehabilitación con el proceso constructivo, la patología estructural debe ser materia de enseñanza universitaria y reconocer que la intervención con nuevos componentes estructurales puede cambiar el comportamiento global".

MATERIALES ESPECIALES PARA MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN.

Los materiales especiales para mantenimiento, reparación y rehabilitación, han servido las necesidades del mercado de la construcción por más de 90 años. Las compañías más importantes son Master Builders Technologies (MBT), Sika, Tecnoconcrete, Protex lo que significa la fuerza mundial en la industria de productos químicos para la Construcción. La misión general de estos productos empieza con el tratamiento del concreto de varias maneras, **mejorar** el

concreto nuevo, **proteger** el concreto existente, y **reparar** el concreto Deteriorado.

MEJORAR

Dedicados a la misión de mejorar el concreto, estas casas ofrecen el rango más amplio de aditivos químicos para uso en aplicaciones de construcción nueva. Para asegurar la mejor durabilidad del concreto y la máxima vida de servicio, se ofrece una selección completa de productos, incluyendo inhibidores de corrosión, Microsilice, reductores de agua de alto rango, aditivos acelerantes y retardadores.

PROTEGER

Estos productos químicos trabajan para proteger el concreto ofreciendo una líneas completas de pisos cementicios, toppings, grouts y productos para el control de corrosión. Productos que incrementan la resistencia a la abrasión y al desgaste, mejoran la planeidad, resistencia química y están disponibles en formulaciones con color y reflectivas. Los grouts para la base de maquinaria, y aplicaciones estructurales y de precisión ofrecen propiedades superiores para el soporte de cargas y están disponibles en formulaciones diseñadas para mejorar la exposición a altas temperaturas y ataques químicos. Los recubrimientos y revestimientos para el control de corrosión se utilizan para proteger el concreto y el acero expuestos a químicos y ataques ambientales, y los recubrimientos cementicios y selladores se ofrecen para protección superficial y mejoramiento estético.

REPARAR

El reparar el concreto han sido los enfoques de estas empresas por muchos años. Las compañías ofrecen un rango completo de productos para reparación incluyendo materiales cementicios y modificados con polímeros para reparaciones estructurales, superficiales y de áreas de alto tráfico, así como adhesivos y materiales para inyección. Todos están diseñados para trabajar juntos y cumplir con las necesidades del mercado de restauración. Las

tecnologías nuevas como morteros de reparación proyectables están revolucionando la manera de reparar el Concreto. Estas organizaciones, ofrecen una línea completa de equipos para las aplicaciones del concreto por proyección, bombeo y lanzado.

También los productos están respaldados por sus laboratorios privados dedicados exclusivamente al estudio de la tecnología del concreto. La combinación de fabricación y plantas de producción con tecnología de punta y las materias primas de alta calidad aseguran que los productos de estas organizaciones ofrezcan desempeños superiores en campo.

Productos para las Reparaciones y Rehabilitaciones.

Los productos para hacer reparaciones y rehabilitaciones están basados en los diseños específicos generados por los consultores y en la lucha para establecer el equilibrio del sistema capacidad / demanda de la Obra Civil, en la búsqueda de una solución integral de reparación. A continuación se señalan los tipos de productos más importantes:

1. **Aditivos Químicos:** productos de apoyo a las mezclas de concreto estructural, prácticamente para cualquier requerimiento, tales como aditivos reductores de agua (Plastificantes, Superplastificantes e Hiperplastificantes), acelerantes y retardadores, inclusotes de aire, inhibidores de corrosión, aumentantes de la densidad (microsilices), aditivos para concretos celulares, vaciados bajo agua y aplicaciones especiales.
2. **Morteros para reparación estructural:** modificados con microsilice diseñados para reparar concreto sometido a cargas estructurales. Estos productos tienen módulos de elasticidad compatibles con el concreto estructural, excelente adherencia, compensación de la retracción y contienen un inhibidor de la corrosión para asegurar su desempeño a largo plazo. Las formulaciones están disponibles para aplicarse por proyección, bombeo y llana en superficies verticales, horizontales y sobre cabeza.

3. **Morteros de renovación superficial:** morteros monocomponentes modificados con polímeros, con retracción compensada y diseñados específicamente para restaurar concreto e inhibir el deterioro antes de que ocurran daños posteriores. Productos con bajo módulo de elasticidad para ofrecer resistencia al agrietamiento e incorporar un inhibidor integral de corrosión para una excelente durabilidad. Existen formulaciones que permiten la aplicación con llana o por proyección en superficies verticales, horizontales y sobre cabeza.
4. **Recubrimientos protectores para el acero de refuerzo:** Contienen inhibidores de corrosión que protegen al acero de refuerzo dentro del concreto de los iones de cloruro y la carbonatación. Se incluyen recubrimientos flexibles modificados con polímeros con base cemento y un agente de adherencia y recubrimiento epóxico / cementicio con base agua y proyectable.
5. **Reparación de áreas de tráfico:** los morteros de fosfato de magnesio ofrecen reparaciones económicas con altas resistencias a edades tempranas y rápidas paradas de en las fábricas para la reparación. Permiten poner en servicio la zona reparada en dos horas después de una de aplicarse el recubrimiento final.
6. **Reparaciones por proyección:** productos específicos para reparaciones de concreto utilizando procedimientos de lanzado vía húmeda o seca. Son morteros modificados con microsilice, fibras de refuerzo e inhibidores integrales de corrosión.
7. **Endurecedores de pisos y toppings:** Es tecnología para pisos cementicios que tiene tráfico pesado, endurecedores superficiales con polvos de agregados metálicos y minerales, bases para pisos autonivelantes y toppings, proporcionan una superficie durable para cumplir con cualquier requisito de servicio.

8. **Fibra de Carbono:** Mbrace, sistema compuesto de refuerzo, diseñado para ofrecer una alternativa diferente a las reparaciones estructurales con la característica del aumento de la capacidad estructural. El sistema se basa en la colocación de láminas de fibra de carbono en diversas capas. Permite una instalación durable y resistente que se hace en forma fácil y rápida.
9. **Grouts:** Para reparación de superficies de concreto, grouteo de precisión y sellado de grietas. Se ofrecen grouts con base cementicia y polimérica.
10. **Resinas epóxicas:** Se utilizan para dos funciones, una primera de adherencia estructural con resinas poliméricas de reparación para unir concreto nuevo con viejo y otra correspondiente a las líneas de inyección de grietas con resinas epóxicas de inyección de uretanos para el control de la infiltración activa del agua.
11. **Compuestos de Curado:** libres de compuestos orgánicos volátiles, (VOC) promueven la hidratación conveniente del concreto durante el fraguado y los reductores de evaporación diseñados para combatir las condiciones de secado rápido durante el acabado del concreto.
12. **Recubrimientos y selladores:** recubrimientos a base de cemento modificados con polímeros para crear diseños arquitectónicos en acabados de superficies horizontales y verticales de concreto y mampostería. Selladores para impermeabilización y protección contra la humedad del concreto y estructuras de mampostería, basados en selladores de silano, un recubrimiento con base cemento modificado con polímeros monocomponente y recubrimiento flexible con base cemento flexible modificado con polímeros.
13. **Recubrimientos y revestimientos poliméricos:** Productos para el control de la corrosión compleja, incluyen puenteo de grietas, sistemas de

revestimientos resistentes a la corrosión, revestimientos y pisos poliméricos monolíticos, revestimientos y recubrimientos poliméricos reforzados con hojuelas, revestimientos reforzados con telas, sistemas de curados a baja temperatura, sistemas tolerantes a la humedad y de rápido curado.

14. **Encapsulado de pilotes:** Sistemas de encapsulado de pilotes APE para reparar muelles, columnas y pilotes de concreto armado arriba o bajo el nivel de las aguas, utilizando un proceso polimérico que repara restaura y fortalece el concreto.
15. **Protección de Juntas:** Productos o sistemas para el sellado de juntas en puentes o en edificaciones, protegen los bordes de las ranuras y cumplen funciones de entrada o salida a los movimientos.

4.9.1 Rehabilitación puentes.

ACCIONES Y PROCEDIMIENTOS MÁS COMUNES

Cuando el deterioro del concreto de la estructura del puente aparece en estado avanzado, con desprendimientos en algunas zonas, armaduras pasivas al descubierto con oxidación evidente, y a veces, desaparición de la misma, armaduras activas con inicios de oxidación y sus conductos con zonas sin inyectar, falta de recubrimiento, o síntomas de fallas en los anclajes; la reparación del puente se efectuara atendiendo a los principios siguientes:

Las acciones que se llevan a cabo más frecuentemente son:

- Impermeabilización y regeneración del concreto de losas, pilas y estribos, consistente en:

Descubrir la cara superior del tablero y proceder a su inspección y auscultación para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc. En pilas y estribos se inspeccionan las partes visibles.

Inyectar las fisuras cuya abertura y profundidad suponga un peligro grave para la durabilidad tanto en la cara superior como inferior, y sellar el resto.

Eliminar, en el caso que existe, el concreto cuarteado, desagregado, o separado en láminas y sustituirlo por un mortero de reparación.

Limpiar el óxido de las armaduras descubiertas y sustituirlas en el caso de que tuvieran una corrosión importante.

Mejorar en sistema de drenaje en los casos en que convenga.

Extender una capa de impermeabilización competente en la cara superior del tablero, regularizando la superficie previamente si es necesario.

Recubrir el concreto visto, cara inferior de las losas, pilas, estribos, alzados, etc. con una pintura antihumedad y anticarbonatación transparente o de color, previo chorreado con arena.

Reparación o sustitución de elementos del equipamiento. Componen el equipamiento de un puente: los apoyos, las juntas de dilatación, los sistemas de impermeabilización y drenaje, el pavimento, las barreras de seguridad, las barandillas, las aceras, las eventuales canalizaciones para servicios, etc.

En la mayoría de los casos, además, del deterioro de estos elementos es mucho más rápido que el de la estructura por lo que normalmente una buena parte de acciones va dirigida a la reparación o renovación de los mismos.

Las acciones que se llevan a cabo son las siguientes:

5.5.2.1.- Cambio de apoyos elastomericos.

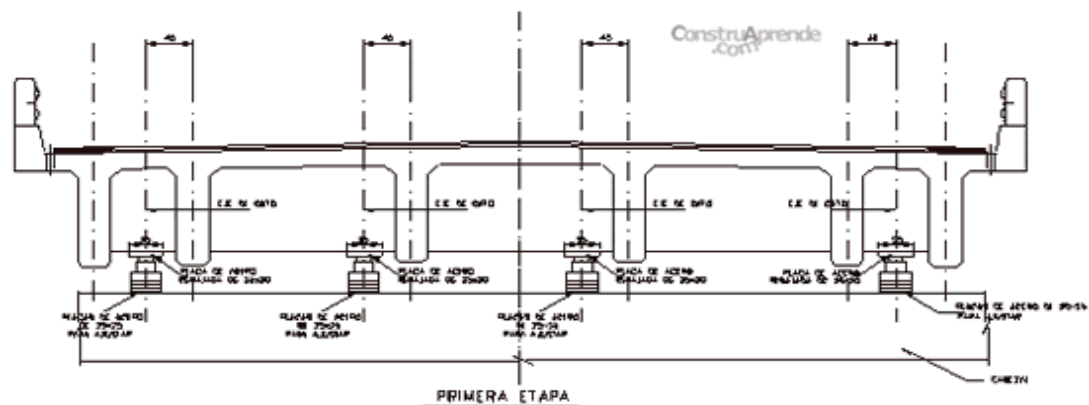
Aunque presumiblemente en un futuro sea necesaria la renovación de apoyos, hasta el momento no se han observado roturas ni envejecimiento que hagan aconsejable su sustitución salvo en algún caso aislado. Sin embargo si ha sido necesario recolocar algunas pastillas de neopreno que se habían desplazado de su posición original como consecuencia normalmente de una mala colocación inicial y de un deficiente apoyo de la estructura.

También ha sido necesario corregir el descenso de algunas líneas de apoyos sobre estribos cimentados en terraplenes o macizos que han sufrido

asentamientos. Estos descensos producen un quiebro brusco en el perfil longitudinal que es preciso corregir para mantener la regularidad de la rasante. La elevación de apoyos es una de las acciones de conservación más complejas y costosas ya que exige el levantamiento del tablero mediante gatos, el desvío del tráfico y la demolición parcial y posterior recrecido de los muretes de contención del firme.

A continuación el procedimiento constructivo del cambio de apoyos:

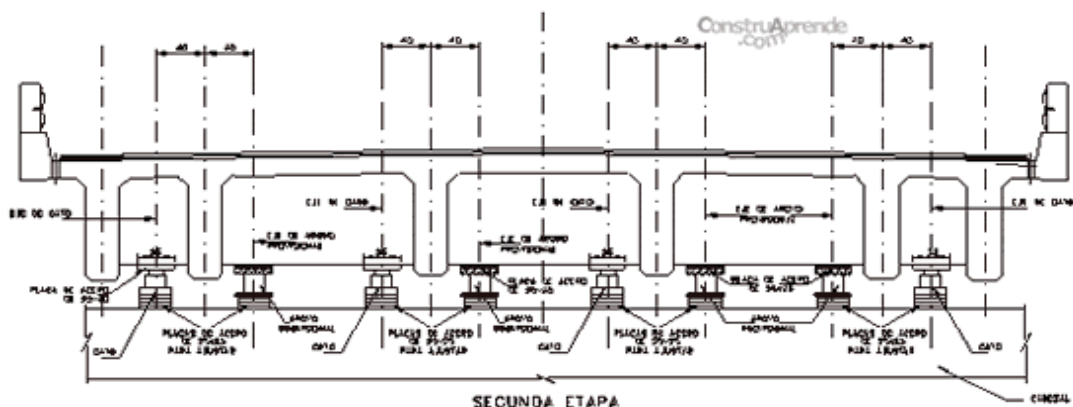
Figura 90. Cambio de Apoyos Etapa 1



PRIMERA ETAPA:
SE COLOCAN LOS GATOS BAJO EL DIAFRAGMA EN LA POSICION INDICADA, LEVANTANDO LA SUPERESTRUCTURA HASTA LA ALTURA NECESARIA PARA REALIZAR MANIOBRAS. EL ACCIONAMIENTO DE LOS GATOS SERA SIMULTANEO DE TAL MANERA QUE NO SE MODIFIQUE LA PENDIENTE DEL PUENTE.

Fuente: Construcciones Metálicas Solución Estructural. Esperanza Maldonado, Gustavo Chio Cho. www.cosnstruaprende.com

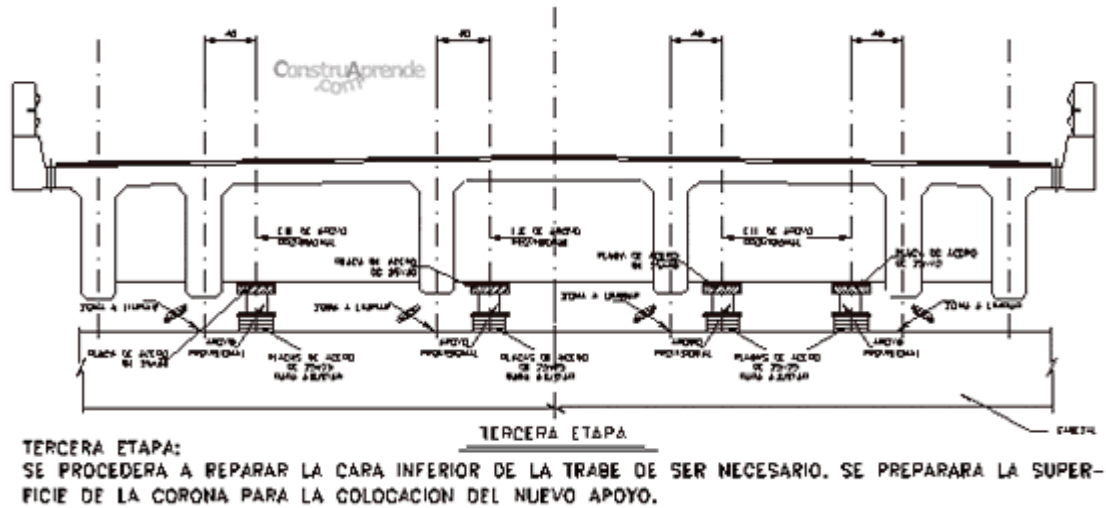
Figura 91. Cambio de Apoyos Etapa 2



SEGUNDA ETAPA:
SE COLOCARAN LOS APOYOS PROVISIONALES BAJO EL DIAFRAGMA CUIDANDO QUE LOS GATOS DESARROLLEN LA MISMA FUERZA, Y AL BAJAR LAS TRABES SE CONSERVE LA PENDIENTE ORIGINAL DEL PUENTE.

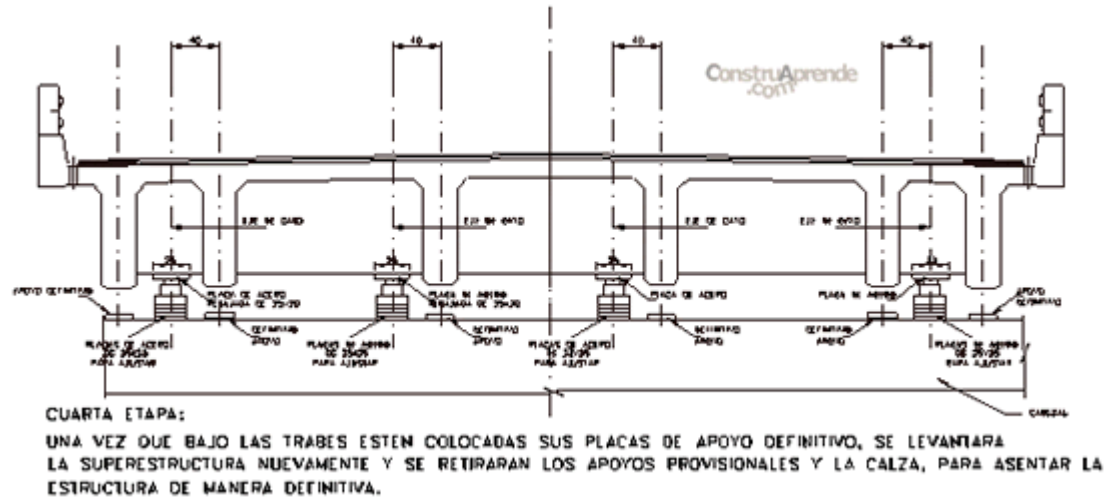
Fuente: Construcciones Metálicas Solución Estructural. Esperanza Maldonado, Gustavo Chio Cho. www.cosnstruaprende.com

Figura 92. Cambio de Apoyos Etapa 3



Fuente: Construcciones Metálicas Solución Estructural. Esperanza Maldonado, Gustavo Chio Cho. www.cosnstruaprende.com

Figura 93. Cambio de Apoyos Etapa 4



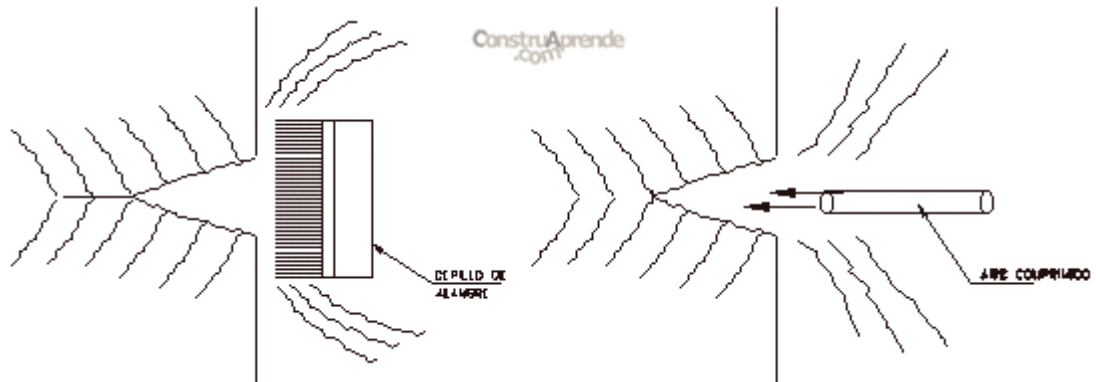
Fuente: Construcciones Metálicas Solución Estructural. Esperanza Maldonado, Gustavo Chio Cho. www.cosnstruaprende.com

5.5.2.2 Inyección de grietas. Pasos a seguir para la inyección de grietas:

1.- Preparación de la superficie. Limpiar con un cepillo de alambre el área de la grieta removiendo el concreto deteriorado, quedando una superficie libre de

grasas y polvo. Cuando exista humedad en la fisura es preciso retirarla a base de aire comprimido de tal manera que la fisura quede totalmente seca.

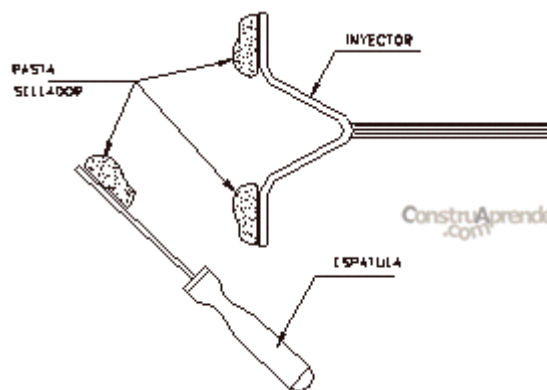
Figura 94. Preparación Inyección Limpieza



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

2.- Colocación de la pasta. Colocación de la pasta de poliéster (sellador) con una espátula sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección sin que se bote.

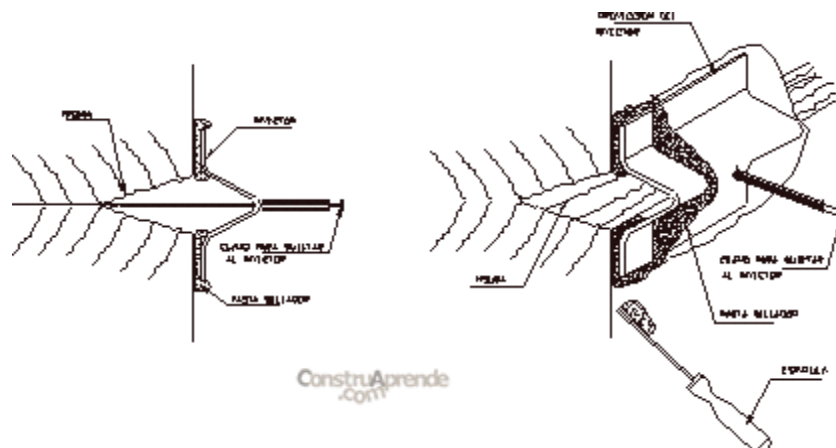
Figura 95. Colocación Pasta



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

3.- Colocación de inyectores. Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. Colocar pasta sellador a lo largo de toda la fisura de tal manera que no pueda fugarse la resina durante la inyección. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.

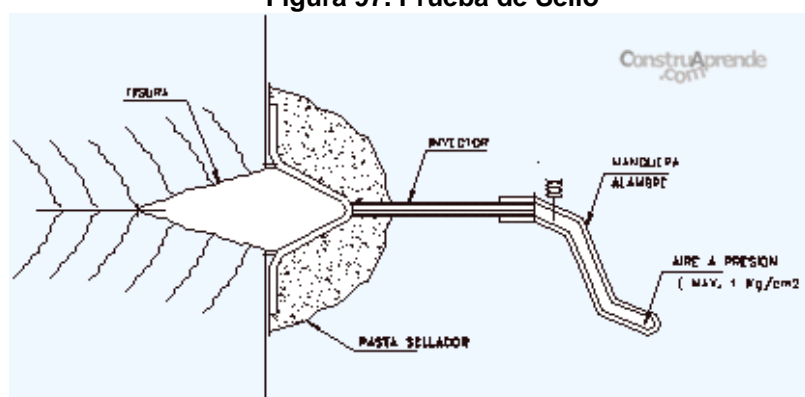
Figura 96. Colocación de inyectores



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

4.- Prueba de sello. Una vez endurecido el sello, se conectarán las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión se comprobará la comunicación de todos los puntos de salida y la estanqueidad del sello.

Figura 97. Prueba de Sello

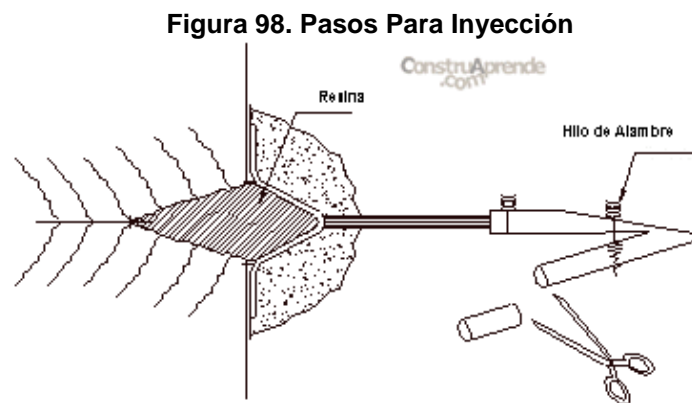


Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

5.- Inyección. Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá realizar lo siguiente:

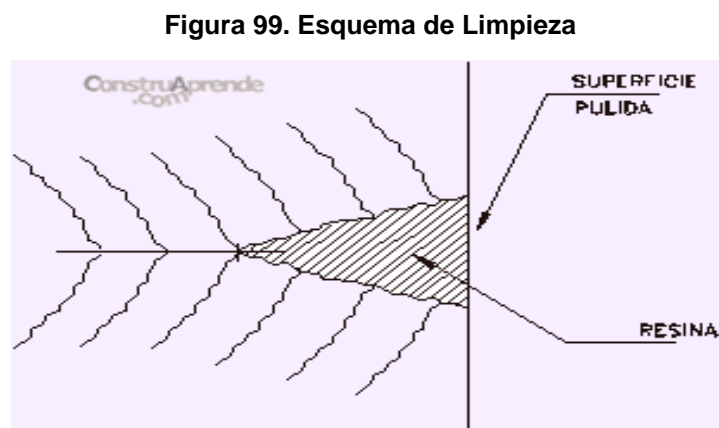
- a) Preparar la resina.
- b) Iniciar la inyección por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el siguiente punto.

- c) Cortar la manguera y pizarla con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.
- d) Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.
- e) Dejar un testigo de resina para que después se pueda verificar su endurecimiento.
- f) Para realizar la inyección se utilizara un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 Kg/cm² y no menor a 1.5 Kg/cm²).



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

6.- Limpieza. Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta sellador e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

5.5.2.3.- Cambio de juntas de dilatación. Las juntas son seguramente el elemento más delicado del equipamiento. Estas juntas, por definición, tienen la tarea de unir los espacios libres, requeridos por razones del comportamiento estructural entre dos elementos de un puente.

Una junta eficiente tiene que cumplir característicamente con los siguientes requisitos:

1. Transmisión de cargas y libertad de movimiento.
2. Durabilidad de todos los elementos de la junta.
3. Emisión baja de ruidos durante el paso de vehículos.
4. Autolimpiables.

Las acciones del tráfico inciden directamente sobre ellas mediante sollicitaciones de impacto repetitivas, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes, a los que hay que añadir la corrosión de los elementos metálicos y el envejecimiento de perfiles de goma, morteros, etc. Las acciones que se llevan a cabo son de dos tipos:

Reparación de juntas: sustitución de módulos retos, apretado de tuercas, y tornillos, reparación del mortero lateral roto o cuarteado, sustitución de perfiles de goma envejecidos o despegados.

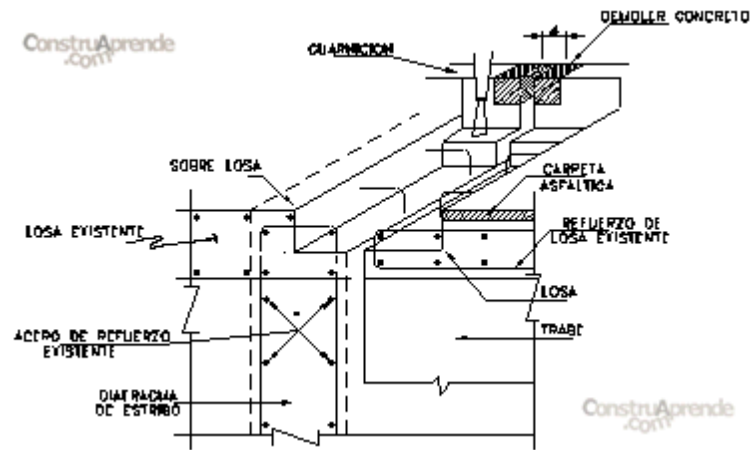
Renovación de juntas: cambio de la junta por una nueva. En este caso es posible en bastantes ocasiones colocar una nueva junta más sencilla que la original debido a que los movimientos iniciales de la estructura (fluencia, retracción, etc.) no han de tenerse en cuenta.

Procedimiento constructivo de modernización de junta de calzada:

- 1.- Cortar y retirar la carpeta asfáltica en un ancho de 20 cms. En ambos lados de la junta de dilatación.
- 2.- Realizar la demolición de la losa y hasta 15 cms. dentro de la banqueta para

fijar el remate de la junta de dilatación.

Figura 100. Esquema Junta de Dilatación Pasos 1-2

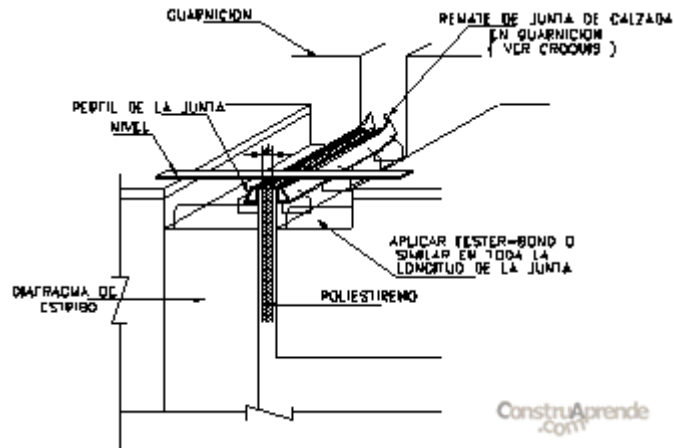


Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

3.- Retirar ángulos y placa de acero de junta existente.

4.- Colocar y habilitar perfil en la calzada en ambos lados de la junta.

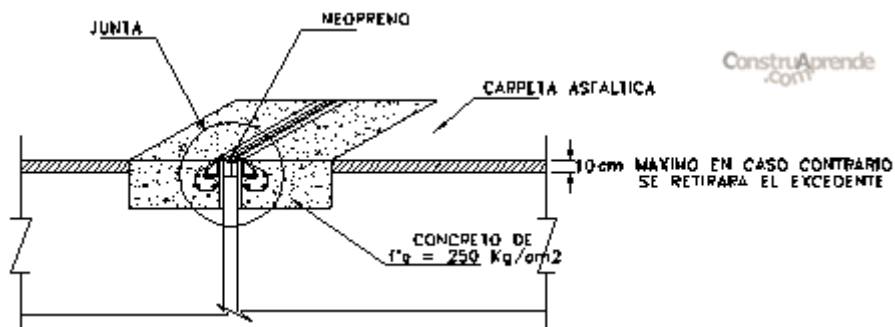
Figura 101. Esquema Junta de Dilatación Pasos 3 – 4



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

5.- Checar nivelación de la junta.

Figura 102. Chequeo de Nivelación de Junta de Dilatación Paso 5

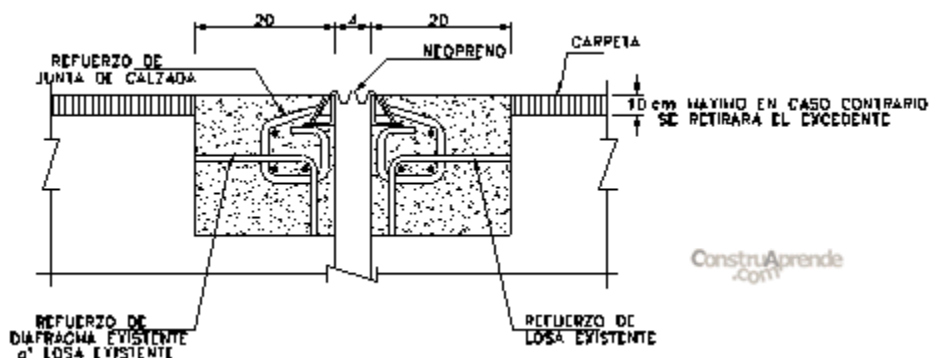


Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

6.- Colar y vibrar perfectamente zona de juntas.

7.- una vez fraguado el concreto se colocara el perfil de neopreno.

Figura 103. Esquema Junta de Dilatación Pasos 6 – 7



Fuente : <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

5.5.2.4.- Tratamiento de armados expuestos. El procedimiento más común para el tratamiento de las armaduras oxidadas:

- Se descubrirán picando todo el concreto que las cubre.
- Se eliminara el óxido no adherido (cepillo de alambre o chorro de arena), después se les aplicara una pintura anticorrosiva.
- Si la armadura presenta una pérdida de sección notable se suplantarà, si es posible, con una nueva soldada a la antigua.

5.5.2.5.- Rehabilitación del concreto degradado. Su necesidad surge por varios motivos. El proceso normal de degradación de las estructuras de concreto armado al estar sometido a las acciones ambientales da lugar a que se presente algunas degradaciones que es necesario reparar para evitar daños mayores.

Por una parte la inevitable carbonatación del concreto va penetrando progresivamente hasta alcanzar las armaduras, que pierden así la protección que les proporcionaba la elevada basicidad inicial. Este efecto, unido al ingreso de cloruros procedente fundamentalmente de las sales de deshielo, facilita la corrosión de las armaduras con los efectos negativos sobre el concreto, que conlleva a: fisuración, delaminación y desintegración más o menos localizadas. Por otra parte, los fenómenos químicos del tipo reacción árido-álcali y similar, que cuando se producen, dan origen a hinchamientos que se traducen normalmente en fisuración. Esta fisuración es debida en muchos casos a la superación de la resistencia a la tracción.

Estos procesos de degradación están ligados principalmente a dos factores: la mayor o menor permeabilidad del concreto y la existencia de agua que pueda acceder a la masa del concreto.

Esta serie de causas da lugar a un conjunto de acciones destinadas a rehabilitar el concreto y las armaduras deterioradas y a mejorar el sistema de impermeabilización y evacuación del agua, enemigo número uno de las obras. El procedimiento para la rehabilitación del concreto degradado se expone a continuación:

El concreto alterado se saneará incluyendo las zonas fisuradas demoliendo, la superficie así obtenida se limpiará cuidadosamente (cepillo metálico o chorro de arena) antes de colocar el concreto o el mortero que sustituirá la zona desaparecida. Este nuevo mortero o concreto deberá cumplir las siguientes condiciones:

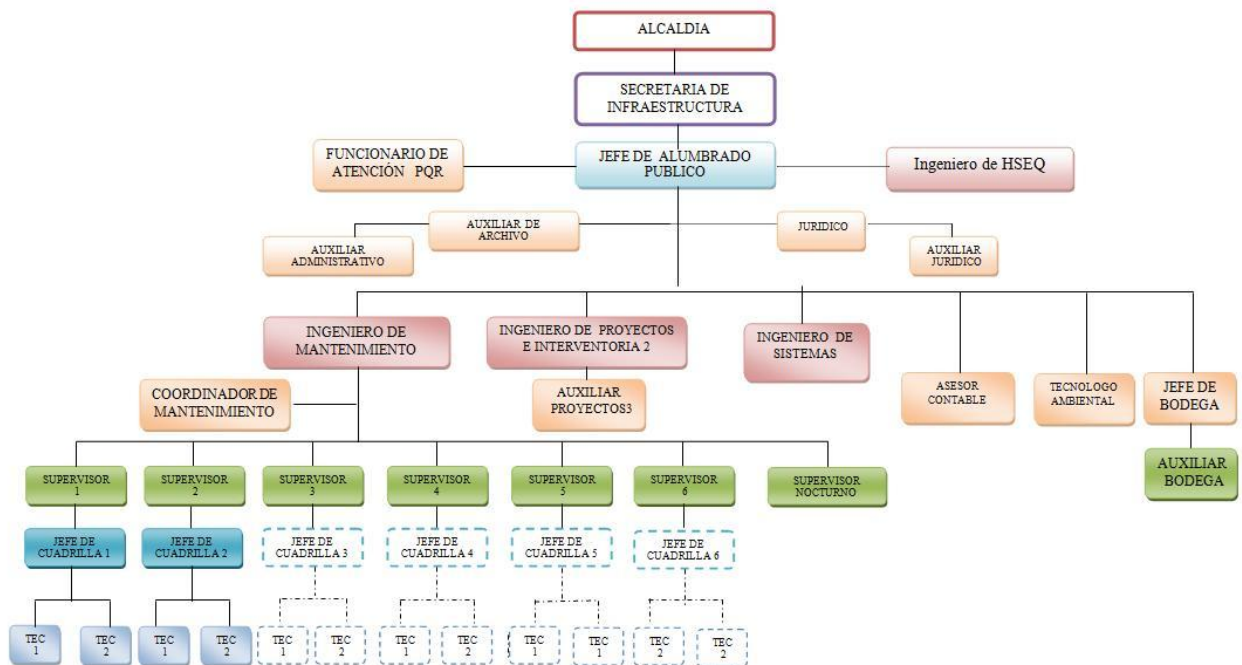
- Tener una adherencia perfecta con el concreto viejo. Es normal para garantizarlo dar una impregnación de resina epoxica a la superficie de contacto.
- Resistencia mecánica mayor o igual a la del soporte.
- Baja o nula retracción.
- Modulo de deformación ligeramente al concreto de la pieza de soporte.
- Coeficiente de dilatación térmica próxima a la del soporte.

Estas condiciones suelen cumplirlas básicamente bien los morteros de cemento con los aditivos correctos.

5. ESTUDIO RCM APLICADO A ALUMBRADO PÚBLICO

5.1 ORGANIGRAMA

Figura 104. Organigrama Alumbrado Público



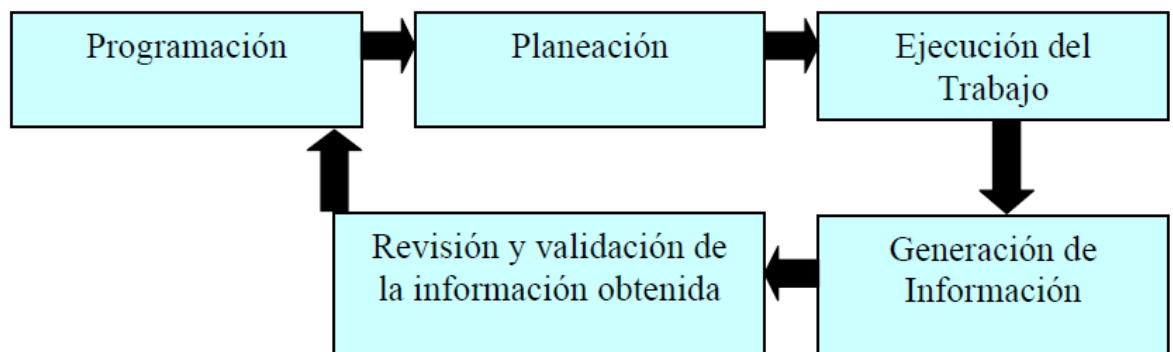
Fuente: <http://alumbradopublico.bucaramanga.gov.co/index.php?pag=2>

Servicio de Alumbrado Público:

Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un Municipio o Distrito. El servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público.

5.2 PROCESO DE MANTENIMIENTO – SITUACION ACTUAL:

Figura 105. Esquema Proceso de Mantenimiento



Fuente: Autores

5.2.1 Etapa de programación

En la etapa de programación del mantenimiento se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una *secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo*

El programa de mantenimiento es realizado por el ingeniero coordinador de mantenimiento, el cual realiza la programación mensual y diaria de las

actividades de mantenimiento que deberán ser efectuadas. Algunos de los criterios que se utilizan para efectuar la programación son los siguientes:

- La experiencia del personal del área de mantenimiento.
- Los reportes derivados de las inspecciones realizados por el personal de mantenimiento y Supervisor.
- Las frecuencias establecidas por la programación del año anterior.

El programador busca ser específico en el alcance del trabajo que desea se efectúe, describe la tarea específica que se va a desarrollar, el tipo de mantenimiento que debe ser aplicado, indica la cuadrilla responsable que debe efectuar el trabajo así como la cantidad de personal que debe participar en el mismo, lista de materiales, herramientas, repuestos, etc. que deban ser utilizados, anexa formatos, planos, dibujos, especificaciones técnicas catálogos, etc.,

5.2.2 Etapa de planeación

La etapa de planeación es un eslabón de la cadena del proceso de mantenimiento que consta de los siguientes procesos:

5.2.2.1 Comité Técnico: este comité busca velar por el continuo desarrollo del programa de mantenimiento con el que cuenta el área. Esta supervisión es asegurada a través de la realización de una reunión semanal donde se realizan las siguientes actividades:

- Verificar el cumplimiento de la programación de las tareas de mantenimiento que fueron programadas para la semana anterior. En caso de no haber cumplido alguna tarea, el Supervisor debe explicar al comité la razón por la cual no pudo efectuar dicha actividad y solicitar al programador que realice la respectiva reprogramación de la orden de trabajo.

- Analizar los reportes de fallas que hayan sido generados
- Autorizar la elaboración de las órdenes de trabajo para las actividades de mantenimiento programadas.

5.2.2.2 Generación de Ordenes de Trabajo: La orden de trabajo permite disponer de información tal como:

- Lugar donde se desarrollarán las actividades de mantenimiento.
- La Cuadrilla de la empresa que llevará a cabo el trabajo.
- El motivo de la solicitud.
- Notas que el coordinador desee incluir para que el personal de mantenimiento las tenga en cuenta.
- Secuencia de los trabajos a realizar.
- La fecha de aprobación, de inicio y finalización de los trabajos.
- El responsable del trabajo.
- Las medidas de seguridad que deben ser tenidas en cuenta en la realización del trabajo.
- El personal que participó y el tiempo de participación de cada uno.

5.2.2.3 Trámite de permisos y preparación de personal y material: En esta instancia del proceso el ingeniero coordinador se encarga de tramitar los permisos que sean necesarios para poder iniciar los trabajos, de ubicar los materiales y repuestos que sean necesarios y de verificar que efectivamente los recursos que fueron asignados a la OT realmente se encuentren disponibles. Una vez realizadas todas las verificaciones se da el visto bueno para que la cuadrilla inicie la ejecución de la OT.

5.2.3 Etapa de ejecución del trabajo

En esta etapa el personal técnico que conforma las cuadrillas se encarga de llevar a cabo las actividades que se encuentran consignadas en la OT. Sin

embargo en la mayoría de los casos la secuencia de las actividades que se deben llevar a cabo no se consigna en la OT. Este tipo de fallas a la hora de diligenciar las OT's puede ocasionar los siguientes problemas al Departamento de Mantenimiento:

- Riesgo de sufrir accidentes
- Perdida de tiempo y mal uso de recursos (físicos y humanos) debido a que no existe una secuencia lógica y detallada de las actividades que deben llevarse a cabo.
- Reproceso de mantenimiento, ya que es posible que el día que la cuadrilla vaya a realizar la revisión que se indica en la OT, revise un equipo diferente al que estaba fallando o realice un mantenimiento previamente ejecutado, por lo tanto una falla puede no ser corregida, y es necesario volver a sitio a reparar el equipo que presenta la falla.

5.2.4 Etapa de generación de la información

Esta etapa se desarrolla durante y al finalizar una OT, tiempo en el cual el personal de las cuadrillas consigna las novedades encontradas en terreno y actualiza la información concerniente a planos eléctricos. La información que es obtenida en cada OT es anexada a la misma como soporte de las actividades que se realizaron. No toda la información que se genera está disponible en medio magnético, por lo tanto para poder tener acceso a la misma es necesario buscar en los archivos la OT en la cual se consignó la información requerida.

En consecuencia los aspectos que se deben mejorar en esta etapa del proceso son:

- La información que se genera para cada equipo no es almacenada en la hoja de vida del mismo, sino que es archivada como un documento anexo a la OT. Esta falla en el procesamiento de la información genera que las hojas de vida

de los equipos se encuentren desactualizadas repercutiendo así en aspectos importantes como son la definición de las frecuencias de mantenimiento, el registro de fallas, los costos de mantenimiento, la información para las pólizas de seguros, etc.

- Al momento de generar la OT se debe especificar claramente cuáles son las tareas de mantenimiento que se deben aplicar y que tipo de información se debe extraer de la misma.

5.2.5 Etapa de revisión y validación de la información obtenida

En esta etapa se revisa que la OT tenga totalmente diligenciados los siguientes campos:

- Fecha de aprobación, asignación, inicio y final de trabajo.
- Horario de trabajo.
- Las personas que participaron, especificando el número de cedula, nombre, las horas extras y los viáticos causados.
- Anexos técnicos de la OT.
- La cantidad de materiales consumidos con sus soportes de salida de almacén.
- La firma del responsable de la OT.

Una vez el Supervisor verifica que la información está completa, se la remite al Ingeniero Jefe del departamento de Mantenimiento para que este apruebe, liquide la OT. Después de liquidar la OT, esta es archivada junto con toda la información anexa.

Por lo tanto debido al tratamiento que se le da a la información en esta etapa la organización se ve expuesta a los siguientes problemas:

- Restricción para consultar la información.

- Dificultad en la elaboración de informes técnicos y administrativos que permitan evaluar el desempeño del área, esto debido a que la información no se encuentra organizada y concentrada.
- Desactualización de las hojas de vida de los equipos.

5.2.6 PROCEDIMIENTOS GENERALES

Algunas consideraciones generales que se deben tenerse en cuenta para la realización de la gestión integral de mantenimiento en alumbrado público. Una instalación de alumbrado público operará adecuadamente a lo largo de su vida útil, siempre y cuando sea mantenida eficazmente. Aunque es inevitable el deterioro en la calidad, aún en instalaciones bien mantenidas, el deterioro será mayor si el mantenimiento no se lleva a cabo. Entre mayor sea el intervalo de tiempo en que se efectúe el mantenimiento (factor de conservación bajo), el nivel de iluminancia inicial alto, caerá por debajo de lo especificado y por tanto el consumo de energía durante la vida de la instalación será mayor. Con un esquema de mantenimiento adecuado (factor de conservación alto), se asegura una instalación de alumbrado público efectiva, tanto desde el punto de vista energético como económico.

Inicialmente se proponen acciones de mantenimiento correctivo, identificando las causas de las fallas presentadas en los equipos de iluminación y registrándolas en el sistema de información, para hacer un seguimiento permanente de la calidad de los elementos utilizados y solicitar a los proveedores las garantías de calidad correspondientes.

Las prácticas de mantenimiento propuestas son de carácter preventivo, basado en la vida útil de los componentes de los equipos utilizados y llevando un control y estadística adecuada en la operación y mantenimiento de la infraestructura.

La oficina de Alumbrado Público de Bucaramanga, considera dentro del esquema de operación del servicio, la adquisición directa de los insumos necesarios para el funcionamiento del alumbrado y la contratación de cuadrillas externas para las labores de mantenimiento.

El estado de la infraestructura de alumbrado debe ser monitoreado permanentemente por el personal de mantenimiento e inspectores, en jornadas diurnas y nocturnas. Los resultados de estas inspecciones en conjunto con las diferentes quejas y reclamos presentadas por los usuarios, deben ser almacenados en el SIAP para definir los programas tanto puntuales como periódicos de mantenimiento. El Reporte De Daños se puede hacer a través de <http://alumbradopublico.bucaramanga.gov.co/index.php?pag=20>, identificado el número de luminaria y el número de poste de daño, Si no tiene número de la luminaria o no es visible, también podemos identificarlos con el número del poste (numero de 7 dígitos) de lo contrario, si no posee número de poste ni luminaria la mejor guía es la dirección exacta de la casa más cercana.

Figura 106. Registro de Quejas, Reclamos y Solicitudes

FUENTE	CAMPOS	RESPONSABLE
USUARIO: Quejas y reclamos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipo de queja o solicitud –descripción- 2. Ubicación 3. Fecha, hora 4. Acción tomada por el Operador 5. Fecha, hora y duración de la acción 6. Respuesta al usuario sobre las acciones tomadas 	Operador del IGESTION - Sistema de Alumbrado público-
INSPECTORES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipo de informe 2. Fecha 3. Período del informe 4. Aspectos evaluados 5. Índices objetivo establecidos 6. Índices objetivo logrados 7. Índices objetivo no - logrados 8. Causas de no-cumplimiento de objetivos 9. Costos de operación del período evaluado 10. Recomendaciones para el período en curso 11. Compromisos para el siguiente período 	Operador del IGESTION - Sistema de Alumbrado público-

5.2.6.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

De acuerdo con las políticas establecidas para la administración, operación y mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público, es indispensable planear la frecuencia y alcance de las actividades de mantenimiento, dando inicio a la primera fase que corresponde al mantenimiento correctivo. Frente al reporte de una falla, con base en los procedimientos establecidos y aprobados, se debe definir su grado de criticidad, teniendo en cuenta los diferentes aspectos contemplados en el mismo, y proceder a tomar las acciones correctivas de acuerdo con su escala de prioridades.

Mediante el control y seguimiento del comportamiento de los diferentes componentes del alumbrado público, se deben identificar, registrar y clasificar los tipos de danos crónicos y esporádicos que se presentan, así como las causas que los generan –de tipo técnico inherentes a la red, de calidad de los equipos y materiales instalados, de responsabilidad del personal operativo y de taller, entre otras.

Se deben identificar y clasificar los daños, establecer la planeación y programación del mantenimiento dirigida a la corrección de la falla, a la revisión e implementación de los correctivos en el procedimiento correspondiente y al mantenimiento actualizado del sistema de control que asegure el cumplimiento de los indicadores.

Existen racionales justificaciones para efectuar este tipo de mantenimiento, tales como: que los equipos o dispositivos de alumbrado, no se encuentran en una línea o punto crítico del proceso y que su falla no ocasione serios trastornos a la producción o al mantenimiento. Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que la falla de alguno de estos dispositivos denominados luminarias, solo ocasiona una disminución parcial del nivel luminoso en el sector público donde se encuentra instalado; también, que por la gran cantidad de luminarias instaladas en la jurisdicción de un municipio, se deben efectuar las reparaciones progresivamente en la medida en que son detectadas o

reportadas las fallas y finalmente que contando con el número de cuadrillas adecuadas ejecutando las labores de mantenimiento reactivo, se disminuye el impacto que pueda ocasionar la falla de la(s) luminaria(s) en determinado sector.

5.2.6.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo está orientado a determinar las acciones para evitar o eliminar las causas las fallas potenciales del sistema y prevenir su ocurrencia, mediante la utilización de técnicas de diagnóstico y administrativas que permitan su identificación.

Dentro de las técnicas de diagnóstico se deben considerar las mediciones eléctricas en diferentes puntos de la red de los perfiles de tensión, niveles de armónicos, así como la medición de los parámetros eléctricos de operación de las luminarias y sus componentes; las mediciones fotométricas deben permitir obtener parámetros como Uniformidad general de niveles de luminancia/Iluminancia de la calzada (Uo), Uniformidad longitudinal sobre la calzada (UL) , que permitan medir la calidad de la iluminación. Estas rutinas de inspección se deben ejecutar a través de Grupos de Inspección con equipos y elementos adecuados.

Es más favorable económicamente para los operadores del sistema esperar la falla en el equipo, pero existen algunas actividades de mantenimiento preventivo sobre la infraestructura que garantiza un mayor tiempo entre fallas, la prolongación del tiempo de vida útil de algunos elementos, así como mayor continuidad en la prestación del servicio. Entre las cuales se tienen:

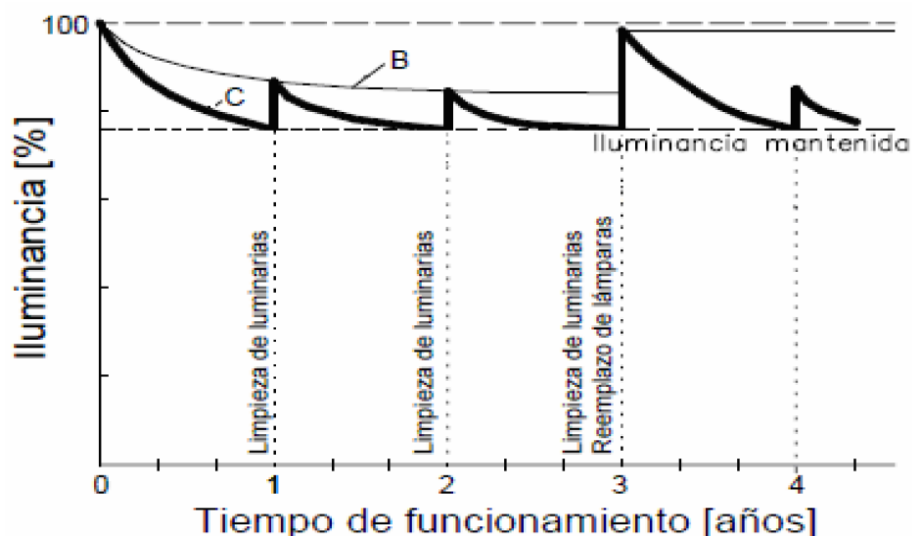
- Extinción de la vida útil de la bombilla.
- Ajuste deficiente de la bombilla en el portabombilla
- Rotura de la bombilla

- Insuficiente tiempo de enfriamiento (reencendido).
- Inoperancia del control fotoeléctrico o fotocelda.
- Conexión y alambrado defectuoso o inapropiado
- Cable de alimentación en cortocircuito, abierto o defectuoso.
- Bajo nivel de tensión (voltaje) en la luminaria.
- Utilización de balasto inadecuado.
- Balasto en cortocircuito.
- Terminación de la vida útil del balasto
- Arrancador inadecuado (Sodio alta presión).
- Arrancador defectuoso (Sodio alta presión).
- Condensador inapropiado
- Condensador defectuoso
- Rotura de conductores eléctricos
- Cortocircuito entre conductores eléctricos
- Falla a tierra de conductores eléctricos
- Discontinuidad en una de las fases del circuito de alumbrado
- Avería del transformador de distribución exclusivo

5.2.6.3 PLAN DE MANTENIMIENTO

Todas las instalaciones de alumbrado público deben contar con un plan de mantenimiento que garantice el mantenimiento de los niveles de eficiencia energética y los parámetros de iluminación. Este plan de mantenimiento debe incluir entre otras informaciones, el periodo de limpieza del conjunto óptico de las luminarias y de cambio de las bombillas. (Ver la figura 107).

Figura 107. Esquema de mantenimiento de una instalación de alumbrado público



Fuente: RETILAP

En la figura 107:

- La curva B corresponde a la curva de depreciación del flujo luminoso de la bombilla (DLB).
- La curva C corresponde a la curva del factor de ensuciamiento (F_E).

La periodicidad de la limpieza del conjunto óptico de la luminaria y del cambio de las bombillas debe ser tal que garanticen que la instalación de alumbrado público no va a estar funcionando con valores de iluminancia promedio por debajo de los mínimos mantenidos.

Hay que resaltar, como se puede ver en la figura 107, que con el mantenimiento nunca se restablecen las condiciones iniciales, por cuanto hay factores que son no controlables, como la depreciación de la luminaria debido al envejecimiento y a la degradación de sus materiales, que producen un aumento de la opacidad y/o reducción de reflectividad en los materiales del conjunto óptico de la luminaria.

A medida que pasa el tiempo, el valor de iluminancia promedio de la instalación se va alejando del valor inicial de iluminancia promedio (100%), hasta llegar al final de la vida útil de las luminarias.

5.3 CARACTERISTICAS TECNICAS Y CONDICIONES OPERACIONALES

A continuación se determinan las características que deben cumplir los equipos de iluminación y alumbrado público, en términos de las especificaciones técnicas que garantizan las características de desempeño, durabilidad y calidad para satisfacer las condiciones del servicio y de uso racional de energía

5.3.1 Bombillas de descarga de vapor de mercurio de alta presión

Las bombillas de mercurio de alta presión deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. La vida promedio de las bombillas de vapor de mercurio no podrá ser menor a 24.000 horas.
- b. El uso de bombillas de mercurio en los nuevos sistemas de alumbrado público queda prohibido
- c. Las eficacias de bombillas de Mercurio de alta presión no podrán ser menores a las establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 46. Eficacia mínima para bombillas de mercurio a alta presión

Potencia de la bombilla. W	Eficacia. lm/W
50 a 79	36
80 a 124	47
125 a 249	50
250 a 399	52
400 a 699	55
700 a 999	57
Mayores o iguales a1.000	57

Fuente: RETILAP

5.3.2 Bombillas de vapor de sodio alta presión

Las bombillas de Sodio de alta presión deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. La vida promedio para bombillas de sodio de alta presión no podrá ser menor a 24.000 horas
- b. Las bombillas de sodio alta presión deben cumplir con el trapezoide de funcionamiento de la bombilla definido en la norma técnica bajo la cual estén certificadas. Tales normas deberán ser internacionales como la IEC 60662, normas técnicas de reconocimiento internacional equivalentes, o la NTC 2243
- c. Las eficacias de bombillas de sodio de alta presión no podrán ser menores a las establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 47. Eficacia mínima para bombillas de Sodio a alta presión

Potencia de bombilla (W).	Eficacia inicial (lm/W).		
	Tubular.	Ovoide clara.	Ovoide fosforada.
50	82	82	80
70	82	85	82
100	107	88	85
150	90	93	90
250	104	108	100
400	118	120	117
600	150	150	146
1.000	125	150	150

Fuente: RETILAP

- d. el diseño del conjunto óptico debe limitar el aumento de tensión durante la operación normal de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 48. Máximo aumento de tensión

Luminarias de Sodio (W).	Máximo aumento de tensión de la bombilla [V.].
50	5
70	5
100	7
150	7
250	10
400	12
600	20
Luminarias de Sodio (W).	Máximo aumento de tensión de la bombilla [V.].
1.000	25

Fuente: RETILAP

5.3.3 LUMINARIAS

Todas las luminarias para uso en alumbrado público del Municipio de Bucaramanga, deberán cumplir con las siguientes características que se relacionan a continuación, cuyos datos de los valores característicos están de acuerdo con su potencia nominal en condiciones de trabajo normales.

Tabla 49. Principales Características de la Lámpara de Sodio Alta Presión

Descripción	Unidad	Potencias de las luminarias				
		70W	150W	250W	400W	1000W
Tensión de conexión	V	208	208	208-277	208-277	277
Corriente nominal bombilla	A	0,98	1,8	3,0	4,6	4,5
Tensión nominal bombilla	V	100	100	100	100	250
Potencia nominal bombilla	W	70	150	250	400	1000
Corriente máxima de corto - circuito (110% del voltaje nominal de conexión)	A	1,3	2,7	4,5	7,5	8
Tensión mínima de circuito abierto (92% de tensión nominal de conexión)	V	198	198	198	198	198
Voltaje pico de arranque (Mínimo)	V	1600	2000	2500	2500	3000
Voltaje pico de arranque (Máximo)	V	2500	2000	4000	4000	5000
Variación máxima de potencia para variaciones de $\pm 10\%$ Vnom		$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$

Fuente. Normas de Alumbrado Público CODENSA S.A. E.S.P.

Nota:

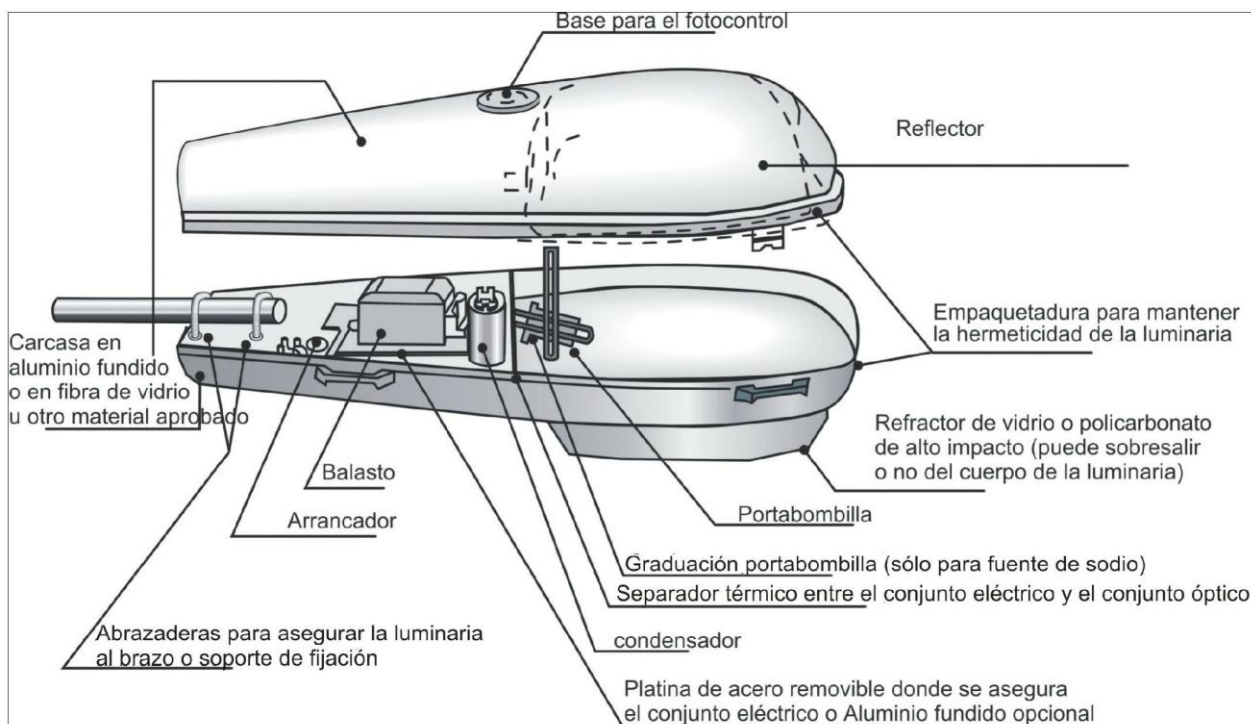
1. El factor de potencia no debe ser menor de 0.9 para valores nominales de tensión y corriente en todas las bombillas de diferentes potencias, tanto para las de Sodio como las de Mercurio.
2. Vnom, equivale a tensión nominal de la bombilla

Tabla 50. Principales características de la lámpara de vapor de mercurio

Descripción	Unidad	Potencias de la luminarias		
		125W	250W	400W
Tensión de conexión	V	208	208	277
Corriente nominal bombilla	A	1,15	2,15	3,25
Tensión nominal bombilla	V	125	130	135
Potencia nominal bombilla	W	125	250	400
Corriente máxima de corto - circuito (110% del voltaje nominal de conexión)	A	2,4	4,5	7,2
Tensión mínima de circuito abierto (92% de tensión nominal de conexión)	V	198	198	198
Aislamiento (seco, 1 minuto) - Pérdidas	V	2500	2500	2500
Variación máxima de potencia para variaciones de $\pm 5\%$ Vnom.		$\pm 12\%$	$\pm 12\%$	$\pm 12\%$

Fuente. Normas de Alumbrado Público CODENSA S.A. E.S.P.

Figura 108. Características técnicas y condiciones operacionales, Lámpara de Sodio Alta Presión



LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN 70 W	
TIPO DE CARCASA	ENTERIZA
GRADO DE PROTECCIÓN	CONJUNTO ELÉCTRICO (IP) 65 CONJUNTO ÓPTICO (IP) 65 CUERPO (CARCASA) IK 0,8 REFRACTOR (IK) 0,8
BALASTO	ENCAPSULADO
CONDENSADOR	SECO
ARRANCADOR	SUPERPOSICIÓN
CUERPO DE LA LUMINARIA	INYECCIÓN ALUMINIO U OTRO APROBADO
SISTEMA ANTIRROBO	ESPECIFICADO PARA EL BRAZO ESPECIFICADO EN EL CUERPO ESPECIFICADO PARA LA FOTOCELDA
REFLECTOR (material)	ALUMINIO
REFRACTOR (material de la superficie)	VIDRIO CURVO TEMPLADO
PORTABOMBILLA	TIPO ROSCA E-27
FACTOR DE POTENCIA DE LA LUMINARIA	≥ 0,9
FUSIBLES	CORRIENTE NOMINAL (A) = 5 CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN (kA) = 10 NIVEL MÍNIMO DE AISLAMIENTO (V) = 250 NÚMERO DE FUSIBLES POR LUMINARIA = 2
MARCACIÓN DE LA LUMINARIA	EN ALTO O BAJORRELIEVE

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN 150 W	
TIPO DE CARCASA	ENTERIZA
GRADO DE PROTECCIÓN	CONJUNTO ELÉCTRICO (IP) 65 CONJUNTO ÓPTICO (IP) 43 CUERPO (CARCASA) IK 0,8 REFRACTOR (IK) 0,8
BALASTO	ENCAPSULADO
CONDENSADOR	SECO
ARRANCADOR	SUPERPOSICIÓN
CUERPO DE LA LUMINARIA	INYECCIÓN ALUMINIO U OTRO APROBADO
SISTEMA ANTIRROBO	ESPECIFICADO PARA EL BRAZO ESPECIFICADO EN EL CUERPO ESPECIFICADO PARA LA FOTOCELDA
REFLECTOR (material)	ALUMINIO
REFRACTOR (material de la superficie)	VIDRIO CURVO TEMPLADO O POLICARBONATO
PORTABOMBILLA	TIPO ROSCA E-27
FACTOR DE POTENCIA DE LA LUMINARIA	≥ 0,9
FUSIBLES	CORRIENTE NOMINAL (A) = 5 CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN (kA) = 10 NIVEL MÍNIMO DE AISLAMIENTO (V) = 250 NÚMERO DE FUSIBLES POR LUMINARIA = 2
MARCACIÓN DE LA LUMINARIA	EN ALTO O BAJORRELIEVE

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN 250 W	
TIPO DE CARCASA	ENTERIZA
GRADO DE PROTECCIÓN	CONJUNTO ELÉCTRICO (IP) 43 CONJUNTO ÓPTICO (IP) 66 CUERPO (CARCASA) IK 0,9 REFRACTOR (IK) 0,8
BALASTO	ENCAPSULADO
CONDENSADOR	SECO
ARRANCADOR	SUPERPOSICIÓN
CUERPO DE LA LUMINARIA	INYECCIÓN ALUMINIO U OTRO APROBADO
SISTEMA ANTIRROBO	ESPECIFICADO PARA EL BRAZO ESPECIFICADO EN EL CUERPO ESPECIFICADO PARA LA FOTOCELDA
REFLECTOR (material)	ALUMINIO
REFRACTOR (material de la superficie)	VIDRIO CURVO TEMPLADO O POLICARBONATO
PORTABOMBILLA	TIPO ROSCA E-40
FACTOR DE POTENCIA DE LA LUMINARIA	≥ 0,9
FUSIBLES	CORRIENTE NOMINAL (A) = 10 CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN (kA) = 10 NIVEL MÍNIMO DE AISLAMIENTO (V) = 250 NÚMERO DE FUSIBLES POR LUMINARIA = 2
MARCACIÓN DE LA LUMINARIA	EN ALTO O BAJORRELIEVE

Fuente: Manual Técnico de Bucaramanga

Las luminarias alumbrado público, deben cumplir los siguientes requisitos:

- El tamaño de la carcasa debe garantizar que las temperaturas no lleguen a los valores críticos en las partes importantes de la bombilla, tales como el punto de unión entre el bulbo y el casquillo y no sobrepasen las temperaturas máximas de funcionamiento de los elementos que conforman

la luminaria. Adicionalmente debe garantizar que no sobrepase el incremento de tensión en bornes de bombilla para sodio, según lo establecido por la norma IEC 60662 y que pueda afectar seriamente la vida útil de la misma.

- Los reflectores deben presentar un coeficiente de reflexión superior al 90 %, no deben ser pintados o esmaltados, ni planos.
- Los refractores deben presentar una superficie lisa externa, en ningún caso deben ser prismáticos exteriores, puesto que el factor de mantenimiento se eleva al favorecer la acumulación de sedimentos y partículas.
- Las conexiones eléctricas en las borneras y/o tornillos que se encuentren directamente en contacto con una conexión eléctrica (punto vivo) deben ser del tipo no ferroso o tener una protección contra la corrosión sin reducir la conductividad eléctrica.
- Los componentes de la luminaria deben cumplir con la resistencia al quemado mediante el ensayo del hilo incandescente a 650° C tal como lo establece la norma IEC 695-2-1, la Sección 13 de la norma NTC 2230 u otra norma equivalente. Las partes no metálicas de la luminaria que mantienen en posición partes eléctricas vivas susceptibles de incendio por cortocircuitos o sobre corrientes debe además cumplir con la resistencia a la llama mediante el ensayo de aplicación de la llama cónica, contemplado en las Normas IEC 695-29-2, UL 94, NTC 2230 u otra norma equivalente.
- En las luminarias y proyectores para alumbrado público la protección contra tensión de contacto debe ser Clase I de acuerdo con clasificación dada en la Norma NTC 2230, y deben estar provistos, en su interior, de un terminal adecuado en contacto con el cuerpo de la luminaria para permitir su conexión a tierra, en forma tal que las partes conductoras accesibles no se vuelvan peligrosas en caso de falla del aislamiento básico
- Sus componentes balasto, bombillas, portabombillas, cables y encerramiento, deben ser adecuados para disipar el calor y soportar las temperaturas la cual nunca deben superar los 90°C
- En luminarias para alumbrado público, el conjunto óptico deben tener un grado de hermeticidad (IP) no inferior a:

- ✓ IP 54 o su equivalente NEMA para niveles de contaminación de categorías 1 ó 2, establecidos en la siguiente Figura, o para municipios hasta de cien mil habitantes en el casco urbano

Tabla 51. Clasificación de los niveles de contaminación

	Categoría	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales
II	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras.
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 – 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo Superior a 400 μm^3	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Fuente: RETILAP

- ✓ IP 65 para municipios de más de cien mil habitantes y/o municipios con alto grado de contaminación.
- En luminarias de alumbrado público el grado de hermeticidad para el conjunto eléctrico debe ser $\text{IP} \geq 43$ o su equivalente NEMA.
- En las luminarias de alumbrado público el grado de protección contra el impacto, debe ser $\text{IK} \geq 0,8$.

Tabla 52. Grados de hermeticidad y protección contra el impacto

ÍNDICE IP				ÍNDICE IK	
Primera cifra		Segunda cifra			
IP	Protección contra cuerpos sólidos	IP	Protección contra Líquidos	IK	Protección contra el impacto Energía de Impacto (JOULES)
0	Sin protección	0	Sin protección	00	No protegido
1	$\Phi \geq 50$ mm (Contactos involuntarios)	1	Caída vertical de gotas de agua	01	0,15
2	$\Phi \geq 12$ mm (Contactos involuntarios)	2	Caída de agua hasta 15° de la vertical	02	0,20
3	$\Phi \geq 2,5$ mm (Herramientas cables)	3	Agua lluvia hasta 60° de la vertical	03	0,35
4	$\Phi \geq 1$ mm (herramientas finas - cables)	4	Proyección de agua en todas las direcciones	04	0,50
5	Protegido contra polvo	5	Lanzamiento de agua en todas las direcciones	05	0,70
6	Totalmente protegido contra polvo	6	Lanzamiento de agua similar a los golpes de mar	06	1,00
		7	Inmersión	07	2,00
		8	Efectos prolongados de inmersión bajo presión	08	5,00
				09	10,00
				10	20,00

Fuente: RETILAP

- los balastos suministrados con las luminarias deben cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 53. Requisitos de los Balastos

Luminaria	Balasto Tipo	Tensión (V)	Pérdidas Máximas (W)
Sodio 70W	Reactor	208/240 (Conexión) 90 (Bombilla)	11 (Reactor)
Sodio 150W	Reactor ó CWA	208/240 (Conexión) 100 (Bombilla)	19 (Reactor) 40 (CWA)
Sodio 250W	Reactor ó CWA	240/277 (Conexión) 100 (Bombilla)	22 (Reactor) 50 (CWA)
Sodio 400W	Reactor ó CWA	240/277 (Conexión) 100 (Bombilla)	25 (Reactor) 60 (CWA)
Sodio 1000W	Reactor ó CWA	277 (Conexión) 100 (Bombilla)	35 (Reactor) 70 (CWA)

Fuente. Normas Técnicas de CODENSA S.A. E.S.P.

- Las Capacitancias y los calibres de los conductores utilizados en las luminarias de Alumbrado Público deben cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 54. Capacitancias, tensiones y calibres de conductores utilizados en luminarias de A.P

Tipo Conductor	Calibre Conductor (AWG)	250V Capacidad (µF)	330V Capacidad (µF)	450V Capacidad (µF)
A o C	18	10 y 20	10, 14 y 16	2, 3 y 6
A o C	18	30	20 y 25	14 y 16
A o C	16	33 y 45	28, 30, 33 y 35	20 y 24
A o C	14	-----	40 y 45	-----
CONVENCIONES		A=Alambre	C=Cable	

Fuente. Normas Técnicas de CODENSA S.A. E.S.P.

5.4 FRONTERA E INTERFAZ

Todas las luminarias para uso en alumbrado público del Municipio de Bucaramanga, presentan las siguientes Fronteras e Interfaces:

Frontera:

- Fotocelda
- Poste y Brazo de la Luminaria
- Puesta a Tierra (Varilla Cu y Cable / Alambre Cu # 4)
- Cable Cu Aislado # 12 / # 14, que transporta la Corriente
- Caja Cortacircuito, que sirve de Protección de la Luminaria ante una Sobrecorriente que se presente en la Red.

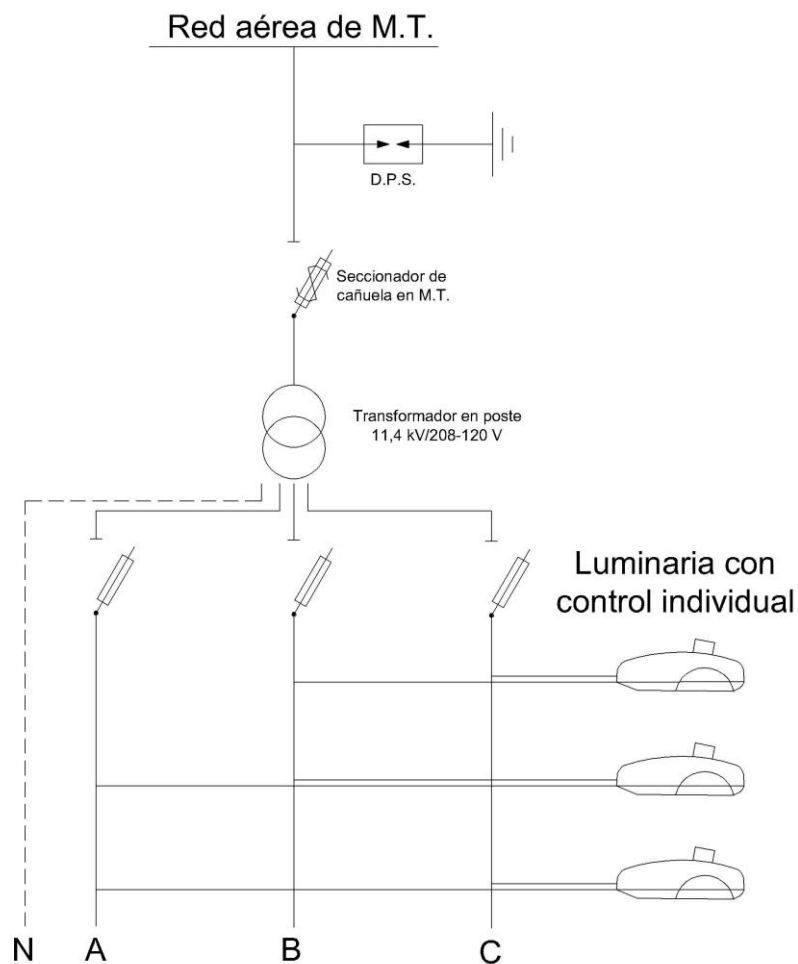
Interfaz:

- Tensión
- Corriente
- Frecuencia
- Factor de Potencia

- Nivel de Iluminación (Luxes)
- Nivel de Deslumbramiento
- Nivel de Luminancia
- Flujo Luminoso (Lumen)
- Índice de Reflexión y Refracción

Todas las luminarias para uso en alumbrado público del Municipio de Bucaramanga, presentan un Red de Distribución Eléctrica similar a la siguiente:

Figura 109. Diagrama Unifilar Red Distribución de la Luminaria



Fuente: Manual Técnico Bucaramanga

5.5 FUNCIONES

Función Primaria

Transformar la energía eléctrica en energía Lumínica, tendientes a garantizar los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, donde la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara.

Funciones Secundarias

- La protección del consumidor
- La preservación del medio ambiente
- Minimizar o eliminar los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación
- Evitar accidentes por deficiencia en los niveles y uniformidad de iluminación, luminancia y contraste en vías
- Establecer las condiciones para evitar daños o realización de riesgos laborales debidos a deslumbramiento causado por exceso o carencia de luz
- Establecer las eficacias mínimas, los valores de pérdidas y las eficiencias para balastos y luminarias
- Brindar un grado de hermeticidad para el conjunto eléctrico, $IP \geq 43$.
- Brindar un grado de protección contra el impacto, $IK \geq 0,8$.
- Mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento, Disipando el calor y soportando las temperaturas, la cual nunca deben superar los $90^{\circ}C$
- Ofrecer un coeficiente de reflexión superior al 90 %

5.6 FALLA – MODO DE FALLA – EFECTOS

Tabla 55. Análisis RCM: Falla, Modo de Fallas, Efectos

PROCESO: ALUMBRADO PUBLICO BUCARAMANGA - SANTANDER																						
Cod.F	FUNCIÓN	Cod.F.F	DESCRIPCIÓN FALLA FUNCIONAL	Cod. MF	MODO DE FALLA	DESCRIPCIÓN EFECTOS	FALLA OCULTA	Riesgo Humano	Riesgo Ambiental	Riesgo Económico	Riesgo Operacional	Riesgo Calidad	Riesgo Imagen	CONSECUENCIA	VALOR DEL RIESGO	TIPO DE DECISIÓN	Cod. Tarea	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS		
AP1	garantizar los niveles niveles y uniformidad de iluminación, así como calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual		Luminarias que no Encienden	AP1.1.1	Fin Normal de la Vida de las Lámparas	Los Electrodoes se han agotado haciendo imposible la ionización para lograr emisión lumínica	1	0	1	1	2	2	1	8	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	A	Inspección Preventiva de las Condiciones de Operación de la Lámpara y/o reemplazar si es necesario	C/ 2 Semanas	Supervisor Cuadrilla MTO		
				AP1.1.2	Lámpara Floja en el Portalámparas. Inserción y/o Colocación impropia	No Emite Flujo Lumínico	1	0	1	0	1	1	1	1	5	No Crítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	B	Monitoreo de las Condiciones de Operación y Verificar la Colocación de la Lámpara	Mensual	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.3	Control Fotoeléctrico Inoperante	No Emite Flujo Lumínico	1	0	0	0	0	1	1	1	1	4	No Crítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	C	Monitoreo de las Condiciones de Operación de la Fotoceleta	Mensual	Supervisor Cuadrilla MTO
				AP1.1.4	Alumbrado Defectuoso	No suministro de Corriente al Balasto y del Balasto al Portalámparas	2	1	1	2	3	2	1	12	12	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	D	Verificar con el diagrama el Sistema de Conexión de alimentación y establecer continuidad del circuito. Medir Corriente y tensión en cada Fase	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.5	Caída de Tensión en la Luminaria	Deficiente suministro de la tensión de alimentación que impide el arranque de la luminaria. Falta a Tierra de Conductores Eléctricos	3	1	1	1	3	2	1	12	12	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	E	Verificar las Condiciones de Operación de la alimentación del Balasto a plena Carga. Verificar Conexión y Medir la Puesta Tierra	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.6	Balasto Incorrecto	Operación Errática o Falta en el Arranque de la Luminaria, y la lámpara fallará prematuramente	2	1	1	1	2	2	1	10	10	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	F	Monitoreo de las Condiciones de Operación y Verificar las Especificaciones técnicas del Balasto	Semanal	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.7	Balasto en Cortocircuito	Rotura en Sellos del tubo de Arco, que enegrece el Área del sellado	2	0	1	1	2	2	1	9	9	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	G	Inspección de Capacitores y de los conductores de alimentación de la lámpara y de las bobinas del balasto	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.8	Bajo tiempo de Enfriamiento - Reencendido	No Emite Flujo Lumínico	2	0	0	1	2	2	1	8	8	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	H	Verificar el tiempo de enfriamiento y reestablecimiento de las condiciones de arranque según especificaciones	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.9	Fin Normal de la Vida del Balasto	Balasto Carbonizado o deformado. Sobrecalentamiento en devanados del Balasto	1	0	1	1	2	2	1	8	8	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	I	Verificar la continuidad del circuito. Medir Tensión y Corriente, comprobar el Factor de Potencia	Semanal	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.10	Circuito Eléctrico de Arranque defectuoso	Baja Corriente de Arranque	3	1	1	2	3	2	1	13	13	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	J	Monitorear corriente de Arranque según especificaciones técnicas	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.11	Incompatibilidad entre Balasto y Circuito Eléctrico de Arranque	Baja Corriente de Arranque que destruye los componentes del Balasto o del Circuito de Arranque	2	0	1	1	2	1	1	8	8	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	J - D	Monitorear corriente de Arranque y Verificar la compatibilidad entre Balasto y Circuito de Arranque según especificación técnica	C/ 2 Semanas	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.12	Sobrecarga en el Circuito	Baja Corriente de Arranque	4	1	1	3	3	2	1	15	15	Crítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	K	Redistribuir la Carga en otros circuitos	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.13	Sobrecorriente Transitoria	Fusible Fundido, en Corto o abierto en el Arranque. Alto consumo de Corriente iniciales	3	0	1	2	2	2	1	11	11	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	L	Monitoreo de las Condiciones de Operación y Proteger el Circuito de Alimentación con Elementos de Acción retardante	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.14	Conexiones y/o Cables Quemados o Sulfatados en la Acometida de Entrada de la Luminaria por Sobrecorriente Cortocircuito en la Red	No suministro de Energía (Tensión y Corriente).	4	1	1	2	3	2	1	14	14	Crítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	M	Monitoreo de las Condiciones de Operación y verificar el Nivel de Aislamiento y capacidad de Cada Fase. Verificar que los Conectores o empalmes No estén desajustado ni en un medio húmedo o cerca de objetos que produzcan cortocircuitos	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.15	Avería del Transformador, por sobrecarga, descargas atmosféricas (falta de protecciones), cumplimiento de la vida útil (pérdida de características), envejecimiento, vandalismo, etc	No suministro de Energía (Tensión y Corriente).	4	1	1	3	3	2	1	15	15	Crítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	N	Valorar el estado del transformador, para reconstruirlo o instalar reemplazo de similares características. Garantizar el estado y ajuste de las protecciones como cortacircuitos, pararrayes y puesta a tierra.	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP1.1.16	Lámpara Defectuosa	Tubo de Arco Agrietado, Fuga de Sodio. Cortocircuito en el diodo	2	1	2	1	2	2	1	11	11	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	O	Observar Condiciones del Tubo de Arco. Reemplazar la Lámpara	Semanal	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP2.1	Corta Vida de la Lámpara	AP2.1.1	Lámpara Fisicamente Dañada. Bulbo Exterior Agrietado	Tiempo de trabajo del Tubo de Arco se reduce, Fuga de Sodio	2	1	2	1	2	2	1	11	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	A	Inspección Preventiva de las Condiciones de Operación	Semanal	Supervisor Cuadrilla MTO
				AP2.1.2	Balasto Incorrecto	Operación Errática o Falta en el Arranque de la Luminaria, y la lámpara fallará prematuramente	2	1	1	1	2	2	1	10	10	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	F	Monitoreo de las Condiciones de Operación y Verificar las Especificaciones técnicas del Balasto	Semanal	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP3.1	Balasto Incorrecto y/o en Circuito Abierto	Encendido y Apagado cíclico de la Luminaria. Operación Errática o Falta en el Arranque de la Luminaria, y la lámpara fallará prematuramente	2	1	1	1	2	2	1	10	10	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	F	Monitoreo de las Condiciones de Operación y Verificar las Especificaciones técnicas del Balasto	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP3.2	Sobretensión de Operación de la Lámpara. Caída de Tensión de Circuito Abierto del Balasto	Encendido y Apagado cíclico de la Luminaria. Deficiente suministro de la tensión de alimentación que impide el arranque de la luminaria	3	1	1	1	3	2	1	12	12	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	p	Verificar las Condiciones de Operación de la alimentación de la Lámpara. Medir Tensión y corriente. Comprobar tensión de circuito abierto del Balasto	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP3.3	Tensión Variable	Encendido y Apagado cíclico de la Luminaria.	3	1	1	1	3	2	1	12	12	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	Q	Inspeccionar Sistema de Alumbrado y observar que no existan motores conectados	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP3.4	Alta Descarga en la Lámpara	Encendido y Apagado cíclico de la Luminaria. La Lámpara se Extingue, ya que la lámpara demanda mayor tensión del que suministra el Balasto	3	1	1	2	2	2	1	12	12	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	D - P	Verificar las Condiciones de Operación de la Lámpara. Medir Tensión y corriente	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP3.5	Alta Descarga en el Balasto	El Balasto proporciona en el secundario un pico de tensión de resonancia, que Enciende y Apaga cíclicamente la Luminaria.	3	1	1	1	2	2	1	11	11	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	F	Monitoreo de las Condiciones de Operación del Balasto	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP4.1	Depreciación Normal del Flujo Lumínico por Horas de Vida	Deficiente Nivel de Iluminación y Uniformidad en el Área Inadecuada.	2	1	0	1	1	1	1	7	7	No Crítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	R	Verificar la depreciación de la lámpara con las curvas del Fabricante. Verificar Nivel de Iluminación según Área y Tipo de Via	Mensual	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP4.2	Tensión de Alimentación Inadecuado	Deficiente suministro de la tensión de alimentación. Lámpara emite bajo Flujo Lumínico	3	2	1	1	3	2	1	13	13	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	S	Verificar con el diagrama el Sistema de Conexión de alimentación y establecer continuidad del circuito. Medir Corriente y tensión. Verificar Nivel de Iluminación según Área y Tipo de Via	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP4.3	Valores de Salida del Balasto Incorrectos	Lámpara emite bajo Flujo Lumínico y/o Deficiente Nivel de Iluminación	2	2	1	1	2	2	1	11	11	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	S	Verificar con el diagrama el Sistema de Conexión del Balasto. Comprobar Corriente y tensión de Salida según especificaciones. Verificar Nivel de Iluminación según Área y Tipo de Via	Semanal	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP4.4	Rangos de Tolerancia no Acorde a Especificaciones	Decrecimiento en la emisión Lumínica y en la brillantez, y puede presentar cambio del color de la Luz.	1	2	1	1	2	2	1	10	10	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	T	Observar el color de la Luz. Medir el Nivel de Iluminación y verificar especificaciones	Diaria	Supervisor Cuadrilla MTO	
				AP4.5	Acumulación de Polvo	Lámpara emite bajo Flujo Lumínico y/o Deficiente Nivel de Iluminación	0	2	1	1	2	2	1	9	9	Semicrítico	Riesgo Aceptable. Mito en Condición Normal	U	Efectuar Limpieza de Lámparas y Luminarias.	Diaria	Supervisor Cuadrilla MTO	
AP5.1	Cortocircuito del Tubo de Arco	Operación a Sobretensión	3	1	1	1	2	2	1	11	11	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	V	Verificar que la Luminaria Opere con un Balasto de mayor Potencia que la lámpara. Medir Tensión y Corriente	Semanal	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO					
AP5.2	Sobrecorriente	Deterioro del Tubo de Arco en los sellos y/o destrucción de conexión en el interior de la Lámpara	3	1	1	1	2	2	1	11	11	Semicrítico	Riesgo Tolerable. Falta Controlable	W	Monitoreo de las Condiciones de Operación de tensión y corriente. Comprobar que no hay corto en el Capacitor	Diaria	Coordinador Supervisor Cuadrilla MTO					

5.7 INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores son una forma clave de retroalimentar un proceso, de monitorear el avance o la ejecución de un proyecto y de los planes estratégicos, entre otros y son más importantes si su tiempo de respuesta es inmediato, ya que de esta manera las acciones correctivas son realizadas sin demora y en forma oportuna.

Los indicadores técnicos de gestión más utilizados en la gestión de mantenimiento en alumbrado público son los siguientes:

- Indicador de cumplimiento: $I_c = \text{OT cumplidas durante el día} / \text{OT pendientes para el día siguiente}$.
- Indicador de calidad: $I_q = \text{OT revisadas OK} / \text{OT revisadas}$.
- Indicador de satisfacción cliente: $I_s = \text{OT de fono servicio OK} / (\text{OT recibidas por usuarios} - \text{OT sin respuesta de confirmación con el usuario})$.
- Indicador de eficiencia cuadrilla: $I_e = \text{OT atendidas antes de 3 días} / \text{\# Total de OT mensual}$.
- Indicador de rendimiento: $I_r = (\text{Costos proyectados} - \text{Costos reales}) / \text{Costos proyectados}$.
- *indicador de luminarias fuera de servicio [ilfs]*
- *indicador de capacidad de respuesta (cr) de las CM:* Este indicador corresponde al porcentaje de luminarias puestas en operación con respecto al total de luminarias reportadas fuera de servicio, en un periodo de tiempo. El reporte de las luminarias fuera de servicio se está realizando a diario, por diferentes medios y fuentes, como son los informes de la Inspectoría, quejas de los usuarios y otras Entidades al “call center”

6. CONCLUSIONES

El Modelo Gerencial elaborado pretende cumplir las expectativas de mejora en la calidad las obras ejecutadas, la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos la técnica en procesos y procedimientos la ética en la calidad de los servicios y la organización del mantenimiento definiendo en este caso el más adecuado para el sistema es decir el Mantenimiento basado en RCM para obras civiles, obras eléctricas y maquinaria tipo pesado en el Municipio de Bucaramanga, a fin de lograr un mejor nivel de competitividad con las demás organizaciones que actualmente presentan sus servicios con un alto nivel de desarrollo.

El diagnóstico presentado, muestra la situación actual del mantenimiento en la Administración Municipal en la Infraestructura, en el mantenimiento de maquinaria y equipos en donde no existe una gestión integral de sustento que dé respuestas claras ante la gran responsabilidad de ejecutar actividades encaminadas a conservar y mantener los inmuebles y equipos en condiciones óptimas de operación, confiables y seguras.

Con el diagnóstico realizado a los equipos y maquinaria pesada se pudo constatar que solo se está realizando mantenimiento reactivo o solo correctivos con equipos llevados a falla, sin tener en cuenta principios de “Tribología” solo se realiza cambios de aceite según el caso y a veces se hace por la recomendación del fabricante haciéndose indispensable la elaboración del manual de análisis de Aceites con identificación de tipos de desgaste y ciclos de fatiga. Por ello se llevo a cabo un plan básico de mantenimiento para la maquinaria tipo pesado adscrita al Municipio con sus diferentes especificaciones según su tipo.

Basado en la exigencia y en el diagnóstico realizado a los procesos involucrados en la Administración Municipal y en el tratamiento de obras de Infraestructura se verifica la exigencia de la especificaciones por parte de la oficina técnica pero después de elaborada la obra nunca más se le realiza un mantenimiento preventivo, por ello se elaboraron formatos, listas de chequeo y plan básico de mantenimiento de obras civiles a todo nivel con sus respectivas especificaciones y recomendaciones aplicables desde la etapa constructiva hasta la etapa operativa, pues mediante la utilización de técnicas y equipos como termógrafos, equipos para medir vibración, sensores de impacto, y equipos para medir corrosión que garantizaría la calidad de la obras su mantenibilidad y la confiabilidad del servicio prestado.

El modelo propuso a nivel estratégico la creación de una base de datos o sistema de información que controle y monitoree diferentes variables tales como planes de mantenimiento , inventarios, tiempos de ejecución ordenes de trabajo etc., que convergen en el desarrollo de las actividades y trabajos de infraestructura, obras eléctricas y maquinaria tipo pesado, cuyas metas sean las de lograr la maximización de la efectividad de los equipos en las instalaciones, facilidad para la realización de las inspecciones sistemáticas de los equipos, el sistema de prevención, el incremento de la mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad mediante la utilización de un procesos metódicos, que pueden incrementar la productividad y disminuir la falla de los equipos, con significativas reducciones en la mano de obra y con disminuciones de costos de mantenimiento pero sobre todo garantizando la calidad de las tareas o servicios y protegiendo integralmente al trabajador su entorno y el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

Norma NSR 98.

ACI 214.1R-81 Prácticas recomendadas para la evaluación de los resultados de pruebas de resistencia del Concreto

ACI 301-89(85) Especificaciones para Concreto estructural en edificios.

ACI 315R-80 Detalles y realización de detalles en el refuerzo del Concreto.

ACI 318R-92 Requisitos del código de construcción para Concreto reforzado

ALVAREZ RUEDA, Ángel., Modelo Gerencial para el control administrativo de fallas y perdidas en equipos. Bucaramanga, 2000. Especialización Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas.

ARCINIEGAS, Álvarez Carlos A. Mantenimiento productivo total. Especialización en gerencia de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander, 2003.

CODENSA S.A. E.S.P. Normas de Construcción de Alumbrado Público: Tomo III.

CODENSA S.A. E.S.P. Normas Técnicas División Ingeniería y Obras. Especificaciones de luminarias de Sodio de Alta Presión

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS- CREG. Sector electricidad, Resolución No. 043 de 1995.

DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO EL RCM COMO ESTRATEGIA PARA SER APLICADO A EQUIPOS Y SISTEMAS ELECTRICOS EN PLANTAS DE FERTILIZANTES. YOLVIN HUGO CORTES BELEÑO, JORGE LUIS TOVAR MONTERROSA, 2007

FEDEMETAL. Manual de Mantenimiento. Bogotá: División Sector Industria y de la Construcción. 1991.

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA ALUMBRADO PÚBLICO. GONZÁLEZ GÉLVEZ ALDO MARCO, PINILLA MÁRQUEZ MARTÍN EMILIO. UIS 2009

GOMEZ CUBILLOS, Rafael. Administración y estilos gerenciales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006.

GONZÁLEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2003.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006.

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: La Investigación Científica. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2003.

<http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/Q.html>

<http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/55-reparaciones.html>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio – Tesis y otros Trabajos de Grado. 5 ed. Bogotá: ICONTEC, 2002. Libro Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Luis Alberto Mora. Bogotá 2009. Editorial Alfaomega

MANUAL TECNICO. MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – ALUMBRADO PÚBLICO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP. Bogotá, D.C., 2009.

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS. YANSON ALEXANDER CASALLAS CASTELLANOS. 2004

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EDIFICIOS. YANSON ALEXANDER CASALLAS CASTELLANOS. 2004

MORA GUTIERREZ, Luís Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Medellín, Editorial AMG, 2008.

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Edición en Español. Gran Bretaña: Aladon. 2004.

NORMA IEC 60300-3-11. Gestión de Confiabilidad – Parte 3-11: Guía de aplicación – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Primera Edición 1999 Normas ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas, aplicables al concreto, sus ingredientes y métodos

ORTIZ PLATA, Daniel. Organizaciones del Mantenimiento: Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM. [CD_ROM]. Bucaramanga, 2011. Posgrado gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.

PINILLA CELIS, Pablo Emilio. Sistema de información - MCC. Bucaramanga, 2011. Posgrado Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Recopilación Estadística de los Índices de Falla del Alumbrado Público de Bogotá D.C. Mónica Victoria Rojas Moreno. UIS 2003

REQUERIMIENTOS TECNICOS PARA UN SISTEMA DE INFORMACION QUE FACILITE EL CONTROL Y REGISTRO DEL MANTENIMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA. NICOLAS MANTILLA REINAUD. UIS 2006

SHINOTSUKA, Shinitshi. PM system Corporation. [Enlinea]. Disponible en internet: <http://www.tpm-us.com/>

SILVA ROBLES, Wilson y SEVERINO, Alfonso. Modelo de gestión de mantenimiento para la planta de cementos Andino, basado en la filosofía RCM2. Monografía Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2006.

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Organizaciones del mantenimiento: gerencia del mantenimiento. Posgrado en gerencia de mantenimiento, Bucaramanga, 2008.

VERA GARCIA, Cesar Edmundo. Salud Ocupacional. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2003.