

PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS Y
PROCEDIMIENTO OPERATIVOS DEL ACUARIO DEL ZOOLOGICO DE CALI

BRYAN LÓPEZ LONDOÑO
MARÍA ALEJANDRA PARRA CÓRDOBA

Proyecto de Grado para optar el título de ingeniero industrial

Tutor Temático
Sory Torres Quintero
Licenciada en Biología y Química

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2012

PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS Y
PROCEDIMIENTO OPERATIVOS DEL ACUARIO DEL ZOOLOGICO DE CALI

BRYAN LÓPEZ LONDOÑO
MARÍA ALEJANDRA PARRA CÓRDOBA

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2012

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1.1 TÍTULO | 1 |
| Propuesta para la estandarización de los procesos y procedimiento operativos del Acuario del zoológico de Cali..... | 1 |
| 1.2 PROBLEMÁTICA..... | 1 |
| 1.2.1 Enunciado..... | 1 |
| 1.2.2 Descripción | 2 |
| 1.2.3 Elementos..... | 2 |
| 1.2.4 Formulación | 3 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.4.1 Tipo de Investigación | 4 |
| 1.4.2 Espacio | 5 |
| 1.4.3 Tiempo..... | 5 |
| 1.4.4 Impacto | 5 |
| 2. OBJETIVOS | 6 |
| 2.1 Objetivo General..... | 6 |
| Elaborar un sistema de planeación y abastecimiento para una exhibición de zoológico..... | 6 |
| 2.2 Objetivo del Proyecto..... | 6 |
| Elaborar una propuesta para la estandarización de los procesos y procedimientos operativos del Acuario del Zoológico de Cali..... | 6 |
| 2.3 Objetivos Específicos..... | 6 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 7 |
| 3.1 Etapas del Proyecto..... | 7 |
| 3.1.1 Conocimiento del Sistema – Acuario | 7 |
| 3.1.2 Caracterización del estado actual del Sistema – Acuario | 7 |
| 4. MARCO DE REFERENCIA | 13 |
| 4.1 ANTECEDENTES..... | 13 |
| Manejo de la comida..... | 16 |
| Prueba físico – química | 16 |
| Cambios en el Acuario del Zoológico de Cali – sistema de filtración..... | 18 |
| 5. MARCO TEÓRICO..... | 21 |

| | |
|---|----|
| 5.1 Estandarización | 21 |
| 5.1.1 Estándares operacionales | 21 |
| 5.2 Ciclo SDCA..... | 23 |
| 5.3 Control de calidad | 24 |
| 5.4 Círculos de calidad | 25 |
| 5.5 Tipos de Procesos | 26 |
| 5.5 Condiciones de trabajo | 27 |
| 5.5.1 Limpieza | 27 |
| 5.5.2 Agua potable e higiene | 27 |
| 5.5.3 Orden..... | 28 |
| 5.5.4 Calidad e intensidad de iluminación | 28 |
| 5.5.5 Ventilación | 28 |
| 5.5.6 Ruido | 29 |
| 5.6 Estudio de métodos | 29 |
| 5.6.1 Seleccionar el trabajo que se debe mejorar..... | 29 |
| 5.6.2 Registrar los detalles del trabajo..... | 30 |
| 5.6.3 Analizar los detalles del trabajo | 30 |
| 5.6.4 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo..... | 31 |
| 5.7 Diagramas de procesos | 32 |
| 5.8 Metodología para documentación..... | 33 |
| 5.8.1 Principios para la elaboración de documentos | 33 |
| 5.8.2 13 Principios de redacción de documentos | 33 |
| 5.8.3 Estrategia para documentar procedimientos | 35 |
| 5.8.4 Metodología de trece pasos para documentar procedimientos | 35 |
| 5.8.5 Diferentes formas de decir el “cómo” | 37 |
| 5.9 Cartas de control para variables | 38 |
| 5.9.2 Carta de individuales | 39 |
| 5.9.3 Establecimiento de los límites de control | 39 |
| 5.9.4 Cartas de rangos móviles | 39 |
| 5.9.5 Índices de capacidad | 40 |
| 5.9.6 Índice de estabilidad | 41 |
| 5.10 Análisis de riesgos | 41 |
| 5.11 NTC 4116 tareas | 42 |

| | |
|---|-----|
| 5.12 Resolución 3674 alturas | 43 |
| 6. APORTE INTELECTUAL | 44 |
| 7. DESARROLLO DEL PROYECTO..... | 45 |
| 7.1 Macroprocesos, procesos y subprocesos caracterizados..... | 46 |
| Trabajadores y Responsables | 46 |
| Plano del Acuario | 48 |
| Área de las principales Zonas | 49 |
| Documentación de procesos | 53 |
| Análisis Funcional..... | 53 |
| Análisis Funcional..... | 57 |
| Caracterización procesos y procedimientos | 57 |
| Especificación nutricional..... | 61 |
| 7.2 Macroprocesos, procesos y subprocesos operativos diagnosticados. | 68 |
| Estructura del Protocolo existente | 68 |
| Estudio de Métodos | 70 |
| Selección del trabajo a mejorar | 70 |
| Registro de los detalles del trabajo..... | 71 |
| Diagrama hombre máquina | 85 |
| Evaluación de los proceso | 91 |
| Análisis de riesgos..... | 92 |
| Matriz de calificación de riesgos | 93 |
| Inventario de Tareas:..... | 94 |
| Análisis de Tareas Críticas: | 95 |
| Medición de Eficiencia en Tareas Críticas: | 105 |
| TRABAJO EN ALTURAS* | 110 |
| ANÁLISIS BIOMECÁNICO* | 112 |
| Recomendaciones para el puesto de trabajo..... | 118 |
| Medición de Parámetros de Agua..... | 123 |
| Especificaciones del Acuario | 124 |
| 7.3 Plan de Estandarización de los procesos operativos elaborado..... | 142 |
| Propuesta 1 | 142 |
| Propuesto 2 | 147 |
| PROPUESTA A PARTIR DE ESTUDIO HOMBRE – MÁQUINA..... | 150 |

| | |
|---|-----|
| PROPUESTAS PARA REDUCIR RIESGOS EN TAREAS CRÍTICAS..... | 152 |
| 9. Conclusiones y Recomendaciones | 165 |
| 10. BIBLIOGRAFIA | 167 |
| ANEXO 1..... | 168 |
| CRONOGRAMA | 168 |

CONTENIDO ILUSTRACIONES

| | |
|---|-----|
| Ilustración 1. Gestión de Acuarios "Mis Acuarios", programa de inventario de especies en un acuario | 15 |
| Ilustración 2. Comparación de requerimiento recurso hídrico para especies animales en un zoológico..... | 18 |
| Ilustración 3. Cómo se registran los mejoramientos del ciclo SDCA a los ciclos PDCA | 24 |
| Ilustración 4. Tipos de procesos..... | 26 |
| Ilustración 5. Organigrama Acuario | 46 |
| Ilustración 6. Mapa del alcance de procesos operativos Acuario | 47 |
| Ilustración 7. Exhibición, Zonas de manejo y lagos de carpas | 48 |
| Ilustración 8. Exhibición Acuario..... | 49 |
| Ilustración 9. Lago Biodiversidad..... | 49 |
| Ilustración 10. Zona de Manejo Acuario - Agua Dulce | 50 |
| Ilustración 11. Zona de Manejo Acuario - Marinos | 50 |
| Ilustración 12. Zona de Manejo Lago Biodiversidad | 50 |
| Ilustración 13. Lago de Carpas Grande..... | 51 |
| Ilustración 14. Lago de Carpas Pequeño | 51 |
| Ilustración 15. Tanque de reserva en Zona de Marinos | 51 |
| Ilustración 16. Análisis Funcional - operativo del Acuario del Zoológico de Cali ... | 57 |
| Ilustración 17. Formato nuevos Protocolos | 70 |
| Ilustración 18. Diagrama Bimanual de Actividad: Preparación alimento - Método II | 77 |
| Ilustración 19. Diagrama de Recorrido de Actividad Alimentación peces - Método actual..... | 83 |
| Ilustración 20. Metodología NTC 4116 | 93 |
| Ilustración 21. Altura Acuario Pirarucú | 110 |
| Ilustración 22. Lavado de Biobolas..... | 112 |
| Ilustración 23. Principio 1 de 12 | 113 |
| Ilustración 24. Principio 2 de 12 | 113 |
| Ilustración 25. Principio 3 de 12 | 114 |
| Ilustración 26. Principio 4 de 12 | 115 |
| Ilustración 27. Principio 5 de 12 | 115 |
| Ilustración 28. Principio 9 de 12 | 116 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 29. Limpieza interna de Vidrios Acuario Pirarucú | 117 |
| Ilustración 30. Principio 1 de 12 | 118 |
| Ilustración 31. Principio 2 de 12 | 118 |
| Ilustración 32. Principio 3 de 12 | 119 |
| Ilustración 33. Vista superior Acuario Pirarucú..... | 119 |
| Ilustración 34. Principio 6 de 12 | 120 |
| Ilustración 35. Principio 8 de 12 | 121 |
| Ilustración 36. Principio 10 de 12 | 122 |
| Ilustración 37. Cartas de Control pH - Acuarios 1 al 4..... | 126 |
| Ilustración 38. Cartas de Control pH - Acuarios 5 al 8..... | 127 |
| Ilustración 39. Cartas de Control pH - Acuarios 9 al 12..... | 128 |
| Ilustración 40. Cartas de Control pH - Acuarios 13 al 16..... | 129 |
| Ilustración 41. Cartas de Control pH - Acuarios 17 al 19..... | 130 |
| Ilustración 42. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 1 al 4 | 131 |
| Ilustración 43. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 6 al 9; Error! Marcador no definido. | |
| Ilustración 44. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 9 al 12; Error! Marcador no definido. | |
| Ilustración 45. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 13 al 16 | 134 |
| Ilustración 46. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 17 al 19 | 135 |
| Ilustración 47. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 1 al 4 | 136 |
| Ilustración 48. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 5 al 8..... | 137 |
| Ilustración 49. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 9 al 12 | 138 |
| Ilustración 50. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 13 al 16 | 139 |
| Ilustración 51. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 17 al 19 | 140 |
| Ilustración 52. Análisis de Capacidad de Proceso - pH..... | 141 |
| Ilustración 53. Propuesta para Corte Alimento a partir de Estudio de Movimientos | 142 |
| Ilustración 54. Herramientas de Protección contra Riesgo Eléctrico | 156 |
| Ilustración 55. Guantes protección contra corte | 158 |
| Ilustración 56. Lista de chequeo para trabajo en alturas | 160 |
| Ilustración 57. Lista chequeo para traslado de peces nuevos hacia Acuario | 162 |
| Ilustración 59. Lista de chequeo de Requerimientos en Cuarentena - Requisito Transporte..... | 163 |
| Ilustración 58. Datos Relevantes proveedor de nuevas especies para Acuario .. | 164 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2. Etapas del Proyecto | 9 |
| Tabla 3. Matriz de marco lógico | 12 |
| Tabla 4. Consideraciones generales para medición de parámetros físico - químicos. Aquarium Finisterrae..... | 17 |
| Tabla 5. Selección de técnicas de estudio | 30 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 6. Interpretación de símbolos de Diagramas de Flujo | 33 |
| Tabla 7. Principios de Enfoque..... | 34 |
| Tabla 8. Conformación de parámetros Documentación | 36 |
| Tabla 9. Cronograma semanal de Actividades operativas en Acuario | 52 |
| Tabla 10. Caracterización de Procesos operativos del Acuario | 61 |
| Tabla 11. Programación de Alimentación peces en exhibición | 62 |
| Tabla 12. Programación por tipo de alimento..... | 62 |
| Tabla 13. Alimento Pescado..... | 65 |
| Tabla 14. Alimento Dieta Gel..... | 66 |
| Tabla 15. Alimento Concentrado | 66 |
| Tabla 16. Alimentación para especies Marinas | 67 |
| Tabla 17. Selección de métodos para actividades del Acuario | 71 |
| Tabla 18. Diagrama Bimanual de Actividad: Preparación alimento - Método I..... | 72 |
| Tabla 19. Análisis Diagrama Bimanual de Preparación Alimento - Método I | 76 |
| Tabla 20. Análisis Diagrama Bimanual de Preparación Alimento..... | 77 |
| Tabla 21. Resumen Diagrama Bimanual - Método I..... | 77 |
| Tabla 22. Análisis Diagrama Bimanual de Preparación Alimento - Método II | 80 |
| Tabla 23. Resumen Diagrama Bimanual - Método II..... | 81 |
| Tabla 24. Diagrama de proceso Alimentación - Método Actual..... | 84 |
| Tabla 25. Resumen Diagrama de Procesos - Método Actual..... | 85 |
| Tabla 26. Leyendas para facilitar lectura Diagrama Hombre - Máquina..... | 86 |
| Tabla 27. Diagrama Hombre - Máquina de Actividad: Retrolavado filtros lago Biodiversidad..... | 90 |
| Tabla 28. Resumen Diagrama Hombre - Máquina Retrolavado filtros lago Biodiversidad - Método actual | 90 |
| Tabla 29. Inventario de Tareas operativas en Acuario | 95 |
| Tabla 30. Valoración para la Gravedad de la pérdida en la Tarea | 96 |
| Tabla 31. Valoraciones para la Probabilidad ocurrencia de la pérdida..... | 97 |
| Tabla 32. Valores para la Repetitividad de la tarea..... | 97 |
| Tabla 33. Clasificación de Tareas como críticas o no críticas | 97 |
| Tabla 34. Calificación para Tarea crítica Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad | 99 |
| Tabla 35. Calificación para Tarea crítica Retrolavado de Filtros Pirarucú | 101 |
| Tabla 36. Calificación para Tarea crítica Limpieza Sistema Filtración Lago Pequeño Carpas | 102 |
| Tabla 37. Calificación para Tarea crítica Preparación Alimento Cárnico..... | 103 |
| Tabla 38. Calificación para Tarea crítica Limpieza de Vidrios parte interna Pirarucú | 104 |
| Tabla 39. Análisis Eficiencia de Estudio de Pasos Críticos 1 al 5 | 108 |
| Tabla 40. Análisis Eficiencia de Estudio de Pasos Críticos 6 al 9 | 109 |
| Tabla 41. Especificación Acuario - parámetro Nitratos..... | 124 |
| Tabla 42. Especificación Acuario - parámetro pH | 124 |
| Tabla 43. Especificación Acuario - parámetro Nitritos..... | 125 |
| Tabla 44. Especificación Acuario - parámetro Amoniaco | 125 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 45. Lista de verificación de Economía de Movimientos | 143 |
| Tabla 46. Resumen Verificación de Movimientos..... | 146 |
| Tabla 47. Diagrama Bimanual - Método Propuesto..... | 146 |
| Tabla 48. Propuesta Diagrama de recorrido para Alimentación | 148 |
| Tabla 49. Resumen de Diagrama de Recorrido Propuesta | 149 |
| Tabla 50. Descripción del Método propuesto Recorrido..... | 149 |
| Tabla 51. Propuesta Actividad Retrolavado Filtros Lago Biodiversidad - Diagrama Hombre Máquina | 151 |

1. SISTEMAS DE PLANEACIÓN Y ABASTECIMIENTO

1.1 TÍTULO

Propuesta para la estandarización de los procesos y procedimiento operativos del Acuario del zoológico de Cali.

1.2 PROBLEMÁTICA

1.2.1 Enunciado

El Zoológico de Cali además de ser es uno de los cuatro centros de trabajo de la Fundación Zoológico de Cali, es un parque temático de carácter ambiental, con énfasis en fauna nativa, que ofrece una experiencia única de contacto con la riqueza natural y cultural, para el disfrute y la sensibilización del público de diversas edades e intereses.

Una de las exhibiciones con las que cuenta el parque es el Acuario, la cual se diferencia de las demás en que cuenta con su propio jefe y asistentes, quienes coordinan las labores de planificación y bienestar. Esto se debe, principalmente, a que es una de las exhibiciones que mayor cantidad de recursos necesita para su mantenimiento, entre estos su recurso más importante, el agua, lo cual la hace estar entre las exhibiciones más costosas; además también porque requiere de profesionales con conocimientos en fauna acuática.

El área de planificación está a cargo de los requerimientos de materiales y alimentos, mientras que bienestar es el área encargado de la limpieza, alimentación, mantenimiento y manejo del agua de dicha exhibición. Para tales labores se debe tener en cuenta que en la actualidad, los 2 asistentes laboran, entre semana, 8 horas y media al día, de 7:30 am a 5:00 pm, y los fines de semana en el mismo horario labora sólo uno de ellos, esto ya que no se realizan actividades de mantenimiento

que puedan llegar a afectar la satisfacción de los visitantes debido, a que están en funcionamiento 20 acuarios, de los cuales 3 son de agua salada y 17 de agua dulce.

1.2.2 Descripción

Las actividades propias de bienestar en la zona de exhibición Acuario son realizadas diariamente, mientras la planeación se realiza cada semana. En el ejercicio de éstas, existe información y procedimientos establecidos, sin embargo estos no han sido realizados o trabajados desde la perspectiva de la ingeniería industrial, debido a que las personas encargadas, son profesionales de las ciencias básicas (biológicas) y no cuentan con el conocimiento suficiente para llevar a cabo procesos para la estructuración del área con todo su seguimiento y control.

Ante esta situación, nace la necesidad de establecer protocolos, fichas o formatos que ayuden en la toma de decisiones de la persona encargada (asistente), con el fin de tener un mejor funcionamiento.

1.2.3 Elementos

La situación actual del Acuario del Zoológico de Cali, tiene factores que crean ciertas dificultades en el ejercicio de las actividades. Entre las identificadas por los autores se encuentran las siguientes:

- **Falta de seguimiento:** el acuario cuenta con su propio personal, jefe y asistentes, los cuales cuentan con conocimiento acerca de fauna acuática, y por un nivel profesional de alto nivel, el Jefe de personal de Acuario con mayores capacidades de análisis para acción y toma de decisiones, mas no se cuenta con una metodología de continuo control, seguimiento y análisis de algunos procesos de tipo operativo dentro del Acuario que ayude al mejoramiento de los procesos y procedimientos eficientes.

- **Procesos y procedimientos empíricos:** hay mucha información establecida a partir de la experiencia del asistente, la cual, aunque ha sido consignada veces anteriores, no ha sido analizada actualmente (por ejemplo con herramientas de la ingeniería industrial) para el establecimiento y documentación de dichos conocimientos y/o técnicas propias en la realización de los procedimientos operativos del Acuario.

• **Toma de decisiones y acciones predeterminadas:** debido a que se está tratando con un producto vivo como servicio principal para los clientes, su manejo y mantenimientos implican una constante toma de decisiones con respecto a la manera de actuar y en este momento cambia el panorama de funciones cotidianas por una anomalía en el funcionamiento del Sistema Acuario, por lo que la toma de decisiones debe hacerse con base a un protocolo que especifique los pasos a seguir en caso de contingencia para hacerlo de manera objetiva y no subjetiva en el momento que ocurra.

1.2.4 Formulación

La necesidad de un requerimiento de uso continuo, en las labores diarias que en ocasiones se dificulta por factores externos como lo son la dependencia con los proveedores (administrativos y de materiales y alimentos) para llevar a cabo labores de mantenimiento, alimentación y abastecimiento se encuentran ligadas a la falta de protocolos, fichas o formatos que den respuesta concretas, precisas y pertinentes a estas situaciones derivan en la problemática que se presenta.

La zona de exhibición del acuario del Zoológico de Cali carece de procesos y procedimientos operativos estandarizados que permitan la toma de decisiones basada en datos reales obtenidos por medio de herramientas que establezcan un seguimiento y control a dichos procesos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La aplicación e integración de variadas técnicas y conocimientos propios de la ingeniería industrial en el sector servicios, que en este caso involucra un producto vivo como los animales, hace que ésta tarea tome un componente distinto y es el de asegurar la longevidad y bienestar de dichos animales supliendo todos los requerimientos de distintos tipos que estos objetivos implican. Es por esto que para transpolar dichos conocimientos y técnicas a un ambiente como estos no se puede perder de vista que se pretende no sólo brindar un buen servicio a los visitantes sino también a los animales quienes son finalmente los clientes de los procesos operativos desarrollados en el Acuario.

Para lograr el objetivo mencionado en el Acuario existe en una serie de procesos y con ellos métodos de trabajo para se llevan a cabo con el fin de ofrecer el servicio final, exhibiciones abiertas al público con animales sanos y hábitats en buen estado. La elaboración de una estructuración procedimental, puede generar reducción de costos, desperdicios y reprocesos, suministrando información documentada y análisis de la misma por medio de técnicas de la ingeniería industrial.

Es por ello que el reto más grande en este proyecto de investigación es tomar en consideración lo dicho anteriormente a la hora de formular una propuesta de intervención, que permita a los autores aplicar una metodología de la investigación por medio de la incorporación del conocimiento adquirido durante la carrera, cumplir los objetivos planteados en el proyecto para que dejen finalmente un aporte a los autores y por supuesto al Acuario en su consecución del objetivo de los procesos operativos.

1.3 DELIMITACIÓN

1.4.1 Tipo de Investigación

Este es un proyecto de tipo descriptivo en el que se realiza una interpretación del estado actual del sistema Acuario del Zoológico de Cali, en el que se registra y analiza los requerimientos y métodos en el Macroproceso Operativo competentes a dicha zona. Debido a que el proyecto se lleva a cabo en una empresa del sector “servicios” dentro del cual, se deben tener en cuenta variables de tipo biológico, causadas por animales vivos, que son el producto principal de la empresa y que deben ser mantenidos en las mejores condiciones para el mayor aprovechamiento posible durante su vida útil, este proyecto se encuentra ligado tanto a una línea de investigación de Logística (para la estructuración de protocolos que coincidan con un plan de acción objetivo para los cuidadores que llevan a cabo procedimientos operativos), como de medio ambiente, debido a las características del producto que es el eje del servicio.

1.4.2 Espacio

El proyecto será llevado a cabo en las instalaciones del Zoológico de Cali, exactamente en la zona de exhibición del Acuario, el cual se analizará por completo de manera interna (acuarios y cubiles) y externa (lagos y exhibición “Biodiversidad”).

1.4.3 Tiempo

La duración de este proyecto de investigación está comprendida desde el inicio del segundo semestre del 2011 al final del primer semestre del 2012.

1.4.4 Impacto

Se deben tener en cuenta variables como el comportamiento del entorno, personal encargado de las actividades específicas para el mantenimiento de los animales, su adaptación, comportamiento y reacción ante cambios, tiempos de alimentación, de limpieza, de abastecimiento de alimentos, respuesta de proveedores (en este caso internos, como la cocina) y las condiciones y manejo de materiales necesarios para la ejecución de las actividades cotidianas dentro del Acuario, de las cuales dependerán los resultados del proyecto al finalizar la documentación y reestructuración de estándares que ayuden a la toma de decisiones dentro del área de una empresa de servicios como ésta.

La contribución de este proyecto al sector servicios, específicamente para empresas cuyo funcionamiento está relacionado con un bien vivo, será el de aportar una manera de actuar rápida y efectiva, al incorporar técnicas metodológicas en este proceso, debido a que este tipo de empresas, generalmente, implementan sus procesos de forma empírica. Cabe anotar que puede resultar difícil tanto para una empresa del sector servicios, como el zoológico, como para el profesional de la ingeniería industrial, el tener que lidiar en su ejercicio con variables distintas que van ligadas principalmente al tratamiento de animales en exhibición. Sin embargo al mismo tiempo, esto constituye, la importancia de los resultados del proyecto porque de ésta manera se generarán aportes que relacionará los servicios, la vida, la metodología (para la estandarización) y la naturaleza (comportamiento variable).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaborar un sistema de planeación y abastecimiento para una exhibición de zoológico.

2.2 Objetivo del Proyecto

Elaborar una propuesta para la estandarización de los procesos y procedimientos operativos del Acuario del Zoológico de Cali.

2.3 Objetivos Específicos

- Macroprocesos, procesos y subprocesos operativos caracterizados.
- Macroprocesos, procesos y subprocesos operativos diagnosticados.
- Plan de estandarización de los procesos operativos elaborado.

3. METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación se desarrolla cumpliendo a cabalidad los objetivos específicos planteados anteriormente. A continuación se presentan las etapas en las que se llevará a cabo el proyecto:

3.1 Etapas del Proyecto

3.1.1 Conocimiento del Sistema – Acuario

En la primera etapa del proyecto, se pretende identificar las áreas que componen el Sistema del Acuario. Estas áreas se identificarán como los macroprocesos del sistema a analizar. Para esto, es necesario entonces, identificar los procesos que componen cada área determinada.

3.1.2 Caracterización del estado actual del Sistema – Acuario

Para llevar a cabo la propuesta de estandarización, es necesario conocer con detalle el estado actual del sistema, por eso se analizará de manera integral cada proceso con el objetivo de establecer una descripción inicial del Acuario. Cada actividad realizada es indispensable para la generación de un servicio agradable para los clientes internos y externos.

Ya que el proceso de abastecimiento de todos los requerimientos para el mantenimiento de cada área implicada en el Acuario, se convierte en un punto fundamental para su buen funcionamiento perteneciendo éste al sector de servicios dentro del cual, al igual que en otros sectores comerciales, los errores en la calidad del producto, pueden perjudicar su demanda y por supuesto, la satisfacción del cliente.

Para tal etapa, se utilizarán herramientas de la ingeniería industrial que servirán para llevar a cabo la recolección de datos, y descripción de procesos y procedimientos, como por ejemplo la elaboración de mapas de proceso, diagramas de flujo y de

recorrido, caracterización para cada proceso, para la estructuración de protocolos que generen una guía para el personal encargado del Acuario.

3.1.2 Estudio de puntos críticos

Para esta etapa, se desea realizar un diagnóstico sobre la situación actual del Acuario, evaluar cada área identificada en la etapa anterior, para hallar los puntos críticos, de mayor variabilidad e incidencia sobre los procesos y procedimientos implicados en el sistema. Para este punto se utilizará el Control de Calidad, dentro del cual se realizarán comparaciones entre el estado actual del Sistema y un estándar determinado por el responsable del Acuario, quien tiene el conocimiento científico sobre las características normales para que el comportamiento de este se encuentre dentro de lo establecido por las normas internacionales con lo referente a la calidad del agua, diagramas de evaluación la eficiencia en la realización de los procesos como Diagramas Bimanuales, Diagramas Hombre máquina y otros que servirán para realizar un diagnóstico sobre la situación de eficiencia en la operatividad del Acuario.

3.1.3 Proposición de alternativas de mejora a puntos críticos

Después de hallados los puntos críticos sobre los cuales se tiene como opción pertinente intervenir de alguna manera para reducir su variación que genera procesos inestables e incapaces, se procederá con la búsqueda bibliográfica y análisis propio para la proposición de alternativas de mejora que permitan una menor variación de los procesos y procedimientos llevados a cabo dentro del Sistema – Acuario.

3.1.4 Presentación de propuesta final de Estandarización

Para esta última etapa, se entregará el documento formal de protocolos establecidos con las recomendaciones y mejoras analizadas por los autores para la utilización dentro del Acuario, al tutor temático, al tutor metodológico y al Jefe encargado del Acuario del Zoológico de Cali para que se realicen las respectivas revisiones y con ello obtener un punto de partida para realizar las correcciones pertinentes, de ser éstas necesarias. Luego, se proseguirá con la preparación de la presentación final del proyecto con el propósito de dar a conocer el trabajo realizado y saber si las alternativas de mejora propuestas podrán ser tomadas en cuenta por parte de la empresa analizada.

| Metodologías del Proyecto | | |
|---|--|--|
| Etapas | Actividades Críticas | Metodologías Específicas |
| Conocimiento del Sistema-Acuario | Visitas de campo, cambio de actividades por macroprocesos | Entrevistas, análisis bibliográfico, consulta, visitas |
| Caracterización del estado Actual del Sistema - Acuario | Cambio de procedimientos, inventario desactualizado, selección, causas | Mapas de procesos, toma de tiempos, diagramas de recorrido, caracterización de procesos, estructuración de información obtenida. |
| Estudiar puntos críticos | Relación de causas y efectos, Variación, priorización, selección | Establecimiento de criterios para establecer puntos críticos, Estudio de tiempos y movimientos, cartas de control |
| Proponer alternativas de mejora a puntos críticos | Priorización, selección, acuerdos | Pareto, análisis bibliográfico, entrevistas |
| Presentación de propuesta final de estandarización | Revisión, calificación, acuerdos, arreglos | Entregas para revisión, corregir, preparación de sustentación |

Tabla 1. Etapas del Proyecto

| Objetivo | Actividades | Indicador | Meta | |
|---|---|--------------------|--|--|
| 1. Macroprocesos, procesos y subprocesos identificados caracterizados. | Identificación de macroprocesos | Documento generado | Identificar los grandes bloques de actividades que realiza cada área | |
| | Identificación de procesos. | Documento generado | Determinar el inicio y fin de cada proceso | |
| | | Documento generado | Identificar los elementos de entrada y productos de salida de cada proceso | |
| | Identificación de subprocesos. | Documento generado | Identificar el conjunto de actividades de cada subproceso. | |
| | Identificación de secuencia de procesos | Documento generado | Establecer la secuencia de los procesos del Acuario. | |
| | Identificación de recursos u objetos utilizados en cada actividad (dentro de cada área: Mantenimiento, Alimentación, Limpieza y Agua) | Documento generado | Conocer los recursos humanos y materiales para llevar a cabo cada proceso. | |
| | Elaboración de diagrama de procesos correspondiente a Acuario. | Revisión Acuario | Jefe | Elaborar mapa de procesos del Acuario. |
| | Elaboración de diagrama de flujo de cada proceso. | Revisión Acuario | Jefe | Describir la secuencia ordenada de actividades que se ejecutan para realizar un proceso. |
| | Integración de diagramas de flujo de macroprocesos. | Revisión Acuario | Jefe | Integrar los diagramas de flujo de los macroprocesos. |
| | Estudio de macro movimientos | Revisión temático | tutor | Elaborar diagrama de recorrido por proceso |
| Inventario de animales que estén en exhibición. | Documento generado | | Inventariar peces en exhibición. | |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | Especificación nutricional para los animales. | Especificación nutricional elaborado por especie | Documentar dietas de alimentos por especies y procesos para la realización de la alimentación. |
| | Estructuración documentada de lo anterior y know how. | Revisión temático tutor | Documentación del diagnóstico de los procesos de planeación y abastecimiento. |
| 2. Macroprocesos, procesos y subprocesos de diagnosticados. | Priorización de puntos críticos. | Establecimiento de Criterios para de selección procesos | Procesos críticos seleccionados. |
| | Análisis de métodos, Análisis de Riesgos, procesos. | Informe de problemas encontrados | Analizar de manera integral el sistema acuario para identificar puntos críticos. |
| | Proposición de alternativas de mejora a puntos críticos | Alternativas elaboradas. | Proponer alternativas de mejora para puntos críticos. |
| 3. Plan de estandarización de los procesos elaborado. | Generación de la estructura de los protocolos (fichas técnicas y know-how) | Protocolos elaborados | Generar estructura de protocolos comprensibles y fáciles de leer y modificar, para el personal encargado del acuario. |
| | Establecimiento de estándares. | Revisión indicadores. | Proponer indicadores de gestión que permitan una verificación del estado de los estándares propuestos en un futuro. |
| | Generación del documento de estandarización. | Revisión documento. | Generar documento de estandarización. |
| | Revisión de la propuesta del personal del Zoológico | Revisión por el personal | Revisar errores operativos. |
| | Revisión de la propuesta con el tutor metodológico. | Revisión tutor metodológico. | Revisar errores metodológicos de la propuesta. |
| | Correcciones pertinentes a partir de las revisiones. | Revisión | Corregir errores detectados con los tutores. |

| | | |
|---|-------------------------|--|
| Presentación de la propuesta al encargado de la exhibición. | Presentación realizada. | Presentar propuesta a encargado de la exhibición |
| Adiciones a la propuesta a partir de la presentación al encargado de la exhibición. | Adiciones determinadas. | Analizar y adicionar propuestas a partir de percepción del encargado de la exhibición. |
| Revisión final de la propuesta final por los tutores | Revisión | Verificar contenido completo |
| Aprobación de la propuesta final. | Propuesta aprobada. | Aprobar Revisión Final |
| Presentación de la propuesta al Zoológico | Propuesta presentada. | Presentar trabajo final a encargado de la exhibición para alternativa de implementación. |

Tabla 2. Matriz de marco lógico

4. MARCO DE REFERENCIA

Teniendo en cuenta las dos labores desarrollados dentro de la zona de exhibición Acuario: Planificación y Bienestar, las cuales se encargan respectivamente de los requerimientos de materiales y alimentos, y de la limpieza, alimentación, cuidado y arreglos de los acuarios de dicha exhibición, se tomarán en el marco de referencia, temas relacionados con estandarización de métodos de trabajo, así como herramientas que ayuden en la generación de estándares en el sistema de planeación y abastecimiento para la exhibición de acuario del Zoológico de Cali.

Es por esto que los bloques de conocimiento que se tratarán son:

1. **Estandarización:** como eje central del proyecto incluye la recopilación de la información más relevante y aspectos claves sobre el tema.
2. **Ciclo SDCA (Standardize, Do, Check, Act):** este ciclo se incluye en el marco teórico pues éste establece cuatro pasos que tienen como fin estabilizar los procesos pues en su inicio cada nuevo proceso de trabajo es inestable, una vez estabilizados se da paso al ciclo PHVA.
3. **Métodos, estándares y gestión de procesos:** estos temas se incluyen en el marco teórico debido a que son la base para desarrollar correctamente un estudio de métodos e interpretar los resultados para proponer un estándar de operación y tiempo confiables para el proceso.
4. **Control de Calidad:** este proceso de control será empleado con el fin de promover el análisis de la variación del proceso, basada en datos, e identificar oportunidades de mejora (cartas de control).

4.1 ANTECEDENTES

Desde tiempos de las antiguas civilizaciones, los hombres descubrieron que tener colecciones de animales salvajes dentro de su dominio, resultaba un medio de entretenimiento interesante para ellos y sus familias. A esta privilegiada forma de distracción sólo tenían acceso personajes distinguidos dentro de la alta jerarquía, entre estos se pueden mencionar reyes, monarcas, emperadores, para quienes esto, representaba un símbolo de poder y riqueza.

Después de varias décadas, a finales de 1700 D.C, pasada la revolución francesa, fue tomado el antiguo jardín del rey de París llamado “Le Jardín des Plantes”, para convertirlo de un jardín netamente botánico, a uno para la exhibición y el resguardo de animales en cautiverio. Se autoriza la apertura de este al público, llegando entonces a convertirse en el primer zoológico popular.

Es a partir de este momento, y con la venida de nuevos zoológicos abiertos al público a nivel mundial, como el Regent’s Park de Londres y el Central Park de Nueva York, en donde las exhibiciones de animales exóticos se convierte en un nuevo modo de entretenimiento y servicio para el público en general.

Desde esta perspectiva, los zoológicos del mundo entran a hacer parte de un sector de servicios dentro del cual prima la satisfacción del cliente con respecto a las condiciones del producto que es ofrecido para su muestra final. En este caso, no se trata únicamente de un objeto como producto terminado que será entregado finalmente al cliente, se deben tener en cuenta varios aspectos dentro de las exhibiciones que serán mostradas a los consumidores. El público visitante, el cual paga con el objetivo de entrar a un lugar a ver animales que normalmente no tendría la posibilidad de observar en un ambiente citadino, está interesado no sólo en encontrar una nueva variedad de especies de animales salvajes, sino también poder experimentar una visita cómoda en la que encuentre coherencia entre el aspecto visual y lo relacionado con sus necesidades primarias durante su estadía en este espacio.

Por lo tanto, es de vital importancia que una organización y empresa de ésta índole, le dedique tiempo y dinero al perfeccionamiento de su servicio, para que el cliente pueda llevarse la mejor impresión de este y a la vez contribuya a lograr un aumento en la frecuencia de visitas y tiempo de permanencia de estos, algo que se encuentra directamente relacionado con los ingresos del zoológico.

Siguiendo esta línea, para dar un buen servicio, la estética de las exhibiciones dentro de un zoológico debe ser tenida en cuenta no sólo para el espacio en el que se encuentran los animales, sino incluso para las instalaciones externas a estas y por supuesto para los animales como tal, los cuales dependen en gran medida de las condiciones de sus hábitats artificiales.

Para el mantenimiento de tantos los animales como de los espacios en los que se encuentran estos, es imprescindible entonces, el abastecimiento de los requerimientos utilizados para tal función, planear el suministro tanto de alimentos, como de materiales y recursos necesarios (agua principalmente) y como en este caso se trata de productos o seres vivos que deben permanecer constantemente en condiciones que les permitan vivir en este hábitat.

Estudios preliminares acerca de cómo se deberían hacer las cosas y cuál sería la mejor forma, para mantener exhibiciones acuíferas, han destacado dentro de sus

estándares, esquemas para la prueba físico – química rutinaria que se realiza diariamente en algunos acuarios para medir las condiciones del agua en el que se encuentran los animales si pueden estar bajo riesgo o no, es un claro ejemplo de estos métodos de ayuda utilizados actualmente de manera automática, en las cuales se mantienen bases de datos para todos acuarios, animales e incluso plantas que se encuentren en el espacio analizado.

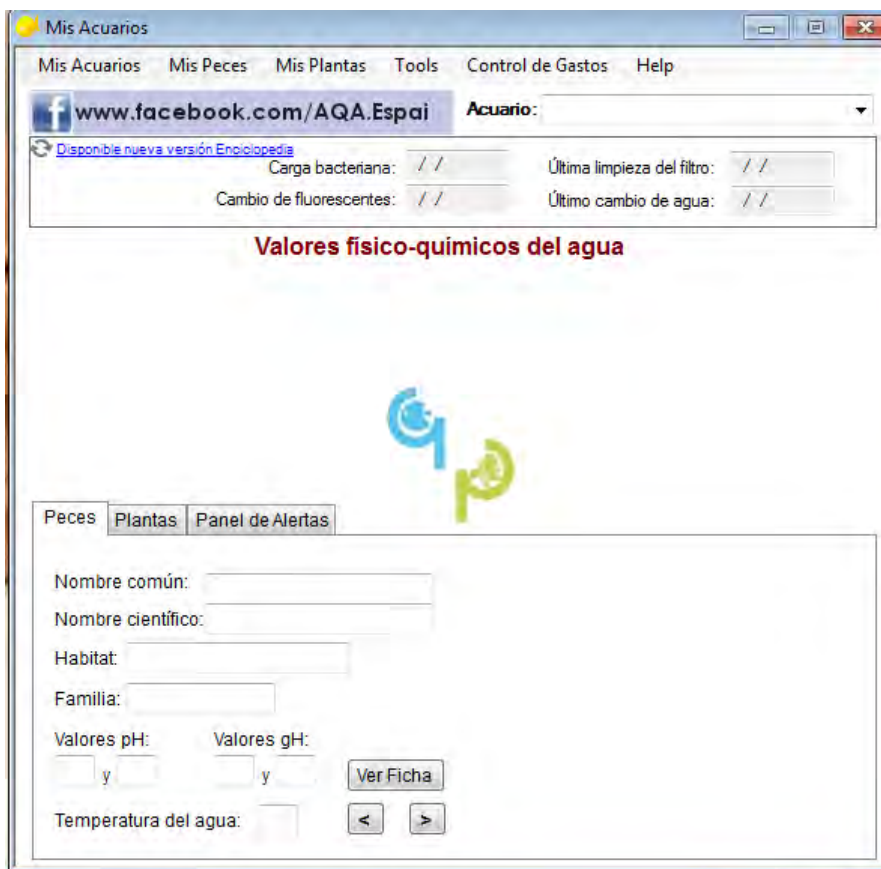


Ilustración 1. Gestión de Acuarios "Mis Acuarios", programa de inventario de especies en un acuario

Figura 1. Gestión de Acuarios “Mis Acuarios”. Programa de inventario de especies en un acuario

En el caso del Acuario del Zoológico de Cali, se tiene un formato similar para medir las condiciones del agua, pero sólo se realiza cuando el encargado o Jefe del área observa características extrañas o no habituales en el cuerpo líquido (análisis subjetivo).

Aunque el Aquarium Finisterrae, zoológico de Coruña en Barcelona, es un acuario de dimensiones mucho más grandes que los tratados en el zoológico de Cali, se pueden observar algunos puntos importantes, los cuales sirven de guía para los encargados

del área de acuario de este lugar, o por lo menos la información que se encuentra publicada acerca de su tratamiento del sistema de abastecimiento alimento para los peces.

Manejo de la comida

1. *No emplear comida de un día para otro.*
2. *No usar cabezas.*
3. *Emplear un tamaño adecuado de presa (bocado) según el animal al que va destinado.*
4. *Nunca descongelar y re-congelar.*
5. *La introducción de vitaminas o complementos médicos se hará con guantes y evitando la humedad sobre todo en el bote de las vitaminas para que no se produzca una oxidación prematura de las vitaminas.¹*

A parte de esto, han planeado y documentado la forma en que deben realizar la limpieza de los tanques y piscinas existentes en el lugar, la administración de la comida para las especies que en estos habitan y una serie de pasos para realizar la prueba de los parámetros físico – químicos del agua de las instalaciones del Aquarium Finisterrae, recurso vital para su funcionamiento. A continuación se presenta la tabla del control de la calidad de estos parámetros teniendo en cuenta consideraciones de índole general:

Prueba físico – química

| | |
|----|--|
| 1. | <i>La medición de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua se realiza a primera hora de la mañana y los resultados deberán estar disponibles lo antes posible para que los técnicos responsables de las diferentes áreas puedan tomar las medidas correctoras necesarias.</i> |
|----|--|

¹ VARELA S., Jose Manuel. Implantación de un sistema de Gestión Ambiental basado en el Reglamento Comunitario EMAS en instalaciones Acuariológicas. Departamento de Química Analítica, Universidad de La Coruña. Junio 2009.p 159.
<http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/7091/1/VarelaSenra.JoseManuel_Tese_1.pdf>

| | |
|----|--|
| 2. | <i>Se verifica siempre que la técnica y/o el kit de análisis empleado es apto para su uso en el tipo de agua de la muestra y que no esté caducado ni en mal estado ninguno de los reactivos.</i> |
| 3. | <i>Ante cualquier resultado anómalo o discrepante con los resultados obtenidos tras el último ensayo (y que implique la adopción de medidas correctoras en dicho acuario), se repite el ensayo con la misma técnica, verificando la exactitud del método empleado. En caso de obtener nuevamente el resultado anómalo se emplea, si es necesario, otra técnica diferente para cotejar los resultados. Si persiste dicho resultado se dará aviso en las alertas establecidas a tal fin.</i> |
| 4. | <i>Si el resultado del análisis de cualquier parámetro indica que existe un peligro serio para la vida de los organismos alojados en el acuario es necesario dar aviso inmediato al técnico responsable del laboratorio, sin esperar a finalizar el resto de las analíticas.</i> |
| 5. | <i>Si se cambia la técnica de ensayo de un determinado parámetro, es necesario tener en cuenta dicho cambio en la interpretación de los resultados y hacérselo saber a los técnicos y a los acuaristas responsables de cada área para que lo tengan en cuenta antes de adoptar cualquier medida correctiva. Por ello este tipo de cambios se notificarán en los mensajes de alerta.</i> |
| 6. | <i>Los residuos generados durante el procedimiento de análisis se vierten en los correspondientes contenedores de residuos. Cuando estos recipientes se encuentren a 3/4 de su capacidad se le comunicará al técnico responsable del laboratorio.</i> |

Tabla 3. Consideraciones generales para medición de parámetros físico - químicos. Aquarium Finisterrae

Nota: La rutina de análisis de la calidad del agua está sometida a las incidencias propias del Aquarium (puesta en marcha de nuevos acuarios, maduración de tanques, limpieza de acuarios, etc.) por lo que es de esperar cambios constantes en el mismo. Muchas de las anotaciones del día a día aparecen indicadas en la pizarra adhesiva del laboratorio ya que la dinámica de trabajo impide establecer una rutina de análisis rígida e inalterable.²

² Ibid. P 170

El agua, se convierte entonces en uno de los recursos clave para el tratamiento de cualquier sistema-acuario (por su alto requerimiento volumétrico). Según informes de la WAZA (World Association of Zoos and Aquariums).

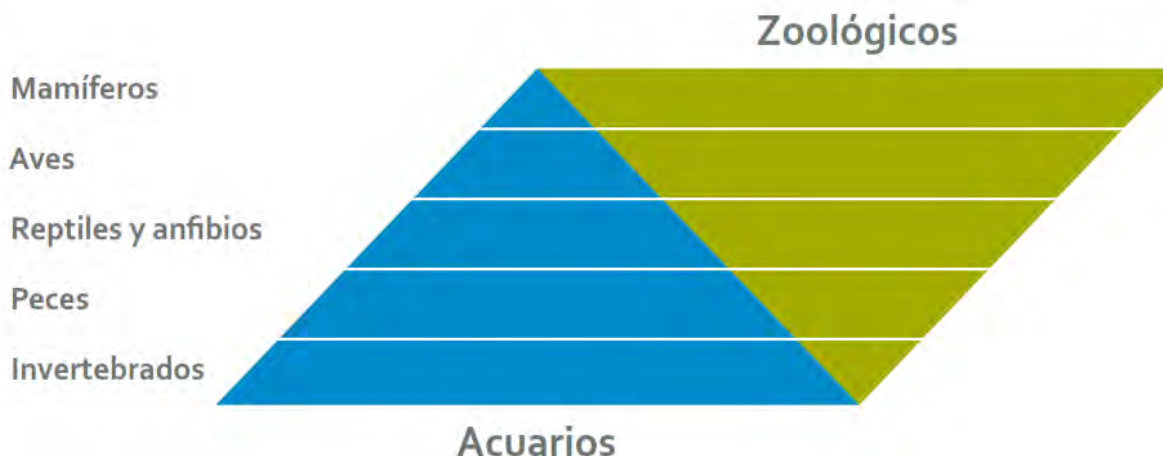


Ilustración 2. Comparación de requerimiento recurso hídrico para especies animales en un zoológico³

Y es según estos estándares internacionales, que la entidad Fundación Zoológico de Cali, miembro de ACOPAZOA (Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios), y esta a su vez, miembro de la AZA (Association of Zoos and Aquariums) y la WAZA (World Association of Zoos and Aquariums), *debe cumplir con lineamientos para el tratamiento y manipulación de su producto, los animales. Por lo tanto, es indispensable, que a la hora implementar los estándares en cuestión, se tengan en cuenta las pautas y formatos pertinentes, relacionados con las asociaciones de las que hace parte.*

En esta medida, aunque los estándares de calidad a los que se ve sometida la Fundación son en esencia de tipo biológico, las metodologías técnicas implementadas para la elaboración de una primera estandarización en el área de Acuario del Zoológico de Cali, se realizarán con ayuda de herramientas sistémicas de la Ingeniería Industrial.

Cambios en el Acuario del Zoológico de Cali – sistema de filtración

³ Cambiando la marea, una estrategia global de acuarios para la conservación y sostenibilidad. WAZA. <<http://www.waza.org/files/webcontent/documents/cug/docs/AquariumStrategySpanish.pdf>>

Durante el segundo semestre del año 2011, se llevó a cabo en el Acuario del Zoológico de Cali una asesoría por parte de la empresa Ecoacuáticos SAS, para mejorar las condiciones del Acuario tanto en peces marinos como de agua dulce.

Se realizaron los siguientes cambios:

- **Instalación de sistemas de filtración**

En el lago de carpas pequeño, se instaló un sistema de bio-bolas en la caja del filtro y una tubería de riego para alimentar el sistema de filtración. Esto debido a que presentaba una deficiencia en el sistema que permitía la aparición de malos olores luego de la alimentación de los peces, y una elevación de los parámetros fisicoquímicos, en especial el amoníaco.

En el lago de carpas grande, se instaló un sistema de filtración que consta de dos cajas dentro del lago que recogen por un lado, los elementos que estén en la superficie del agua como las hojas de los árboles, y por otro, el agua misma del lago, la cual se lleva por tubería a un filtro de arena y una vez filtrada el agua ésta retorna al lago. Esto a causa de la gran carga orgánica que presenta el lago por su ubicación.

En la zona agua dulce, algunos los acuarios presentaban un alza en la carga biológica debido al crecimiento de algunos peces y la inclusión de otros nuevos. El análisis de agua mostraba constante presencia de amoníaco, lo cual indicaba que los filtros no procesaban rápidamente los desechos. Debido a ello se hizo el montaje de un nuevo sistema de filtración que va acorde del tamaño de los acuarios y de sus nuevas necesidades.

En la zona de marinos, se acondicionaron 8 de los 11 acuarios de esta zona, para que funcionen con agua dulce y así aumentar el número de exhibiciones. Se hizo la instalación de filtros para acuarios de agua dulce en esta zona. Mientras que se realizó la instalación de un nuevo sistema de filtración compuestos de skimmer y uso de rocas vivas, para los acuarios de agua marina.

En el acuario 21, Pirarucú, se instaló un sistema de tres filtros de arena de cuarzo con grano #20 y motobombas de 80 GPH. Además, dos termostatos con

calefacción para solucionar un problema de la inestabilidad térmica en los días fríos.

Finalmente, en el lago de Biodiversidad se realizó un mantenimiento y rediseño en la descarga de agua con el fin de eliminar los puntos muertos de circulación que se estaban presentando, y se dio inicio a un tratamiento con antialgas.

Debido a estos cambios surgen una serie de tareas de mantenimiento que deben realizarse con el fin de asegurar la eficacia del sistema de filtración, dichas tareas tienen diferente frecuencia. A partir de las mismas se genera un indicador para el proceso de mantenimiento, del cual se tratara más adelante.

Por otro lado, este nuevo sistema pretende estabilizar los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos, y así asegurarse de que el sistema está funcionando bien y cumpliendo con su labor. Es por ello, que nace la necesidad de tener un mayor control sobre el proceso para tener una evaluación continua de él e identificar a tiempo cualquier anomalía que pueda poner en peligro la salud de los peces, y así actuar a tiempo. Por lo anterior, se genera una propuesta de control estadístico del proceso, basado en las mediciones de los parámetros físico-químicos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Estandarización

Un estándar puede definirse como la mejor forma de hacer un trabajo. Para productos o servicios creados como resultado de una serie de procesos, debe mantenerse en cierto estándar en cada proceso con el fin de asegurar la calidad y prevenir la reaparición de errores.

5.1.1 Estándares operacionales

Están relacionados con la manera en que las personas realizan las tareas. Los estándares hacen referencia a la utilización del proceso que sea más seguro y fácil para los trabajadores y la más productiva y efectiva, en cuanto a costos, para la empresa con el fin de asegurar la calidad al cliente.

Para Imai, 1998⁴, los aspectos clave de los estándares operacionales son:

1. *Representan la mejor forma, mas fácil y más segura de realizar un trabajo*

Cuando la gerencia mantiene y mejora una cierta forma de hacer algo, asegurándose de que todos los trabajadores de diferentes turnos siguen los mismos procedimientos, dichos estándares se convierten en la manera más eficiente, segura y efectiva en cuanto a costos de hacer el trabajo.

2. *Ofrecen la mejor manera de preservar el know-how y la experiencia*

Los estándares permiten que la mejor manera de hacer que el trabajo y el know-how no se vaya cuando un empleado se retira de su cargo sin compartir su experiencia. Sólo al estandarizar e institucionalizar el know-how dentro de la empresa, este permanece en ella, a pesar de las llegadas y salidas de cada uno de sus trabajadores.

⁴ IMAI, Masaaki. Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (Gemba). McGraw-Hill. 1998. Cap 4

3. *Suministran una manera de medir el desempeño.*

Con estándares establecidos, los gerentes pueden evaluar el rendimiento del trabajo. Sin estándares, no hay manera adecuada de hacerlo.

4. *Muestran la relación entre causa y efecto.*

No tener o no seguir estándares conduce inevitablemente a anormalidades, variabilidades y desperdicio.

5. *Suministran una base para el mantenimiento y el mejoramiento.*

Sin estándares, no se tiene una manera de saber si ha realizado mejoramiento o no. Cuando ocurre variabilidad debido a la falta de estándares, se deben introducir nuevos estándares. Si se presenta variabilidad aun con el acatamiento de estándares, la gerencia debe determinar primero la causa, y luego revisar y mejorar los estándares existentes, o entrenar a los operadores para que hagan el trabajo de acuerdo como lo especifican los estándares.

Una vez se estabiliza el mantenimiento y se controla el proceso, la gerencia puede planear el siguiente desafío: mejoramiento o perfeccionamiento de los estándares existentes. Donde no hay estándares, no puede haber mejoramiento. Por estas razones, los estándares son la base, tanto para el mantenimiento como para el mejoramiento.

6. *Suministran objetivos e indican metas de entrenamiento.*

Los estándares pueden describirse como un conjunto de señales visuales que muestran cómo realizar el trabajo. Como tal, los estándares deben comunicarse de manera sencilla y comprensible. Normalmente, los estándares vienen en forma de documentos escritos, pero en ocasiones, los cuadros, los bocetos y las fotografías pueden facilitar la comprensión.

7. *Suministran una base para entrenamiento.*

Una vez establecidos los estándares, el siguiente paso es entrenar a los operadores, hasta que esto se convierte en una segunda naturaleza para ellos y realicen el trabajo de acuerdo con los estándares.

8. Crean una base para auditoria o diagnostico.

Con frecuencia los estándares de trabajo se exhiben, mostrando los pasos fundamentales y los puntos de verificación del trabajo de los operadores. Para los operadores sirven como recordatorios, mientras que a los gerentes les ayuda a verificar si el trabajo está marchando en forma normal.

9. Suministran un medio para evitar la recurrencia de errores y minimizar la variabilidad.

Solo cuando un proceso está estandarizado se puede esperar que el mismo problema no se repita. El control de la calidad implica control de la variabilidad. La tarea de la gerencia consiste en identificar, definir y estandarizar los puntos de control en cada proceso y asegurarse de que tales puntos de control se sigan en todo momento.

5.2 Ciclo SDCA

Ante la inestabilidad de los procesos, el ciclo SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*) pretende estandarizar y estabilizar los procesos actuales, por medio de estándares que no suelen existir, ni ser seguidos o adecuados. Sólo después de establecido y seguido un estándar, estabilizando el proceso actual, se debe desplazar al ciclo PHVA, que tiene como fin el mejoramiento de los procesos.

Los ciclos anteriormente mencionados, ciclos SDCA y PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), en su etapa final se refieren a estandarizar y estabilizar el trabajo, para ello se debe establecer prioridades en la revisión de estándares con base en factores tales como calidad, costo, entrega, seguridad, urgencia y gravedad de las consecuencias, y la severidad de las queja de los clientes.

El ciclo SDCA (Standardize–Do–Study–Act) es un metodo que ayuda a los empleados a estandarizar un proceso. Este incluye cuatro pasos:

1. **Estandarizar:** Los empleados estudian el proceso y desarrollan métodos de “mejores prácticas” acompañado de indicadores de rendimiento del proceso.
2. **Hacer:** Los miembros del equipo de trabajo conducen experimentos planeados usando los métodos de mejores prácticas en una prueba.

3. **Estudiar:** Los empleados recolectan y analizan los datos de los indicadores y determinan la efectividad de los métodos propuestos.
4. **Actuar:** El encargado establece los métodos de mejores prácticas estandarizados y los formalizan a través de un entrenamiento.

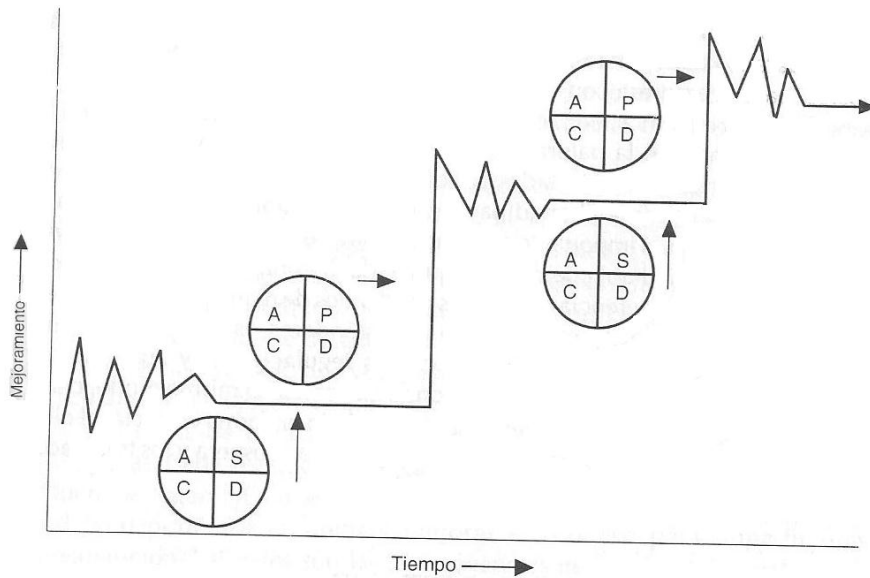


Ilustración 3. Cómo se registran los mejoramientos del ciclo SDCA a los ciclos PDCA

5.3 Control de calidad

Es el proceso empleado para cumplir con los estándares de manera consistente. El proceso de control implica observar el desempeño actual, compararlo con algún estándar y luego tomar medidas si el desempeño observado es significativamente diferente al estándar.

El control de procesos está compuesto de seis pasos, de los cuales los 3 primeros, están contemplados en el alcance de éste proyecto:

1. *Elegir los temas de control:* son las categorías de medición. Un diagrama de flujo documenta el proceso y ayuda a identificar las mediciones de los procesos y las indicaciones de resultado (características del proceso).

2. *Establecer mediciones:* para cuantificar se debe crear un sistema de medición compuesto por una unidad de medición, que informa el valor del tema de control; y un sensor, que es el método que realiza la medición.

3. *Establecer estándares de desempeño:* para cada métrica se establece una especificación numérica.

Los otros 3 pasos complementarios de este proceso son:

4. *Medir el desempeño real.*

5. *Comparar el desempeño real medido con los estándares.*

6. *Actuar en relación con la diferencia.*

Esta secuencia que se propone en el libro Método Juran⁵, sirve como una estructura que ayude a los supervisores y equipo laboral a entender y ejecutar los procesos cotidianos de trabajo.

Los propósitos de un proceso de control son:

- Promover el análisis de la variación del proceso, basada en datos, y de esta forma identificar oportunidades de mejora.
- Aclarar entre los miembros del equipo sus responsabilidades y trabajar para lograr un estado de autocontrol.

5.4 Círculos de calidad

Para Gitlow⁶, la generación del mejor método de trabajo consistirá en procedimientos generalizados e individuales. Los procedimientos generalizados son procedimientos estandarizados que deben ser seguidos por los trabajadores, los cuales pueden ser mejorados a través de Círculos de Calidad (QCC, por sus siglas en inglés), mientras

⁵ GRYNA, Frank M. CHUA, Richard C.H. DEFEO, Joseph A. Método Juran, Análisis y planeación de la Calidad. Quinta Edición. Mc Graw Hill. 2007. Cap 5

⁶ GITLOW, Howard. OPPENHEIM, Alan. OPPENHEIM, Rosa. Quality Management: tools and methods for improvement. Segunda edición. Mc Graw Hill. 1995. p 25

que los procedimientos individuales son procedimientos que pueden ser mejorados por los individuos.

5.5 Tipos de Procesos

1. **Procesos Estratégicos:** proporcionan directrices, lineamientos a los procesos claves.
2. **Procesos Claves o Fundamentales:** son la razón de ser en una organización, generan un impacto al cliente creando valor para éste.
3. **Procesos de Soporte:** son aquellos que dan apoyo a los procesos fundamentales para que puedan ejecutarse.

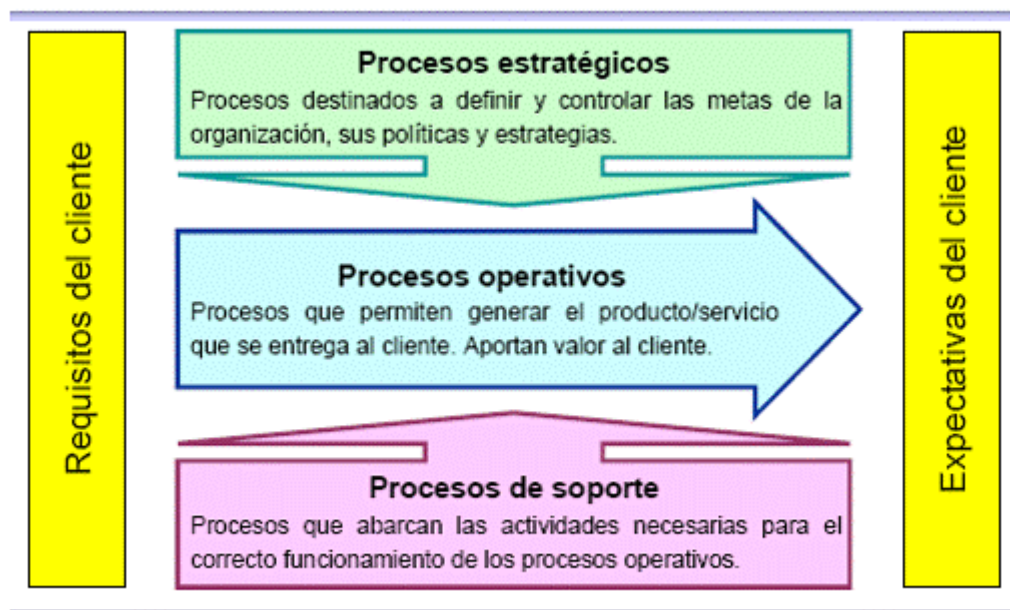


Ilustración 4. Tipos de procesos

Fuente: "Gestión-Calidad"

<http://www.gestion-calidad.com/gestion-procesos.html>

5.5 Condiciones de trabajo

Según el libro Las condiciones laborales son la primera consideración que se debe tener cuando se trata de mejorar los métodos de trabajo ya que al mejorarse permiten a los trabajadores ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria.

Las malas condiciones de trabajo figuran entre las principales causas productoras de tiempo improductivo por deficiencias de dirección. No sólo se pierde tiempo sino que se origina una proporción excesiva de trabajo defectuoso, con desperdicio de material y pérdida de producción.

Las condiciones de trabajo en los locales dependen principalmente de los siguientes factores:

- Limpieza
- Agua potable e higiene
- Orden
- Calidad e intensidad de iluminación
- Ventilación, calefacción y refrigeración
- Acondicionamiento cromático
- Ruido y vibraciones
- Música ambiental

5.5.1 Limpieza

La limpieza es la primera condición esencial para proteger la salud de los trabajadores y normalmente cuesta poco. Para la salud es indispensable que el sitio de trabajo se mantenga en condiciones higiénicas y que la basura se recoja a diario.

5.5.2 Agua potable e higiene

El personal debe tener a su disposición un abastecimiento adecuado de agua potable, limpia y fresca, proveniente de una fuente segura y controlada regularmente.

5.5.3 Orden

El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Si en los pasillos hay estorbos de cualquier tipo se pierde tiempo apartándolos para trasladar cargas de un lado a otro.

5.5.4 Calidad e intensidad de iluminación

La buena iluminación acelera la producción. Es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los trabajadores. Sin ella sufrirá la vista de los trabajadores, aumentarán los accidentes y el desperdicio de material y disminuirá la producción.

Además de tener en cuenta la intensidad del alumbrado, es necesario tener en cuenta a calidad de la luz, el deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y brillantez, el parpadeo de las lámparas y sombras producidas.

En la zona de manejo se realizan tareas que exigen poco esfuerzo visual pues es un lugar de servicio donde las actividades que se llevan a cabo dentro de esta no requieren de alta precisión como distinción de detalles.

5.5.5 Ventilación

Se ha comprobado de manera experimenta que las necesidades de oxígeno para la respiración humana aumentan casi proporcionalmente con la intensidad del trabajo.

Por eso es necesario dotar a los sitios de trabajo de ventilación natural adecuada, y si no es suficiente, forzarla por medio de ventiladores o extractores de aire, no solo para proporcionar a los obreros el aire puro necesarios para su respiración sino también para la renovación periódica de la atmosfera, viciada por los productos procedentes de la transpiración cutánea y pulmonar.

5.5.6 Ruido

El ruido es otro factor que debe ser eliminado o reducido en lo posible para incrementar la eficiencia del trabajador. Es causa frecuente de fatiga, irritación y caídas de producción.

5.6 Estudio de métodos

El propósito en la realización de este estudio es el mejorar los procesos y procedimientos que sean pertinentes, además de economizar el consumo de alimento por acuario.

A continuación se presenta la metodología para el estudio de métodos:

1. Seleccionar el trabajo que se debe mejorar
2. Registrar los detalles del trabajo
3. Analizar los detalles del trabajo
4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo

5.6.1 Seleccionar el trabajo que se debe mejorar

El criterio para hacer esta selección tiene tres puntos de vista:

1. Desde el punto de vista humano: los primeros trabajos cuyo método deben mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes.
2. Desde el punto de vista económico: en segundo lugar se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje del costo del producto terminado. También se deben elegir los trabajos repetitivos, pues por la poca economía que se consiga en cada uno, se logrará un resultado muy apreciable. Dentro de este tipo de trabajos se deben preferir a los de larga duración.
3. Desde el punto de vista funcional del trabajo: finalmente, se debe seleccionar los trabajos que constituyen “cuellos de botella” y retrasan el resto de la programación, y los trabajos clave de cuya ejecución dependen de otros.

| ACTIVIDAD | OBJETO DE ESTUDIO | TÉCNICAS DE ESTUDIO |
|---|--|--|
| Proceso de producción | Eliminar o combinar los pasos, abreviar la distancia del transporte, identificar las demoras | Diagrama de flujo, programa detallado del servicio, gráfica del proceso |
| Trabajador en un lugar fijo de trabajo | Simplificar los métodos, minimizar los movimientos | Gráficas de operaciones, diagrama bimanual (movimiento simultáneo, mano derecha e izquierda), aplicar los principios de la economía de movimientos |
| El trabajador en interacción con el equipo | Minimizar el tiempo de inactividad; encontrar el número el número o combinaciones de máquinas para equilibrar el costo del trabajador y el tiempo de inactividad de la máquina | Gráfica de la actividad, gráficas de trabajador - máquina |
| Interacción del trabajador con otros trabajadores | Maximizar la productividad, minimizar la interferencia | Gráficas de la actividad, gráficas del proceso de cuadrilla |

Tabla 4. Selección de técnicas de estudio

5.6.2 Registrar los detalles del trabajo

Para poder mejorar un trabajo, debemos saber exactamente en qué consiste. Para ello, se debe registrar todos los hechos y detalles, los cuales deben redactarse de forma clara y concisa e igualmente, se debe tener una estructura con el fin de facilitar el análisis.

Para registrar el proceso se deben utilizar diagramas de operaciones, de proceso de flujo de recorrido y de hilos.

5.6.3 Analizar los detalles del trabajo

Una vez registrados todos los detalles de que consta el trabajo, el siguiente paso es analizarlo para ver qué acciones se pueden tomar.

El estudio de métodos debe justificar la existencia, lugar, orden, persona y forma de cada detalle, por tanto deben responderse ciertas preguntas.

- **Existencia**

¿Por qué existe cada detalle?

¿Para que sirve cada uno de ellos?

- **Lugar**

¿Dónde debe hacerse el detalle?

- **Tiempo**

¿Cuándo debe ejecutarse el detalle?

- **Persona**

¿Quién debe hacer el detalle?

- **Forma**

¿Cómo se ejecuta el detalle?

Para llevar a cabo este estudio del método se debe tomar en cuenta:

- Se deben investigar las causas, no los efectos.
- Registren los hechos, no las opiniones.
- Tomen en cuenta las razones, no las excusas.

5.6.4 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo

Las respuestas obtenidas deben conducir a tomar las siguientes acciones:

Eliminar: Si las preguntas *por qué* y *para qué*, no se contestaron en forma razonable, el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.

Cambiar: Las respuestas a las preguntas *cuándo*, *dónde* y *quién* pueden indicar la necesidad de cambiar las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo.

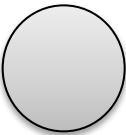
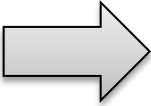

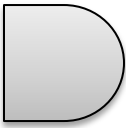
Cambiar y Reorganizar: Si surge la necesidad de cambiar algunas de las condiciones bajo las que se ejecuta el trabajo, se deberá modificar y reorganizar los detalles para obtener una secuencia más lógica.

Simplificar: Los detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida.

5.7 Diagramas de procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo a su naturaleza; además de incluir toda la información necesaria para el análisis, como distancias recorridas y tiempo requerido.

Las acciones que se tienen dentro del proceso se clasifican en cinco categorías: operación, transporte, inspección, retraso o demora y almacenaje.

| ACTIVIDAD | SÍMBOLO | RESULTADO PREDOMINANTE |
|-------------------|---|---|
| Operación |  | Se produce o efectúa algo. Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se prepara para otra acción. |
| Transporte |  | Se cambia de lugar o se mueve. Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando forman parte de una operación o inspección. |
| Inspección |  | Se verifica calidad o cantidad. Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características. |
| Demora |  | Se interfiere o retrasa el paso siguiente. Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado. |

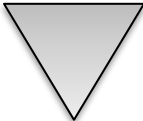
| | | |
|-------------------|---|--|
| Almacenaje |  | Se guarda o protege. Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos o protegidos contra movimientos o usos no autorizados. |
|-------------------|---|--|

Tabla 5. Interpretación de símbolos de Diagramas de Flujo

5.8 Metodología para documentación

Como metodología para iniciar la documentación de los protocolos para el Acuario del Zoológico, se realizar los diagramas de flujo concernientes a cada Actividad identificada dentro del Macroproceso operativo como se establece en la Metodología para documentar el ISO 9000⁷

5.8.1 Principios para la elaboración de documentos

La redacción de procedimientos debe basarse en un conjunto de principios estructurado y sistémico, que permita una fácil comprensión para que estos se conviertan en herramientas de trabajo útiles.

5.8.2 13 Principios de redacción de documentos

La redacción de procedimientos obedece principios que se clasifican en tres categorías, según su naturaleza: de enfoque, de formato y de estilo.

Principios de Enfoque

1. **Ciclo Único:** Los procedimientos deben tener un alcance, al dividirse en actividades individuales se establece su principio y fin.

⁷ SERVAT, Alberto A. Metodología para documentar el ISO 9000 versión 2000. Pearson Prentice Hall. Impreso en México. 2005.

2. **Secuencia:** Los procedimientos se deben llevar a cabo bajo una serie de pasos que debe arreglarse en una secuencia lógica en el tiempo.
3. **Nivel de detalle:** La información excesiva y de gran nivel de detalle puede confundir al lector y aumentar las posibilidades de error.

| | PROCEDIMIENTOS | INSTRUCCIONES DE TRABAJO |
|-----------|---|--|
| PROPÓSITO | Explican quién hace qué y cuándo | Explican cómo se lleva a cabo una actividad |
| CONTENIDO | Bosquejan la secuencia de las actividades y su flujo entre personas y áreas | Detallan de manera específica todos los pasos para realizar el trabajo |

Tabla 6. Principios de Enfoque

Principios de Formato

4. **Formas:** La documentación de procedimientos debe ser de fácil lectura y de rápida comprensión, aspectos que en conjunto se denomina forma del documento.
5. **Título:** se deben utilizar títulos concisos, fáciles de entender, localizar, y que tengan concordancia con el contenido del procedimiento.
6. **Esquematización:** Es necesario presentar que la información de manera que el usuario pueda comprenderla y asimilarla con más facilidad.
7. **Espacio en Blanco:** Organizar la información adecuadamente dentro de la página, haciendo uso de los espacios en blanco, hace que estos sean más claros y de fácil lectura.
8. **Jerarquización Temática:** Las numeraciones en cascada es muy útil, ya que permite ordenar el contenido del procedimiento y facilita la rápida identificación de cada una de las partes, tanto para consultarlas como para ubicar los cambios efectuados en ella.

Principios de Estilo

9. **Palabras:** Se debe utilizar palabras que sean familiares para el lector, evitando que este tenga que buscar definiciones. Se recomienda el uso de frases cortas y directas, fáciles de comprender, teniendo siempre en cuenta que la documentación del procedimiento busca dotar a todos los involucrados con una herramienta de trabajo útil para la resolución de problemas.
10. **Oraciones:** Al redactar, la documentación de un procedimiento, se debe tener en cuenta que el fin es proporcionar una directriz para la ejecución de

una tarea determinada. Para ello, se debe evitar el uso de oraciones largas y complejas, optando mejor por expresar una idea por oración.

11. **Verbos:** Se debe usar el tiempo presente del verbo, y evitar el uso de auxiliares como hacer, ser y deber.
12. **Acciones:** En la redacción del procedimiento se debe identificar a las personas involucradas en la acción a que se hace referencia.
13. **Párrafo:** se debe redactar la información en párrafos cortos.

5.8.3 Estrategia para documentar procedimientos

Las modalidades utilizadas para explicar en detalle cómo se efectúa una operación concreta con: lista de revisión, flujogramas, tablas de decisión y ayudas visuales.

Identificar instrucciones de trabajo: Las instrucciones de trabajo son aquellas que explican en detalle cómo se efectúa una operación concreta.

Identificar registros: Un registro es todo documento o dato que puede ser presentado a terceros como demostración de que se está cumpliendo con un requerimiento de la norma, es decir, es un aval de que se cumplió con una exigencia.

Documentos de Calidad: son todas aquellas instrucciones de trabajo, registros y cualesquiera otros documentos o datos que la gerencia del sistema considere útiles para sustentar procedimientos. Algunos ejemplos son: especificaciones, hojas de inspección, planos, dibujos, flujogramas, entre otros.

5.8.4 Metodología de trece pasos para documentar procedimientos

1. **Identificar el procedimiento a documentar:** se debe hacer un despliegue de los procedimientos siguiendo un orden de lo global (aspectos generales del sistema) o lo focal (relacionadas con la prestación del servicio).
2. **Definir el formato del procedimiento:** La norma ISO 9000 versión 2000 no plantea exigencia alguna al respecto. Sin embargo se recomienda para

organizar la información del procedimiento el siguiente formato, el cual está determinado por la práctica internacional y empresas registradoras:

| |
|---|
| PROPÓSITO |
| El propósito es la razón de ser del procedimiento. |
| ALCANCE |
| Se define la amplitud que tiene el procedimiento, especificando dónde inicia y dónde concluye. |
| PROCEDIMIENTO |
| Se enumera cada uno de los actores que intervienen en el procedimiento, así como las actividades que se realizan. <i>Quién hace qué y cuándo.</i> |
| REFERENCIAS |
| Se especifican documentos que se consideran fuente de consulta o medios de clarificación de algún punto del procedimiento como normas, plano o gráfico. |
| DEFINICIONES |
| Se explican los términos que pueden resultar ajenos al lector. |
| DOCUMENTOS |
| Todo documento que incide en el procedimiento que se está realizando como plan de inspecciones, especificaciones, instrucciones de trabajo, etc. |

Tabla 7. Conformación de parámetros Documentación

- 3. Identificar los actores que intervienen en el procedimiento:** Son los encargados de ejecutar en un momento específico las actividades señaladas por el procedimiento.
- 4. Convocar a los actores a una reunión de documentación:** Se recomienda usar una hoja para planificar la documentación de procedimientos. Con el fin de que las observaciones y recomendaciones realizadas por los actores sean tomadas en cuenta.
- 5. Levantar el flujograma matricial normativo:** Una vez identificado y definido su alcance es fundamental trabajar en un diseño gráfico que

represente idealmente el procedimiento. Para ello se usa el flujograma, que es una representación gráfica de la secuencia de pasos que se usan para producir un resultado.

6. **Validar el flujograma:** Se debe realizar una validación por parte de todos los partes que participaron en su diseño.
7. **Redactar el proyecto en playscript:** Se debe transcribir toda la información respecto a las tareas que efectúan los actores descritos en el flujograma, de manera sencilla y que facilite la lectura.
8. **Validar la narración en playscript:** Una vez narrado el procedimiento en estilo playscript, es importante volver a efectuar la validación del procedimiento.
9. **Identificar si se requieren instrucciones de trabajo:** Se debe determinar si existe la necesidad de instrucciones de trabajo. Esta decisión debe estar basada en que si la ausencia de dichas instrucciones afectan o no la calidad.
10. **Redactar las instrucciones de trabajo:** se debe elegir el método para elaborar las instrucciones de trabajo. Se debe tomar en cuenta que este es un elemento importante para el operador responsable de ponerlas en práctica, por tanto se debe hacer a esta persona participe del proceso.
11. **Validar las instrucciones de trabajo:** Se debe garantizar que el usuario entienda las instrucciones de trabajo en su versión final.
12. **Identificar los registros requeridos:** Se debe ubicar los documentos y/o datos susceptibles de presentarse a ter4cerso para dar fe de que se cumplió con los requisitos de la norma.
13. **Identificar los documentos de calidad:** En el diseño del flujograma es común que surjan algunos documentos que podrían considerarse parte del sistema dado que su contenido genera información necesaria para llevar a cabo el procedimiento.

5.8.5 Diferentes formas de decir el “cómo”

Existen cuatro maneras de expresar cómo se debe realizar una instrucción:

El comentario: Es un texto corto, de unas cuantas palabras a unas diez líneas como máximo. Si el comentario es demasiado largo, significa que la instrucción necesita muchas operaciones elementales.

El zoom: El zoom permite explicar con precisión como se realiza una instrucción. Para ello se crea un documento gráfico.

El documento soporte: Se refiere a un procedimiento textual o una nota de servicio, incluso una lista de comprobación, que explica en detalle cómo realizar la instrucción.

La macro-instrucción: Consiste en detallar cuales son las tres o cuatro grandes operaciones que permiten realizar y controlar la instrucción. La macro-instrucción se utiliza principalmente cuando el número de operaciones a describir no es suficiente para requerir la creación de un documento gráfico.

5.9 Cartas de control para variables

Las cartas de control mencionadas en el libro de Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma⁸ se especializan en estudiar la variabilidad a través de tiempo, lo cual es clave para mejorar los procesos, a través de tres actividades básicas:

- Estabilizar los procesos (lograr control estadístico) mediante la identificación y eliminación de causas especiales.
- Mejorar el proceso mismo, reduciendo la variación debida a causas comunes.
- Monitorear el proceso para asegurar que las mejoras se mantienen y para detectar oportunidades adicionales.

⁸ GUTIERREZ P., Humberto, DE LA VARA S., Román. Control estadístico de calidad y seis sigma. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C. V. (México D.F.). Año de edición 2009

5.9.2 Carta de individuales

Es un diagrama para variables de tipo continuo que se emplea en procesos lentos, en los cuales para obtener una medición o muestra de la producción se requieren periodos relativamente largos.

Uno de estos casos es en los procesos en que las mediciones cercanas sólo difieren por el error de medición. Por ejemplo, temperaturas en procesos, humedad relativa en el medio ambiente, etcétera.

En este caso cada medición particular de la variable que se requiere analizar se registra en una carta.

5.9.3 Establecimiento de los límites de control

Mediante la estimación de la media y la desviación estándar del estadístico (medición de la variable X). Los límites se obtienen mediante la expresión $\mu_x \pm 3\sigma_x$, donde μ_x y σ_x son la media y la desviación estándar del proceso, respectivamente. Estos parámetros se calculan de la siguiente manera:

$$\mu_x = \bar{X} \text{ y } \sigma_x = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\bar{R}}{1.128}$$

\bar{X} es la media de las mediciones, y \bar{R} es la media de los rangos móviles de orden 2 (rango entre dos observaciones sucesivas en el proceso). La constante d_2 equivale en este caso a 1.128, debido a que el rango móvil es de orden 2, por tanto, el n que determina la constante es 2.

De lo anterior, se concluye que los límites de control para una carta de individuales están dadas por:

$$\bar{X} \pm 3 \left(\frac{\bar{R}}{1.128} \right)$$

5.9.4 Cartas de rangos móviles

Es una carta que se usa como complemento a la carta de individuales, donde se grafica el rango móvil de orden 2 para detectar cambios en la dispersión del

proceso. Sin embargo, se ha demostrado que la carta de individuales es suficientemente robusta para detectar cambios tanto en la media como en la dispersión del proceso, ya que cuando una medición individual se dispersa, afecta a los rangos móviles en los que participa. Por ella la tendencia de utilizar solo la carta de individuales.

5.9.5 Índices de capacidad

Los índices de capacidad son mediciones especializadas que sirven para evaluar de manera práctica la habilidad de los procesos para cumplir con las especificaciones.

- **Índices de capacidad para procesos de doble especificación**

Evaluar la capacidad del proceso consiste en saber en qué medida una característica de calidad es satisfactoria, es decir, cumple las especificaciones. Para ello se tiene que la variable de salida del proceso debe estar con una holgura dentro de las especificaciones inferior y superior.

Índice Cpi y Cps

Este índice toma en cuenta el centro del proceso, dado que evalúa por separado el cumplimiento de la especificación inferior y superior, a través del índice de capacidad para la especificación inferior, Cpi, y el índice de capacidad para la especificación superior, Cps. Estos se calculan de la siguiente manera:

$$Cpi = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \quad \text{y} \quad Cps = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

Para interpretar estos índices unilaterales se debe tomar en cuenta la siguiente tabla (se considera que el proceso es adecuado cuando el valor de Cpi y Cps son mayores que 1.25):

Índice Cpk

El índice de capacidad real del proceso, es igual al índice unilateral más pequeño:

$$Cpk = \text{Mínimo} \left(\frac{\mu - EI}{3\sigma} \mid \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right)$$

Si el índice Cpk es mayor a 1.25, esto indica que el proceso es capaz, es decir, tiene una capacidad satisfactoria.

Si el índice Cpk es menor a 1, entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones.

- **Procesos con una especificación**

Estos son cuando las variables de salida tienen una sola especificación, donde se desee cierto valor mínimo o máximo. En estos casos la capacidad se evalúa mediante los índices Cpi o Cps, de acuerdo al caso.

5.9.6 Índice de estabilidad

El índice de estabilidad proporciona una medición de qué tan inestable es un proceso, esto permite diferenciar entre aquellos procesos que presentan puntos especiales de variación esporádicamente de los que los presentan con frecuencia.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} \times 100$$

El número total de puntos corresponde a la cantidad de puntos graficados en la carta de control, mientras que el número de puntos especiales son aquellos que por fuera de los límites más los que indicaron patrones especiales no aleatorios.

El índice de estabilidad tiene como valor ideal 0, un proceso posee una estabilidad relativamente buena cuando el valor de St está entre 0 y 2%, entre 2 y 5% regular, y en la medida en que supere estos porcentajes se considerará qué tan malo es su estabilidad. Cae anotar que si el índice St es igual al 15%, se considera un proceso muy inestable.

5.10 Análisis de riesgos⁹

El análisis de riesgos consiste en la realización de una detallada examinación para

⁹ CONSTRUSUR. ¿Qué es un análisis de riesgos [en línea]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.construsur.com.ar/Noticias-article-sid-349.html>>

identificar si una tarea a realizar en el trabajo podría ocasionar daño o lesión a los trabajadores, de esta manera se verifica si se han tomado las medidas de prevención necesarias para evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Para llevar a cabo tal análisis, a grandes rasgos, es necesario tener en cuenta 5 pasos:

1. Identificar los peligros
2. Decidir quién puede ser afectado en su bienestar
3. Evaluar los riesgos y decidir las precauciones
4. Registrar hallazgos e implementarlos
5. Revisar análisis y actualizar si es necesario

5.11 NTC 4116 tareas¹⁰

Es una metodología utilizada para determinar los posibles riesgos que pueden encontrarse de manera visible o no visible en el ambiente laboral para los trabajadores los cuales pueden acarrear enfermedad profesional, un accidente de trabajo o ambos.

Esta norma pretende establecer un procedimiento o manera específica de realizar actividades para disminuir los riesgos. El Análisis de Tareas se aplica como una de las actividades del Programa de Salud Ocupacional de una empresa.

¹⁰ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. ICONTEC. NTC 4116. Seguridad industrial: metodología para el análisis de tareas. Bogotá: ICONTEC, 1997.

5.12 Resolución 3674 alturas¹¹

Ya que los trabajos en alturas son considerados como de alto riesgo, realizándose estos sobre un nivel superior a los 1,5 metros de distancia en el plano vertical, se establece esta norma para llevar tareas en alturas de manera adecuada y segura para los operarios. El contenido de esta norma propone los siguientes temas:

Disposiciones generales en donde se dan a conocer las algunas definiciones relevantes al trabajo en alturas, obligaciones y requerimientos de empleadores y empleados, disposiciones sobre capacitación, requerimientos mínimos para protección y prevención de caídas, sistemas de acceso para trabajo en alturas y disposiciones finales.

¹¹ COLOMBIA. BOGOTÁ D.C. DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 3673 de 2008. (26, septiembre, 2008). Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas. Bogotá, 2008.

6. APOORTE INTELECTUAL

Es de especial importancia para este proyecto, la generación de una documentación que tenga como fin la estandarización de los métodos de trabajo en las operaciones de planeación y abastecimiento dentro de la zona de exhibición de Acuario del Zoológico de Cali, con el fin de ayudar en la toma de decisiones y mejorar la efectividad del servicio prestado. De esta forma, es imperativo resaltar que lo importante es llevar a cabo la estandarización de una manera adecuada a las necesidades del sistema, el cual es el Acuario del Zoológico de Cali. Por ser un sistema que involucra dos exhibiciones y 3 personas como miembros del personal de trabajo, puede considerarse un sistema pequeño, en el cual no se debe pretender cargar con estándares muy sofisticados y manuales muy gruesos.

Esta exhibición cambia su estructura o funciones con mucha facilidad y frecuencia, por lo tanto, para que el estándar sirva se debe mantener actualizado, por lo que el resultado de este proyecto debe ser preferiblemente básico, gráfico, sencillo, y fácil de ser analizado ya que las personas involucradas en el trabajo cotidiano de esta área, no conocen de tecnicismos relacionados con la ingeniería industrial.

Además, aunque para la estandarización en cuestión se utilizarán herramientas metodológicas propias de la ingeniería industrial, la documentación y/o protocolos para la lectura del personal de esta área, se elaborará con base en estándares internacionales de las entidades de las cuales hace parte el zoológico, como por ejemplo la WAZA (World Association of Zoos and Aquariums), con el objetivo de mejorar la calidad tanto del servicio a los clientes, como de las condiciones en las que los animales de las exhibiciones habitan.

La adopción de protocolos estandarizados para el registro de la información, mejoraría la comunicación entre los miembros del personal, adquisición de especímenes, mejoramiento del manejo y cuidado de diversas especies, reducción del tiempo en la corrección y/o verificación de registros incompletos, incorrectos o incongruentes. En pocas palabras, el registro estandarizado de procedimientos mejoraría las operaciones de planeación y abastecimiento que se llevan a cabo dentro de las exhibiciones del Acuario.

7. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para desarrollar la propuesta de estandarización de los procesos y procedimientos del acuario del zoológico de Cali, se llevó a cabo un trabajo de campo con el fin de recolectar información y procesarla con técnicas propias de la ingeniería industrial para luego concluir y hacer la propuesta mencionada. La recolección de datos se realizó por medio de visitas a la zona de manejo y a la exhibición del acuario del zoológico de Cali, en la que se tomó información sobre los procesos y las operaciones que están bajo la responsabilidad de los encargados y que son apoyadas por el jefe del Acuario. Igualmente, se tomaron fotos y se grabaron videos de la rutina de los encargados, dentro de la zona de manejo, en los que quedó registro de la situación actual del acuario; se llevaron a cabo entrevistas con el jefe de Acuario y la directora de Bienestar Animal. Las técnicas escogidas permitieron tener registro de los métodos en que dichos procesos y procedimientos son realizados actualmente, así como de los protocolos existentes que describen la forma en la que se deben llevar a cabo. De la misma forma, se obtuvo información sobre costos de implemento para el proceso de análisis de agua, sobre las dietas de los peces y demás animales en exhibición, entre otros. Los datos fueron procesados con el fin de obtener información útil para el análisis e interpretación de los mismos. Dicho análisis tuvo en cuenta los posibles problemas y sus respectivas causas en relación a los objetivos de los procesos, el ordenamiento, clasificación y jerarquización de la información.

En la estructuración de la propuesta y justificación de soluciones se tuvo en cuenta que éste es un proyecto de tipo descriptivo en el que se realizó una interpretación del estado actual del sistema, registro y análisis de los procesos y procedimientos de la zona de manejo del Acuario del Zoológico de Cali, por lo que dicha propuesta está justificada por los resultados obtenidos del análisis de la información.

Finalmente, las conclusiones en respuesta a la necesidad de establecer protocolos, fichas o formatos que ayuden en la toma de decisiones, planteada y definida en la problemática del proyecto, contienen los resultados obtenidos del análisis de la información en forma priorizada, sintetizada y generalizada. Se presentan entonces las recomendaciones por parte de los autores frente a las posibilidades y propuestas de mejora identificadas y de su plan de acción a desarrollar.

7.1 Macroprocesos, procesos y subprocesos caracterizados.

Primero debemos empezar con la descripción de las principales características de la zona de manejo del Acuario del Zoológico de Cali.

Trabajadores y Responsables

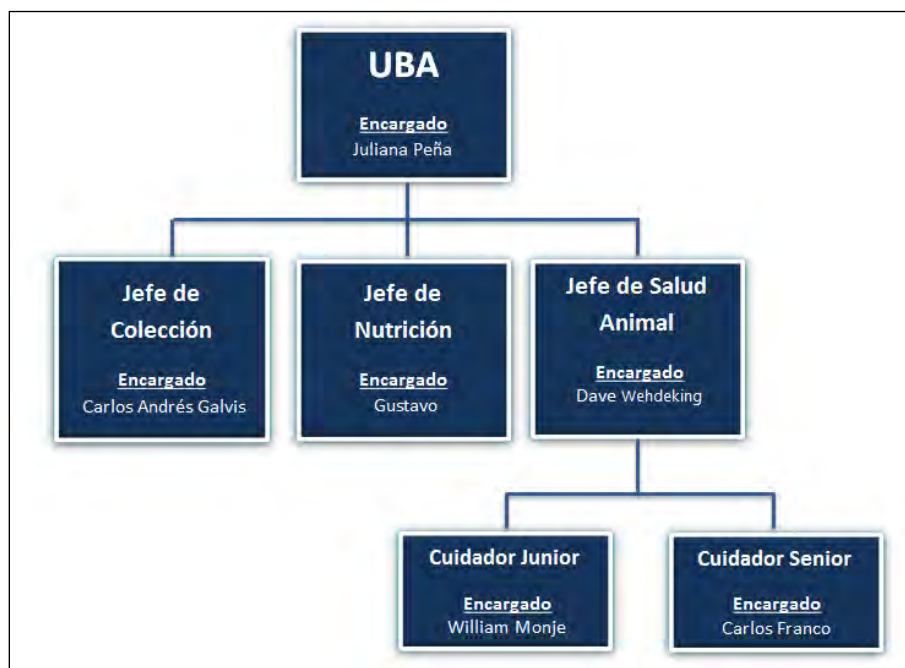


Ilustración 5. Organigrama Acuario

Fuente: Autores

Jefe directo del Acuario: La directora de Bienestar Animal, Juliana Peña, es la encargada de supervisar el correcto funcionamiento de las exhibiciones, entre ellas el Acuario. Sin embargo, el Acuario como ya se ha dicho, es una exhibición especial que amerita tener un jefe específico. Este último cargo, tuvo una rotación de encargados durante el periodo comprendido entre el segundo semestre de 2011 y el primer semestre de 2012. En el segundo semestre del 2011, Fernando

Lalinde, biólogo marino, estuvo en el cargo a la vez que realizaba una consultoría sobre el estado de los filtros de las dos zonas de Manejo del Acuario; en el primer semestre de 2012, una vez terminada dicha consultoría, el cargo lo recibió Dave Wehdeking, especialista en Manejo de Especies Amenazadas y Jefe Área de Salud Animal, sin embargo, debido a un viaje personal, provisionalmente la jefatura del Acuario, la tomó la directora de Bienestar Animal. Para finales del primer semestre de 2012, Dave Wehdeking, retoma el cargo, y con este los proyectos de mejora y asuntos pendiente que se tienen en la exhibición.

El jefe de Acuario es el responsable de asegurar que la exhibición funcione correctamente, y que las funciones de los trabajadores del Acuario se realicen de acuerdo a lo establecido en la programación.

Trabajadores: Carlos Franco y William Monje

Encargados de llevar a cabo la programación semanal de las actividades operativas del Acuario.

Ilustración 1 **Plano General Acuario y Lago Biodiversidad**

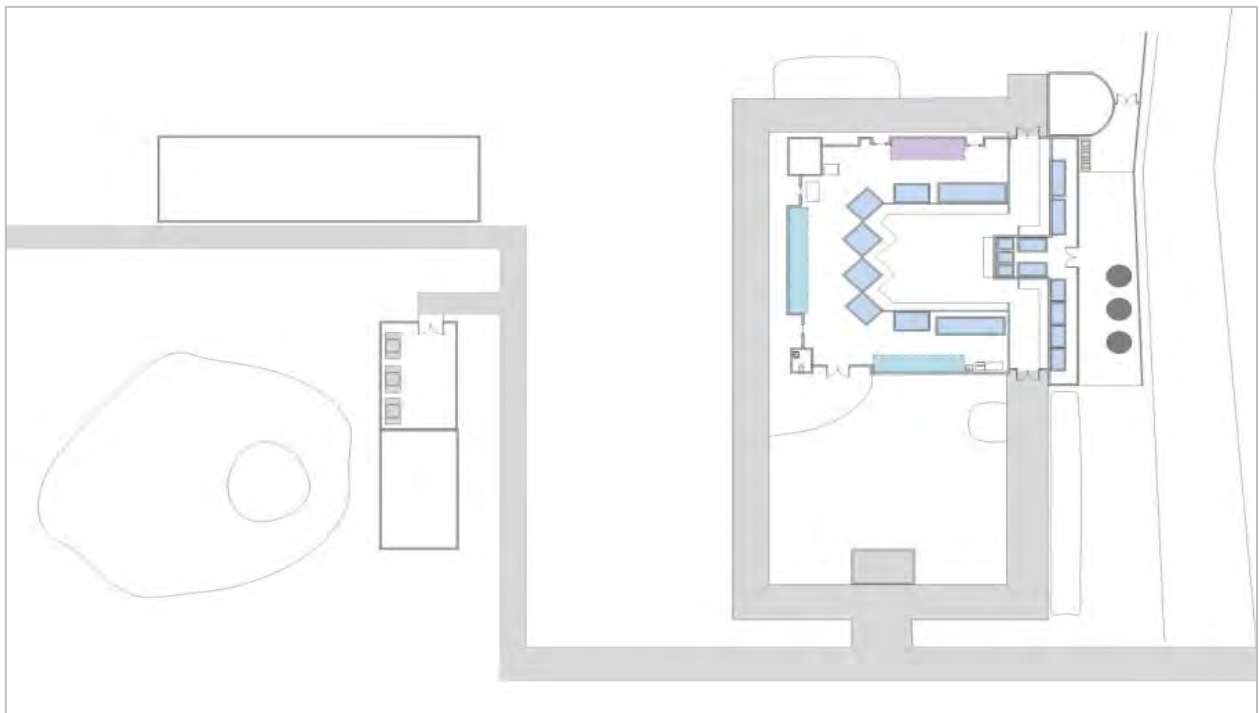


Ilustración 6. Mapa del alcance de procesos operativos Acuario

Fuente: Autores

Plano del Acuario

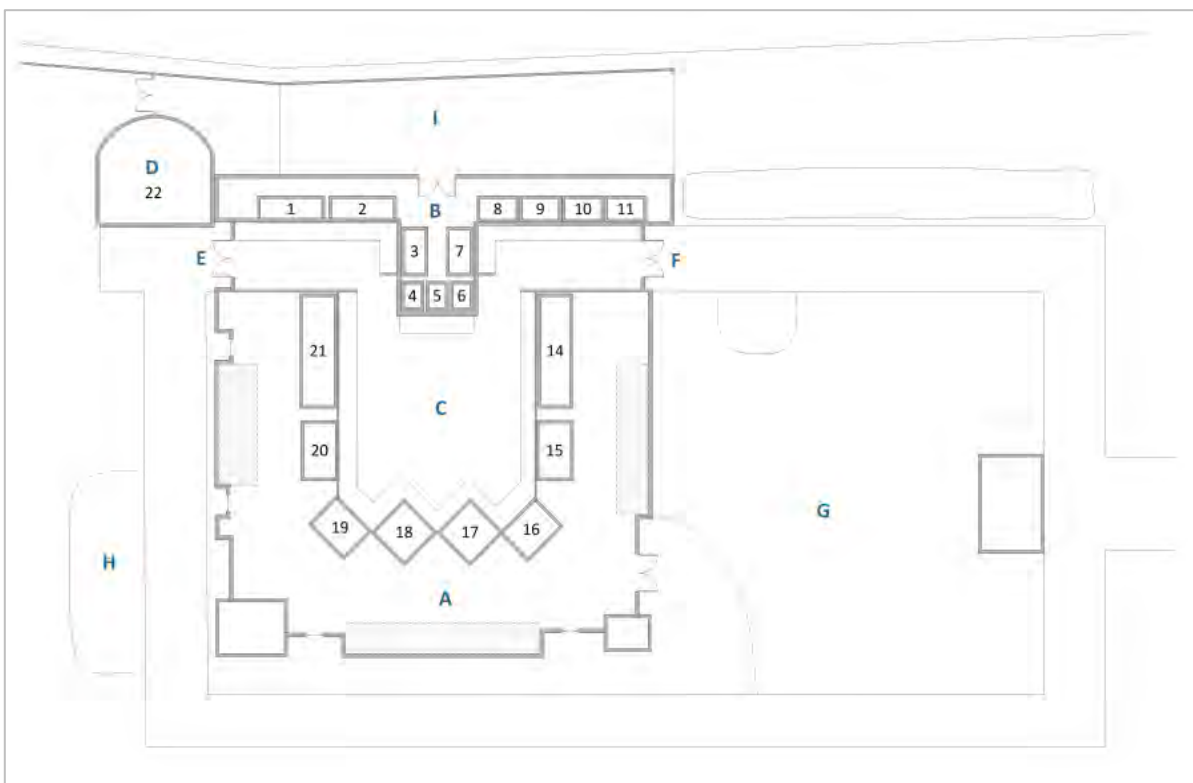


Ilustración 7. Exhibición, Zonas de manejo y lagos de carpas

Fuente: Autores

- A:** Zona de Manejo de Agua Dulce
- B:** Zona de Manejo Marinos
- C:** Zona de Exhibición Acuario
- D:** Acuario 22 - Pirarucú
- E:** Entrada Exhibición
- F:** Salida Exhibición
- G:** Lago Grande de Carpas
- H:** Lago Pequeño de Carpas
- I:** Zona de Tanques y Filtros

Los acuarios en exhibición aparecen enumerados como se encuentra en la actualidad. Se debe aclarar que los acuarios ubicados en la zona de manejo de Agua dulce, enumerados del 14 al 22, como su nombre lo indica contienen animales de agua dulce, sin embargo, en la actualidad los acuarios ubicados en la zona de manejo de Marinos, al contrario de los que se podría pensar, sólo los

numerados como 1, 2 y 3 poseen animales marinos, el resto contienen especies de agua dulce. Esto debido a que los filtros que se instalaron en un principio para esta zona no dieron la capacidad para realizar a cabalidad su función, por ende, se tuvo que adecuar la mayoría de Acuarios para agua dulce.

Área de las principales Zonas

Zona de Manejo de Agua Dulce: Área 165 m², incluidos los acuario 14 al 22.

Zona de Manejo Marinos: 126 m², incluidos los acuarios 1 al 11.

Zona de Exhibición: Área 97 m²



Ilustración 8. Exhibición Acuario



Ilustración 9. Lago Biodiversidad



Ilustración 10. Zona de Manejo Acuario - Agua Dulce



Ilustración 11. Zona de Manejo Acuario - Marinos



Ilustración 12. Zona de Manejo Lago Biodiversidad





Ilustración 13. Lago de Carpas Grande



Ilustración 14. Lago de Carpas Pequeño



Ilustración 15. Tanque de reserva en Zona de Marinos

| ACTIVIDAD | HORARIO | L | M | Mi | J | V | S | D |
|--|---------------|---|---|----|---|---|---|---|
| Recoger sobrenadantes en estanques externos, Aseo de Exhibición, Retrolavado filtros carpas, Retrolavado filtros Biodiversidad | 7:30 - 9:30 | * | * | * | * | * | * | * |
| Desayuno | 9:30 - 10:15 | * | * | * | * | * | * | * |
| Recambios en Agua Dulce y Lavar y/o cambiar Guata filtro carpas en Lago Pequeño | 10:15 - 12:15 | * | * | * | * | * | * | * |
| Sifonear Lago Carpas | 10:15 - 12:15 | * | | | * | | | |
| Sifonear Lago Biodiversidad | 10:15 - 12:15 | | * | | | * | | |
| Porcionar pescado y camarón + Alimentación todos los peces | 10:15 - 12:15 | * | * | * | * | * | * | * |
| Almuerzo | 12:15 - 1:15 | * | * | * | * | * | * | * |
| Control Niveles SUMP de Marinos + Recambio una vez al mes | 1:15 - 3:00 | * | * | * | * | * | * | * |
| Control Niveles acuarios agua dulce en Zona Marinos y recambios parciales una vez a la semana | 1:15 - 3:00 | * | * | * | * | * | | |
| Limpieza vidrios todos los acuarios dos veces por semana repartidos de Lunes a Viernes | 3:00 -4:30 | * | * | * | * | * | | |
| Control nivel de agua Pirarucú diario, limpieza vidrios y recambio parcial de una baldosa dos veces por semana | 3:00 -4:30 | * | * | * | * | * | | |
| Retrolavado lago Carpas, Biodiversidad, Lontras | 4:30 - 5:00 | * | * | * | * | * | * | * |
| Limpieza filtros Pirarucú una vez al mes | 10:15 -11:15 | | | * | | | | |
| Descompactar arena filtros Lago Carpas 2 veces al mes | 10:15 -12:15 | | | * | | | | |
| Descompactar arena filtros Acuarios Agua Dulce cada dos meses | 10:15 -12:15 | | | * | | | | |
| Aseo pisos marinos y parte externa Marinos | 1:15 : 3:00 | * | | | * | | | |
| Aseo cocineta, Baños, Pisos agua dulce | | * | * | * | * | * | * | * |

Tabla 8. Cronograma semanal de Actividades operativas en Acuario

Documentación de procesos

Se realizó una observación, con cierta frecuencia, de las actividades que se llevan a cabo cotidianamente para el funcionamiento del Acuario con el fin de ofrecerlo como exhibición a los visitantes en el Zoológico de Cali y para el mantenimiento de la zona de exhibición y de manejo e implícitamente al mayor activo del Acuario, los peces y especies animales mostradas en esta área del Zoológico; además se hicieron varias visitas de campo a la zona de manejo del Acuario y tras la toma de fotografías y grabación de vídeos, se identificó que todas las actividades pertenecientes a la programación semanal realizadas por los dos encargados del Acuario pertenecen a un mismo macroproceso “Procesos Operativos”. Dado que contempla todas las actividades internas que permiten asegurar el buen funcionamiento del Acuario, estos procesos de soporte u operativos no son visibles para los visitantes. Asimismo se agruparon dichas actividades en procesos, para lo cual se hizo una selección y ubicación de cada una de estas actividades dentro de un proceso propio, y su vez, dentro de un subproceso pues ciertos conjuntos de actividades cumplían una secuencia lógica y un objetivo en común. Estos subprocesos son partes más definidas del proceso.

Análisis Funcional

Se elaboró un análisis funcional en el que se inicia con el macroproceso identificado, con el pasar del tiempo y el conocimiento de mayor número de procesos y al ser proporcionado un cronograma de actividades diarias, se establecieron los principales procesos. Después, dependiendo de a qué tipo de proceso pertenecían los más pequeños, se les llamó subprocesos y a su vez dentro de cada subproceso se definieron Tareas o Actividades. A continuación una descripción de estos:

Macroproceso

Procesos Operativos

Todos los procesos, subprocesos y actividades realizados tanto en la zona de manejo como en la de exhibición del Acuario, corresponden a este macroproceso puesto que permite generar el servicio que se les entrega a los visitantes.

Procesos

Mantenimiento de maquinaria y cuarentena

Los procesos que serán incluidos dentro de este macroproceso, serán todos los que se lleven a cabo para conservar los materiales, maquinaria e instalaciones diferentes a lo concerniente con el agua, en condiciones que permitan un continuo y normal funcionamiento del sistema.

Limpieza

Procesos pertinentes al aseo de las instalaciones del Acuario tanto interna como externa a las exhibiciones.

Alimentación

Procesos de abastecimiento de alimentación para todos los animales que se encuentran en exhibición en el Acuario.

Manejo y Abastecimiento de Agua

Procesos relacionados con la manipulación, abastecimiento y limpieza directa del recurso más importante para el sistema Acuario, el agua.

Subprocesos

Los subprocesos contenidos en el proceso de Mantenimiento son:

Mantenimiento de filtros Artificiales **Mantenimiento de filtros Naturales**

Los subprocesos pertenecientes al proceso de Alimentación son:

- **Preparación de Alimento**
- **Alimentación de peces**

Los subprocesos que pertenecen al proceso de Limpieza son:

- **Aseo de Zona de Exhibición**
- **Aseo de Zonas de Manejo**

Los subprocesos referentes al proceso de Manejo y Abastecimiento del Agua son:

- **Recambio de Agua de Acuarios**
- **Sifoneo y Limpieza de Lagos**
- **Control del Nivel de Agua de Acuarios**
- **Prueba de Calidad de Agua**

Actividades

Las actividades pertenecientes al subproceso de Mantenimiento de filtros artificiales son:

- **Retrolavado de Filtro de Lago de Carpas Grande**
- **Retrolavado de Filtros de Lago Biodiversidad**
- **Descompactación de arena de los filtros de Lago de Carpas Grande**
- **Retrolavado de filtros de Pirarucú.**

Las actividades pertenecientes al subproceso de Mantenimiento de filtros naturales son:

- **Limpieza Sistema de Filtración Lago de Carpas Pequeño**
- **Mantenimiento de Lago Pequeño de Carpas.**

La actividad perteneciente al subproceso de Preparación de Alimento es:

- **Porcionar Alimento**

La actividad perteneciente al subproceso de Alimentación de peces es:

- **Repartición de Alimento**

Las actividades pertenecientes al subproceso de Aseo de Zona de Exhibición son:

- **Limpieza de vidrios Parte Externa**
- **Limpieza de vidrios Parte Interna**
- **Limpieza de vidrios Parte Interna –Acuario Pirarucú**
- **Limpieza de pisos Zona de Exhibición**

Las actividades pertenecientes al subproceso de Aseo de Zona de Manejo son:

- **Aseo de Cocineta**
- **Aseo de Baño**
- **Limpieza de pisos Zona de Manejo Marinos**
- **Limpieza de pisos Zona de Manejo Agua Dulce**

Las actividades pertenecientes al subproceso de Recambio de agua de Acuarios son:

- **Recambio de Agua Acuarios de Agua Dulce**

- **Recambio de Agua Acuario Marinos**

Las actividades pertenecientes al subproceso de Sifoneo y Limpieza de Lagos son:

- **Sifoneo de lago de Carpas Grande**
- **Sifoneo de lago Biodiversidad**
- **Recolección de sobrenadantes Lago Carpas**

Las actividades pertenecientes al subproceso de Control de nivel de agua de Acuarios son:

- **Control de nivel de agua Acuarios**
- **Control de nivel de agua Acuario Pirarucú**
- **Control de nivel de Sump Acuarios Marinos**

La actividad perteneciente al subproceso de Prueba de Calidad de agua de Acuarios es:

- **Pruebas físico químicas Acuario**

Esta descripción del macroproceso y de los procesos, subprocesos y actividades se puede ver de forma gráfica en el siguiente diagrama de Análisis funcional.

Análisis Funcional

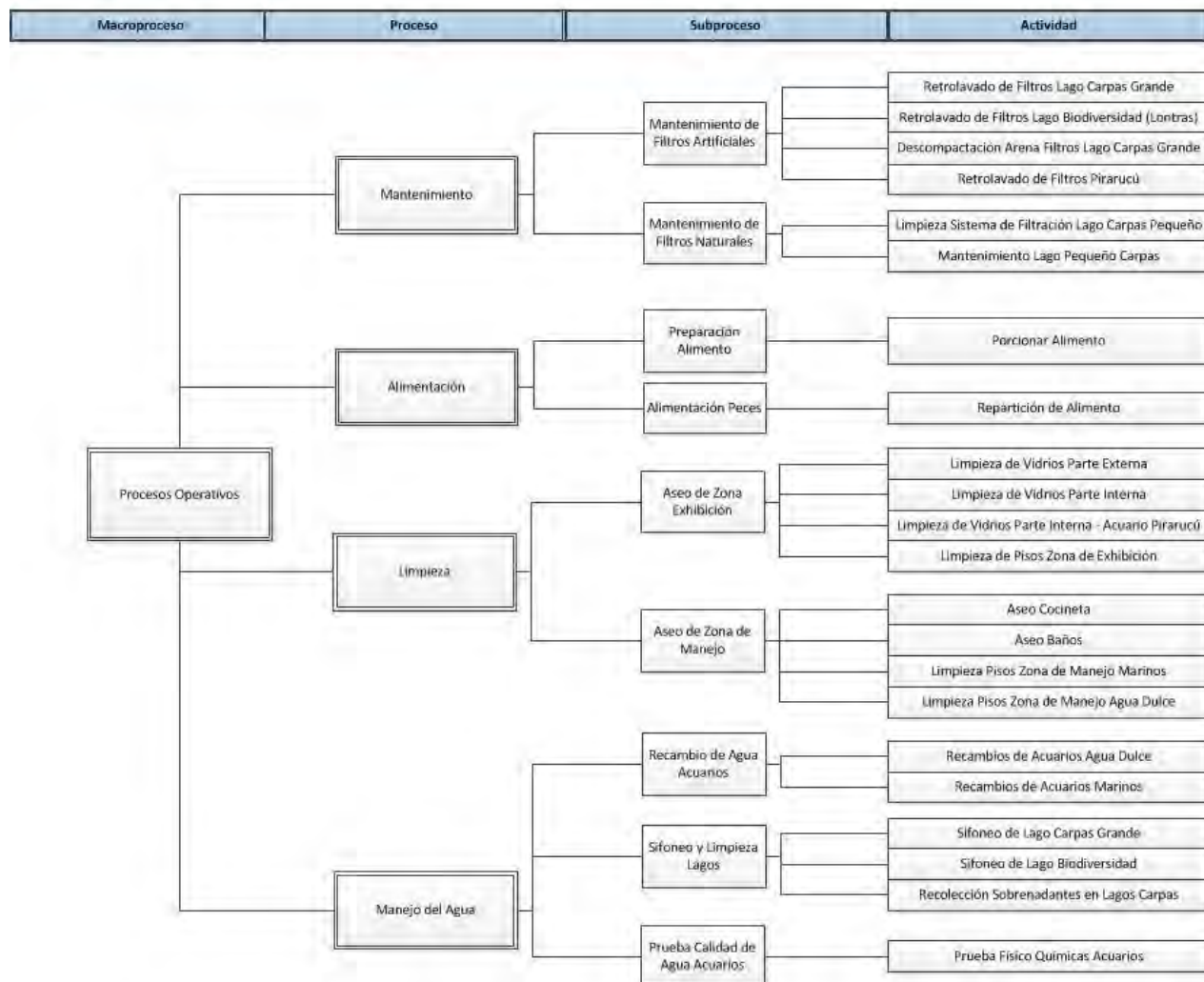


Ilustración 16. Análisis Funcional - operativo del Acuario del Zoológico de Cali

Caracterización procesos y procedimientos

Mediante los protocolos existentes proporcionados por el jefe del Acuario, protocolos con los que se trabaja a la fecha, realizados en noviembre de 2009, y con la información que se recolectó inicialmente, se elaboró la caracterización de los procesos.

| | |
|----------------|---------------|
| Proceso | Mantenimiento |
|----------------|---------------|

| |
|-----------------|
| Objetivo |
|-----------------|

| |
|---|
| Asegurar el funcionamiento correcto de los sistemas de filtración |
|---|

| |
|--------------------|
| Responsable |
|--------------------|

| |
|---|
| Los dos encargados del Acuario (Carlos y William) |
|---|

| |
|-----------------|
| Recursos |
|-----------------|

| |
|----------------------------------|
| Filtros artificiales y naturales |
|----------------------------------|

| |
|------------------------------|
| Procesos Relacionados |
|------------------------------|

| |
|----------------------------|
| Limpieza y Manejo del Agua |
|----------------------------|

| |
|-----------------------------|
| Documentos Asociados |
|-----------------------------|

| |
|---|
| Protocolos Mantenimiento Acuario - Instructivos de Uso de cada Filtro |
|---|

| |
|-----------------------------|
| Indicador de Gestión |
|-----------------------------|

| |
|--|
| $\frac{\text{Actividades de Mantenimiento Realizadas}}{\text{Total de Actividades de Mantenimiento}} \times 100$ |
|--|

| | |
|----------------|--------------|
| Proceso | Alimentación |
|----------------|--------------|

Objetivo

Dar Alimento al 100% de los Acuarios (Exhibición, Lagos y Cuarentena)

Responsable

Los dos encargados del Acuario (Carlos y William)

Recursos

Implementos de Cocina (Tabla, Cuchillos), Vasijas contenedoras de Alimento (10 Vasijas), Naza.

Procesos Relacionados

Mantenimiento

Documentos Asociados

Programación Semanal de Actividades del Acuario y Programación de Alimentación

Indicador de Gestión

$$\frac{\text{Acuarios Alimentados}}{\text{Total de Acuarios}} \times 100$$

Proceso

Limpieza

Objetivo

Garantizar que las Zonas de Exhibición y de Manejo permanezcan aseadas

Responsable

Los dos encargados del Acuario (Carlos y William)

Recursos

Trapeador, Escoba, Recogedor, Líquido Limpiador de Vidrios, Líquido Limpiador de Pisos, Limpiador de Papel, Cepillos de Limpieza, Esponja, Tubo Largo de Limpieza

Procesos Relacionados

Mantenimiento y Alimentación

Documentos Asociados

Protocolo de Limpieza Acuario

Indicador de Gestión

Número de llamados de atención por directivas del Zoológico en un mes

Proceso

Manejo del Agua

Objetivo

Garantizar que las Zonas de Exhibición y de Manejo permanezcan aseadas

Responsable

Los dos encargados del Acuario (Carlos y William)

| | |
|------------------------------|--|
| Recursos | Máquinas para Recambio de Agua, Máquina de Sifoneo, Mangueras, Patín, Reactivos para Pruebas, Probetas, Frascos Recolectores |
| Procesos Relacionados | |
| Documentos Asociados | Protocolo de Manejo de Agua - Instructivos de Uso de Reactivos para Pruebas |
| Indicador de Gestión | Número de recambios de Agua fuera de programación realizados en un mes |

Tabla 9. Caracterización de Procesos operativos del Acuario

Para la elaboración de los diagramas de flujo para cada subproceso, se encontró una limitación para la integración de todo el sistema ya que, en general, cada proceso se puede realizar de manera independiente de los otros, afectando así la integración de manera secuencial de estos.

Especificación nutricional

| PROGRAMACIÓN DE ALIMENTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| DIA | CLASE ALIMENTO | ACUARIOS | | | | | | | | | | | | |
| LUNES | Camarón | 2 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 7 | 11 | 3 | | |
| | Picadillo / Concentrado | MARINOS AC 1 | | | | | | | | | | | | |
| | Dieta Gel Omnivora | | | | | | | | | | | | | |
| | Tetramin | 8 | 9 | 10 | 6 | 21 | 5 | 4 | | | | | | |
| MARTES | Tetramin o tetracolor | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 21 | | | | | | | |
| | Dieta Gel Carnivora / Omnivora | 18 | 20 | | | | | | | | | | | |
| | tetraciclíd jumbo | 20 | 19 | 17 | 16 | 15 | | | | | | | | |
| MIÉRCOLES | Camarón | 2 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 22 | | | | | |
| | Picadillo / Concentrado | MARINOS | | | | | | | | | | | | |
| | Dieta Gel Omnivora | 20 | | | | | | | | | | | | |
| | Tetramin | 8 | 9 | 10 | 11 | 21 | | | | | | | | |
| JUEVES | Dieta Gel Carnivora / Omnivora | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | Tetramin | 21 | MARINOS | | | | | | | | | | | |
| | Picadillo / Concentrado | MARINOS | | | | | | | | | | | | |
| VIERNES | Camarón | 2 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 22 | | | | | |
| | Picadillo / Concentrado | MARINOS | | | | | | | | | | | | |
| | Dieta Gel Omnivora | 20 | | | | | | | | | | | | |
| | Tetramin | 8 | 9 | 10 | 11 | 21 | | | | | | | | |
| SÁBADO | Tetramin | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | Dieta Gel Carnivora / Omnivora | 18 | 20 | | | | | | | | | | | |
| | Picadillo / Concentrado | MARINOS | | | | | | | | | | | | |
| DOMINGO | Dieta Gel Carnivora / Omnivora | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | Tetramin | 21 | MARINOS | | | | | | | | | | | |
| | Picadillo / Concentrado | MARINOS | | | | | | | | | | | | |

Tabla 10. Programación de Alimentación peces en exhibición

| CAMARÓN H2O DULCE | | DIETA GEL H2O DULCE | | LAGO CARPAS DIARIO | |
|-------------------|--------|---------------------|--------|--------------------|--------|
| ACUARIO | GRAMOS | ACUARIO | GRAMOS | ACUARIO | GRAMOS |
| 14 | 150 | 14 | 55 | Lago Pequeño | 340 |
| 15 | 40 | 15 | 45 | Lago Grande | 500 |
| 16 | 40 | 16 | 30 | | |
| 17 | 100 | 17 | 130 | | |
| 18 | 110 | 18 | 90 | | |
| 19 | 90 | 20 | 50 | | |
| 20 | 50 | | | | |
| 22 | 1200 | | | | |

Tabla 11. Programación por tipo de alimento

Actualmente en el Acuario, la cantidad a ordenar de alimento a cocina es constante, la cual se ha determinado a partir de un estudio ya existente, donde se ha especificado por especie y acuario, la cantidad diaria en gramos de alimento que se consume, las raciones necesarias en el día, la frecuencia semanal en la que se debe dar el alimento, y finalmente el total de la cantidad de alimento en gramos que se consume, tanto semanal como mensualmente.

No obstante, se puede repartir el alimento a los distintos acuarios y lagos, pero si el trabajador observa que los peces aun quieren alimento, entonces dicho trabajador se comunica con una persona encargada del alimento de Acuario en cocina y pide una cantidad extra del alimento de algún (os) acuario(s) en específico. Dicha cantidad extra está determinada entre el 20% y 25% del contenido inicial.

Sin embargo, se observa que dichas cantidades extra no se contabilizan en cocina, puesto que la cantidad a ordenar por semana de camarón y demás carne excede la cantidad semanal que se consume de acuerdo a la programación expuesta en Acuario y toma en cuenta la cantidad extra que se pide, haciendo que por semana nunca falte alimento.

ESPECIES DE AGUA DULCE**ALIMENTO: PESCADO**

| ESPECIE | UBICACIÓN | ALIMENTO | CANTIDAD DIARIA (g) | RACIONES / DIA | FRECUE NCIA SEMANA L | TOTAL CANTIDAD SEMANAL (g) | TOTAL CANTIDAD MENSUAL (g) |
|---|-----------|----------|---------------------|----------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| ARAWANA | AC. 14 | PESCADO | 130 | 1 | 7 | 910 | 3640 |
| SBALETAS BOCACHICO CUCHILLOS SARDINAS ROLLIZOS | AC. 15 | PESCADO | 47 | 1 | 3 | 141 | 564 |
| PIRAÑAS | AC. 16 | PESCADO | 25 | 1 | 3 | 75 | 300 |
| LEPORINOS BAGRE COMÚN BAGRE RAYADO BAGRE SAPO | AC. 17 | PESCADO | 95 | 1 | 3 | 285 | 1140 |
| TORTUGAS RAYAS DE RIO | AC. 18 | PESCADO | 100 | 1 | 3 | 300 | 1200 |
| SARDINAS AGUJETAS BOQUIANCH | AC. 19 | PESCADO | 87 | 1 | 3 | 261 | 1044 |

| | | | | | | | |
|--|-------|---------|------|---|---|------|-------|
| A MOJARRA | | | | | | | |
| GANCHO ROJO CUCHILLOS | AC.20 | PESCADO | 52 | 1 | 3 | 156 | 624 |
| BAGRE RAYADO CACHAMAS TORTUGAS SABALETAS | AC.22 | PESCADO | 1300 | 1 | 3 | 2600 | 10400 |

Tabla 12. Alimento Pescado

ALIMENTO: DIETA GEL

| ESPECIE | UBICACIÓN | ALIMENTO | CANTIDAD DIARIA (g) | RACIONES / DIA | FRECUENCIA SEMANTAL | TOTAL CANTIDAD SEMANTAL (g) | TOTAL CANTIDAD MENSUAL (g) |
|---|-----------|------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| SABALETAS BOCACHICO CUCHILLOS SARDINAS ROLLIZOS | AC. 15 | DIETA GEL OMNIVORA | 45 | 2 | 2 | 90 | 360 |
| PIRAÑAS | AC. 16 | DIETA GEL CARNIVORA | 18 | 2 | 2 | 36 | 144 |
| LEPORINOS BAGRE COMÚN BAGRE | AC. 17 | DIETA GEL OMNIVORA | 96 | 2 | 2 | 192 | 768 |

| | | | | | | | |
|---|--------|------------------------|-----|---|---|-----|------|
| RAYADO BAGRE SAPO | | | | | | | |
| TORTUGAS RAYAS DE RIO | AC. 18 | DIETA GEL CARNIVORA | 136 | 2 | 2 | 272 | 1088 |
| SARDINAS AGUJETAS BOQUIANCHA MOJARRA | AC. 19 | DIETA GEL OMNIVORA | 50 | 2 | 2 | 100 | 400 |
| GANCHO ROJO CUCHILLOS | AC.20 | DIETA DEL OMNIVORA | 47 | 2 | 2 | 94 | 376 |

Tabla 13. Alimento Dieta Gel

ALIMENTO: CONCENTRADO

| ESPECIE | ALIMENTO | CANTIDAD DIARIA (g) | RACIONES / DIA | FRECUENCIA SEMANTAL | TOTAL CANTIDAD SEMANTAL (g) | TOTAL CANTIDAD MENSUAL (g) |
|---------------------------|-------------|------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| CARPAS LAGO GRANDE | CONCENTRADO | 400 | 1 | 7 | 2800 | 11200 |
| CARPAS LAGO PEQUEÑO | CONCENTRADO | 340 | 1 | 7 | 2380 | 9560 |

Tabla 14. Alimento Concentrado

DIAS DE ALIMENTACION**Camarón:** Lunes, Miércoles y Viernes**Dieta gel:** Jueves y Domingo**Tetramin o Tetracolor:** Martes y Sábado**ESPECIES MARINAS**

| ESPECIE | ALIMENTO | CANTIDAD DIARIA (g) | RACIONES / DIA | FRECUENCIA SEMANAL | TOTAL CANTIDAD SEMANAL (g) | TOTAL CANTIDAD MENSUAL (g) |
|------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|
| PAYASOS Y ANGEL PIGMEO | PICADILLO | 2,45 | 2 | 7 | 17,15 | 68,6 |
| PEZ GLOBO | CAMARÓN, SIERRA, ALMEJA | 15,31 | 2 | 7 | 107,17 | 428,68 |
| MORENAS | CAMARÓN, SIERRA, ALMEJA, CALAMAR | 30 | 1 | 7 | 210 | 840 |

Tabla 15. Alimentación para especies Marinas

7.2 Macroprocesos, procesos y subprocesos operativos diagnosticados.

Estructura del Protocolo existente

Después de algún tiempo dar inicio a las visitas al Acuario (4 meses de iniciado el proyecto) fue suministrado a los autores del proyecto en cuestión, un documento en el cual se encontraban consignados los manuales técnicos para el mantenimiento de los sistemas de filtración, limpieza directa de lagos y acuarios en exhibición, y la metodología implementada para llevar a cabo el proceso de pruebas físico – químicas del agua de cada acuario. Estos habían sido realizados en el año 2009 (Noviembre) y gracias a lo comentado por los operarios y lo observado directamente se concluyó que había una gran brecha entre los procesos llevados a cabo en ese momento y en el actual (Diciembre 2012) por lo que se procedió a leer y comparar entre lo que se tenía documentado en los manuales mencionados y lo que se empezó a realizar durante el proyecto y lo comentado por los encargados. Además, debía tenerse en cuenta que se estaban realizando nuevas modificaciones en ese momento de los sistemas de filtración (maquinaria y por tanto procedimientos para su manejo), llegaban nuevas especies animales a exhibición por lo cual estos debieron ser los procesos más importantes a tener en cuenta para su modificación y actualización (Mantenimiento y Alimentación), mientras los procesos de Limpieza seguían relativamente iguales.

Adicionalmente, debió tenerse en cuenta que los protocolos actualizados en la última fecha (noviembre 2009), no contaban con una estructura gráfica que brindara facilidad explícita de manipulación de maquinaria para los encargados, lo cual debe hacerse pues cada filtro y máquina de aspiración manejada, cuentan con diferentes accesorios, conexiones e interruptores.

De acuerdo al libro “Descripción gráfica de los procesos” de Cédric Berger y Serge Guillard, la formalización del know-how actualmente está redactada textualmente, carente de algún tipo de representación gráfica.

En este libro se resalta un elemento muy importante en este tipo de redacción y es el nivel de detalle. Si éste es muy general, no todos los que lo lean lo entenderán, y si es demasiado preciso, se toma el riesgo de perder al lector al salirse del tema. Por lo tanto el nivel de detalle tiene un impacto directo en la comprensión de la documentación formalizada.

De acuerdo a Berger y Guillard, se puede encontrar en un mismo documento información genérica, pero también operaciones muy detalladas. Esta heterogeneidad en la estructura de la documentación es un obstáculo para su

comprensión y su comunicación. Precisamente, este es una de las características que encontramos en la estructura de los protocolos existentes realizados en 2009. Por ello, tomando en cuenta lo dicho por los autores, algunos resultados que se pueden dar a partir del uso de documentos con este tipo de redacción pueden ser:

- El lector no encuentre rápidamente el documento que le dé la información correcta que se necesita.
- La documentación no se actualiza frecuentemente.
- El vocabulario o estilo puede no adaptan a los lectores.
- El volumen de la documentación se convierte en un freno para la consulta.
- Los documentos caducados no siempre se retiran de los lugares de consulta.

Es por esto que en consecución con lo definido dentro del análisis funcional presentado anteriormente, junto con la documentación de los procesos que se llevó a cabo por medio de la toma de videos y fotos de varios de los procesos observados se planteó una reestructuración de los protocolos, esto con el fin evitar los resultados expuesto anteriormente, y con ánimos de establecer un formato claro, entendible y gráfico que ayude a la toma de decisiones y establecer un método para cada actividad que se llevar a cabo.

Es por esto que se plantea un nuevo formato de protocolos, en el cual se especifica el objetivo para el cual es realizado cada actividad, su alcance, responsables, frecuencia en que debe ser realizada ya que esto brinda información concreta si se deseara modificar la rutina y orden de las actividades del día si así se requiriera. Además se añadió una lista de implementos y recursos requeridos con su ubicación para llevar a cabo las actividades para que de esta manera se pueda tener de manera ordenada y dispuesta lo que se necesita para tratar de reducir tiempos en recorridos en busca de estos. Además se presenta de forma gráfica, la manipulación de equipos. Este formato especifica tiempos aproximados (de acuerdo a las pocas veces vistas de los procesos y datos proporcionados por los encargados del Acuario) de realización para que sirvan de guía para la organización del cronograma de actividades diarias pero no proporciona tiempos estándar más exactos puesto que para obtener un tiempo estándar de cada una de las actividades, se debe tener un tamaño de muestra suficiente para realizar un cálculo que arroje un resultado que se ajuste a la realidad. Además, el tiempo de realización no es una variable fácilmente controlable y estandarizable en un ambiente en que la duración de algunas de las actividades depende de variables externas a raíz del apetito de los peces cuando se trata del proceso de alimentación, de la carga orgánica acumulada en los lagos cuando se habla de limpieza de lagos, entre otros. Con el fin de complementar los protocolos con las mejoras que se pueden llegar a establecer se realizó un estudio de métodos.

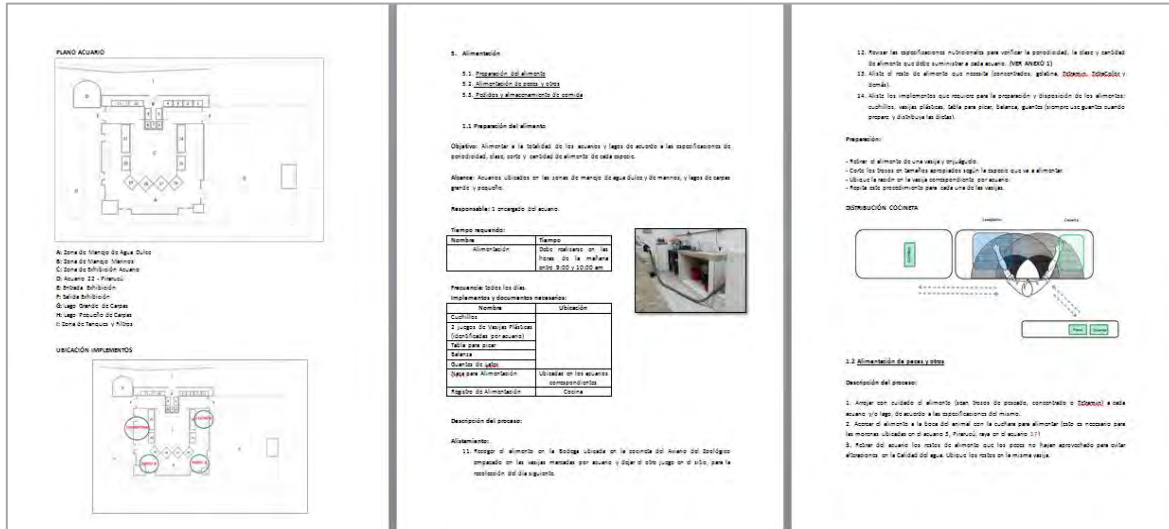


Ilustración 17. Formato nuevos Protocolos

Estudio de Métodos

Selección del trabajo a mejorar

El criterio para hacer esta selección tiene tres puntos de vista:

4. Desde el punto de vista humano

Las actividades seleccionadas de acuerdo a este criterio fueron **alimentación, limpieza de vidrios y retrolavado (recambio) para el acuario "Pirarucú"**, dado a que es un trabajo que se realiza en alturas, por lo cual presenta riesgo de accidentes, e igualmente, presenta riesgos ergonómicos. Otras actividades que presentan este último tipo de riesgo y que fueron seleccionadas para propuesta de mejora son: **limpieza del sistema de filtración lago pequeño carpas y recambio de agua para acuario 21.**

5. Desde el punto de vista económico

De acuerdo a este punto de vista la actividad que se seleccionó fue, **Toma de Parámetros Físico- Químicos** de acuarios, dado que la cantidad de Kits de Test comprados en el año son varios y realizando un análisis sistémico de la situación,

ya que el método utilizado en la actualidad (colorimetría) genera resultados que pueden tener interpretaciones subjetivas, los costos de una lectura equívoca de los resultados en la toma de las pruebas puede resultar en peores consecuencias para el Sistema (sobrecosto por falta de correcta prevención), contando con el alto consumo económico de recursos tangibles (test) y el de mano de obra.

6. Desde el punto de vista funcional del trabajo

El sifoneo de Lago de Carpas Grande y de Biodiversidad, fueron las actividades seleccionadas bajo este criterio dado que son las actividades de mayor duración, y que pueden potencialmente, retrasar el resto de la programación.

Registro de los detalles del trabajo

Para presentar las propuestas de mejora, fue necesario realizar un registro y posterior análisis de cada una de las actividades.

| ACTIVIDADES SELECCIONADAS | ACTIVIDAD | OBJETO DE ESTUDIO | TÉCNICAS DE ESTUDIO |
|--|--|--|--|
| Alimentación de Acuarios | Proceso de producción | Eliminar o combinar los pasos. Reducir la distancia de los recorridos. Identificar las demoras. | Diagrama de flujo. Programa detallado del servicio, Gráfica del proceso. |
| Porcionar Alimento | Trabajador en un lugar fijo de trabajo | Simplificar los métodos. Minimizar los movimientos | Gráficas de operaciones. Diagramas de proceso Bimanual. Aplicar los principios de la economía de movimientos |
| Retrolavado de Filtros de Lago Biodiversidad | El trabajador en interacción con el equipo | Minimizar el tiempo de inactividad; encontrar el número el número o combinaciones de máquinas para equilibrar el costo del trabajador y el tiempo de inactividad de la máquina | Gráfica de la actividad, gráficas de trabajador - máquina |

Tabla 16. Selección de métodos para actividades del Acuario

Diagrama Bimanual

Para este análisis fue elegido la actividad de porcionar alimento de los peces y además animales del Acuario. Actualmente este se lleva a cabo, diariamente, dentro de la Zona de Manejo de Agua Dulce, por parte de los dos trabajadores.

Para realizar el diagrama de procesos bimanual se estudió el ciclo de las operaciones varias veces, por medio de videos grabados en la zona de manejo de Acuario a los dos trabajadores, se pudo registrar esta actividad y a partir de ello realizar el diagrama en cuestión. Con ayuda de las grabaciones se inició el registro de las acciones mano derecha, que es con la que se inicia la operación, hasta finalizar la rutina de porcionar el alimento, diferenciando cuando la mano realiza una operación, un traslado (transporte), se presentaba una demora o un sostenimiento. Igualmente, se colocó una pequeña descripción a la que hacia referencia la acción desarrollada. Luego de ello, se realizó en una segunda columna el mismo registro para la mano izquierda. Las acciones de ambas manos que se realicen al mismo tiempo fueron situadas en el mismo renglón.

Cuando se estudió previamente esta operación se pudo observar que cada trabajador tenía su propio método, existían patrones de movimiento, como trasladar las vasijas de la canasta a la mesa una por una en lugar, mientras otro las apilaba y las trasladaba. Debido a lo anterior, se realizó un análisis para cada trabajador y así a su método. Cabe resaltar que los trabajadores sabían que estaban siendo grabados, se les dijo que debían actuar y realizar sus operaciones normalmente.

Una vez realizados los diagramas esta actividad quedó registrada con suficiente detalle para analizar y presentar una propuesta de mejora. Como ya se mencionó, se detectaron dos métodos generales, los cuales varían en cuanto a cantidad de movimientos, pero que guardan un mismo patrón ya sea en ubicación de los implementos como de formas de trasladar los utensilios. A continuación se presenta un bosquejo de la estación de trabajo, el diagrama bimanual y un resumen con los resultados obtenidos por cada método. Así como también, la propuesta de mejora.

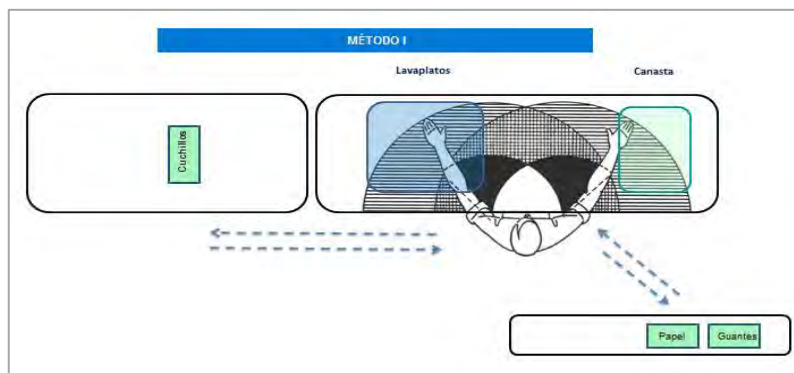


Tabla 17. Diagrama Bimanual de Actividad: Preparación alimento - Método I

DIAGRAMA BIMANUAL - MÉTODO I

| | Descripción de la mano Izquierda | | | | Descripción de la mano Derecha | | | | |
|----|----------------------------------|---|---|---|--------------------------------|---|---|---|---|
| | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | |
| 1 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 2 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 3 | Recibe guante de la otra mano | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 4 | Sostiene guante | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 5 | Poner guante mano derecha | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 6 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 7 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 8 | Coger Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 9 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 10 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 11 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 12 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 13 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 14 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 15 | Agitar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 16 | Poner Tabla sobre mesa | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 17 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 18 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 19 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ |
| 20 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 21 | Alzar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 22 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 23 | Soltar Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 24 | Enrollar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |
| 25 | Soltar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| 26 | Apoyar Tabla con la mesa | | | | | | | | | Tomar Vasija de Alimento de la Canasta |
| 27 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Levantar Tapa de Vasija |
| 28 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Dejar Tapa sobre la mesa |
| 29 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Arrumar Alimento contra esquina Vasija. |
| 30 | Soltar Vasija | | | | | | | | | Sostener Vasija |
| 31 | Mano Libre | | | | | | | | | Voltear Vasija |
| 32 | Mano Libre | | | | | | | | | Agitar Vasija |
| 33 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Tomar Alimento |
| 34 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Colocar Alimento sobre la Tabla |
| 35 | Dejar Vasija sobre la mesa | | | | | | | | | Tomar Vasija 3 de Alimento de la Canasta. |
| 36 | Tomar Vasija 2 de Alimento | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 37 | Poner Vasija 2 en Lavaplatos | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 38 | Tomar Vasija 1 de Alimento | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 39 | Poner Vasija 1 en Lavaplatos | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 40 | Tomar Tapa de Alimento Vasija 1 | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 41 | Poner Tapa de Vasija 1 en Lavaplatos | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 42 | Tomar Tapa de Alimento Vasija 2 | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 43 | Poner Tapa de Vasija 2 en Lavaplatos | | | | | | | | | Sostener Vasija 3 de Alimento |
| 44 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Levantar Tapa de Vasija |
| 45 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Dejar Tapa sobre la mesa |
| 46 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Arrumar Alimento contra esquina Vasija |
| 47 | Soltar Vasija | | | | | | | | | Sostener Vasija |
| 48 | Mano Libre | | | | | | | | | Voltear Vasija |
| 49 | Mano Libre | | | | | | | | | Agitar Vasija |
| 50 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Tomar Alimento |
| 51 | Sostener Vasija | | | | | | | | | Colocar Alimento sobre la Tabla |
| 52 | Dejar Vasija sobre la mesa | | | | | | | | | Mano Libre |
| 53 | Mano Libre | | | | | | | | | Mano Libre |
| 54 | Tomar cuchillo | | | | | | | | | Mano Libre |
| 55 | Traer cuchillo | | | | | | | | | Abre la llave |
| 56 | Sostener cuchillo bajo la Llave | | | | | | | | | Mano Libre |
| 57 | Pasar Cuchillo a la otra mano | | | | | | | | | Mano Libre |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | Mano Libre | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Tomar cuchillo de la otra mano |
| 59 | Cerrar Llave | ● | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 60 | Mano Libre | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Agitar Cuchillo |
| 61 | Apoyar Alimento sobre la Tabla | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Cortar Alimento |
| 62 | Mover Alimento cortado | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener cuchillo |
| 63 | Mover Alimento a cortar | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener cuchillo |
| 64 | Juntar alimento cortado | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Juntar alimento cortado con el cuchillo |
| 65 | Agarrar alimento cortado | ● | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener el alimento con el cuchillo |
| 66 | Pasar el alimento a Vasija | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Pasar alimento a Vasija |
| 67 | Tomar tapa de la Vasija | ● | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 68 | Poner tapa a Vasija | ● | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 69 | Apartar Vasija tapada de la tabla | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Soltar cuchillo |
| 70 | Mano Libre | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Tomar Vasija 4 (Grande) de Alimento de la Canasta |
| 71 | Mano Libre | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Poner Vasija 4 en la mesa |
| 72 | Apoyar Vasija 4 contra la Mesa | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Quitar Tapa Vasija 4 |
| 73 | Sostener Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Poner Tapa de Vasija dentro de Canasta |
| 74 | Sostener Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Tomar Alimento de la Vasija 4 |
| 75 | Sostener Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Poner Alimento sobre la Mesa |
| 76 | Sostener Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Tomar Alimento de la Vasija 4 |
| 77 | Voltear Vasija vacia | ● | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener el Alimento de la Vasija 4 |
| 78 | Poner Vasija 4 en la Mesa | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Poner Alimento sobre la Tabla |
| 79 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Tomar cuchillo de la Mesa |
| 80 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Cortar Alimento |
| 81 | Sujetar Alimento | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 82 | Poner Alimento en el Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 4 |
| 83 | Acercar Alimento al cuchillo | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 84 | Acerca la Vasija 4 a la Tabla | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 85 | Sujetar Alimento | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 86 | Poner Alimento en el Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 4 |
| 87 | Sujetar Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Soltar cuchillo |
| 88 | Sujetar Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Tomar Tapa de la Vasija 4 de la Canasta |
| 89 | Sujetar Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ○ | → | ▢ | ▽ | Traer Tapa de la Canasta |
| 90 | Sujetar Vasija 4 | ○ | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Poner Tapa a la Vasija 4 |
| 91 | Presionar Tapa | ● | → | ▢ | ▽ | ● | → | ▢ | ▽ | Presionar Tapa |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------------------------|
| 92 | Apartar Vasija tapada de la tabla | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar la Vasija 5 de la Canasta |
| 93 | Sostener Vasija 5 | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Levantar Tapa de Vasija |
| 94 | Sostener Vasija 5 | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Dejar Tapa sobre la mesa |
| 95 | Voltear Vasija 5 | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar Cuchillo |
| 96 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Cortar Alimento |
| 97 | Sujetar Alimento | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 98 | Poner Alimento en el Vasija 5 | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 5 |
| 99 | Acercar Alimento de la Tabla | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 100 | Sujetar Vasija 5 | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Soltar cuchillo |
| 101 | Sujetar Vasija 5 | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar Tapa de la Vasija 5 de la Mesa |
| 102 | Sujetar Vasija 5 | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Poner Tapa a la Vasija 5 |
| 103 | Poner Vasija Tapada en la Mesa | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Poner Vasija Tapada en la Mesa |
| 104 | Mano Libre | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar Vasija 6 de la Canasta |
| 105 | Mano Libre | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Poner Vasija 10 en la Canasta |
| 106 | Mano Libre | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar Vasija 9 de la Mesa |
| 107 | Mano Libre | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Poner Vasija 9 en la canasta |
| 108 | Tomar Vasija 8 de la Mesa | ● | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Mano Libre |
| 109 | Poner Vasija 8 en la Canasta | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Mano Libre |
| 110 | Tomar Vasija 7 de la Mesa | ● | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Mano Libre |
| 111 | Pasar Vasija 7 a la otra mano | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar Vasija 7 de la otra mano |
| 112 | Tomar Vasija 6 de la Mesa | ● | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Poner Vasija 7 en la Canasta |
| 113 | Pasar Vasija 6 a la otra mano | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Tomar Vasija 6 de la otra mano |
| 114 | Tomar Vasija 5 de la Mesa | ● | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Mano Libre |
| 115 | Poner Vasija 5 en la Canasta | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Mano Libre |
| 116 | Tomar Vasija 3 de la Mesa | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Acomodar Vasijas en la Canasta |
| 117 | Poner Vasija 3 en la Canasta | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Acomodar Vasijas en la Canasta |
| 118 | Tomar Vasija 4 de la Mesa | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Acomodar Vasijas en la Canasta |
| 119 | Poner Vasija 4 en la Canasta | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Acomodar Vasijas en la Canasta |
| 120 | Sujetar la Tabla | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Sujeta la Tabla |
| 121 | Mueve la Tabla hacia la Llave | ○ | → | D | ▽ | ○ | → | D | ▽ | Mueve la Tabla hacia la Llave |
| 122 | Sujetar la Tabla | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Suelta la Tabla |
| 123 | Pone la Tabla en el Lavaplatos | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Abre la llave |
| 124 | Se lava la mano | ● | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Se lava la mano |
| 125 | Mano Libre | ○ | → | D | ▽ | ● | → | D | ▽ | Cierra la Llave |

Tabla 18. Análisis Diagrama Bimanual de Preparación Alimento - Método I

Tabla 19. Análisis Diagrama Bimanual de Preparación Alimento

Resuman Método 1

| Resumen Método I | | | |
|------------------|------------|------------|---|
| Método | Actual | | Análisis |
| | Izquierda | Derecha | |
| Operaciones | 41 | 67 | Los implementos en el área de trabajo no se encuentran a la mano. La actividad comienza por la derecha al tomar uno de los guantes, las operaciones se realizan en el medio en donde está el área para picar el alimento, y termina por la derecha cerrando la llave. Se observa que el operario tiene que realizar un recorrido para coger los guantes, limpiadores y cuchillos. Además debe agacharse para arrojar el papel sucio y húmedo. Además se debería disminuir la cantidad de operaciones con la mano derecha y los sostenimientos de la mano izquierda. |
| Desplazamientos | 26 | 19 | |
| Descanso | 22 | 17 | |
| Sostenimientos | 36 | 22 | |
| TOTALES | 125 | 125 | |

Tabla 20. Resumen Diagrama Bimanual - Método I

Bosquejo Método 2

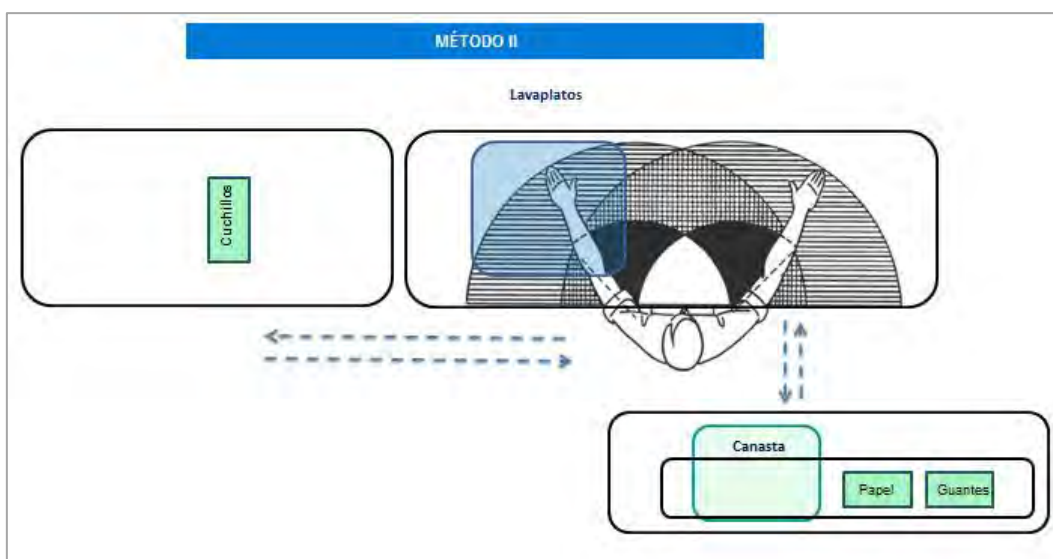


Ilustración 18. Diagrama Bimanual de Actividad: Preparación alimento - Método II

DIAGRAMA BIMANUAL - MÉTODO II

| | Descripción de la mano Izquierda | | | | Descripción de la mano Derecha | | | | | |
|----|----------------------------------|---|---|---|--------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Mano Libre | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | □ | ▽ | Mano Libre |
| 2 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Toma guante |
| 3 | Recibe guante de la otra mano | ● | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Pasa guante a la otra mano |
| 4 | Sostiene guante | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Toma guante |
| 5 | Poner guante mano derecha | ● | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 6 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Poner guante mano izquierda |
| 7 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Tomar Vasija 4 (Grande) de Alimento de la Canasta |
| 8 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | □ | ▽ | Sostiene Vasija Grande |
| 9 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Poner Vasija 4 en la mesa |
| 10 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 11 | Coger Tabla | ● | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | □ | ▽ | Sostener Tabla |
| 12 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Abrir Llave |
| 13 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Restregar Tablar |
| 14 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Girar Tabla |
| 15 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Restregar Tablar |
| 16 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Cerrar Llave |
| 17 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 18 | Agitar Tabla | ● | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 19 | Poner Tabla sobre Mesa | ● | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 20 | Apoyar Vasija 4 contra la Mesa | ● | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Quitar Tapa Vasija 4 |
| 21 | Sostener Vasija 4 | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Poner Tapa de Vasija sobre Mesa |
| 22 | Sostener Vasija 4 | ○ | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Arrumar Alimento contra esquina Vasija |
| 23 | Soltar Vasija | ● | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | □ | ▽ | Sostener Vasija |
| 24 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Voltear Vasija |
| 25 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Agitar Vasija |
| 26 | Tomar Vasija 4 | ● | ⇨ | □ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Poner Alimento sobre la Tabla |
| 27 | Dejar Vasija 4 en la Mesa | ● | ⇨ | □ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Soltar Alimento |
| 28 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 29 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | □ | ▽ | Tomar cuchillo |
| 30 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Traer cuchillo |

| | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Cortar Alimento |
| 32 | Sujetar Alimento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 33 | Poner Alimento en el Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 4 |
| 34 | Acercar Alimento al cuchillo | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 35 | Acercar la Vasija 4 a la Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 36 | Sujetar Alimento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 37 | Poner Alimento en el Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 4 |
| 38 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Soltar cuchillo |
| 39 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Tapa de la Vasija 4 de la Canasta |
| 40 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Traer Tapa de la Canasta |
| 41 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner Tapa a la Vasija 4 |
| 42 | Presionar Tapa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Presionar Tapa |
| 43 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Mano Libre |
| 44 | Toma vasija 1 de Canasta | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Mano Libre |
| 45 | Pone Vasija en Mesa Cubil | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Mano Libre |
| 46 | Toma vasija 2 de Canasta | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Mano Libre |
| 47 | Pasa Vasija 2 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Recibe Vasija 2 |
| 48 | Toma Vasija 3 de Canasta | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pone Vasija 2 Mesa Cubil |
| 49 | Pasa Vasija 3 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Recibe Vasija 3 |
| 50 | Toma Vasija 4 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pone Vasija 3 sobre Vasija 2 |
| 51 | Sostener Vasijas | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Vasijas |
| 52 | Poner Vasijas Apiladas en Mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner Vasijas Apliadas en Mesa |
| 53 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar la Vasija 5 del Apilamiento |
| 54 | Sostener Vasija 5 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Levantar Tapa de Vasija |
| 55 | Sostener Vasija 5 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Dejar Tapa sobre la mesa |
| 56 | Soltar Vasija | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Vasija |
| 57 | Sostener Vasija | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Arrumar Alimento contra esquina Vasija |
| 58 | Sostener Vasija | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Soltar Vasija |
| 59 | Voltear Vasija | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Mano Libre |
| 60 | Agitar Vasija | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Mano Libre |
| 61 | Tomar Alimento | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Vasija |
| 62 | Colocar Alimento sobre la Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Vasija |
| 63 | Mano Libre | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Dejar Vasija en Mesa |

| | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------------------------|
| 64 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Cuchillo |
| 65 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Cortar Alimento |
| 66 | Sujetar Alimento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 67 | Poner Alimento en el Vasija 5 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 5 |
| 68 | Acercar Alimento de la Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 69 | Sujetar Vasija 5 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Soltar cuchillo |
| 70 | Sujetar Vasija 5 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Tapa de la Vasija 5 de la Mesa |
| 71 | Sujetar Vasija 5 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner Tapa a la Vasija 5 |
| 72 | Poner Vasija Tapada en la Mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner Vasija Tapada en la Mesa |
| 73 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Vasija 4 del Apilamiento |
| 74 | Toma apilamiento 1 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Toma Apilamiento 1 |
| 75 | Sostiene Apilamiento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostiene Apilamiento |
| 76 | Pone Apilamiento en Canasta | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pone Apilamiento en Canasta |
| 77 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | Mano Libre |
| 78 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Limpiador |
| 79 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Traer Limpiador |
| 80 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Tabla |
| 81 | Alzar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Mesa |
| 82 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Tabla |
| 83 | Soltar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Enrollar Limpiador |
| 84 | Enrollar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Enrollar Limpiador |
| 85 | Soltar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Botar Limpiador a la Basura |
| 86 | Toma apilamiento 1 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Toma Apilamiento 1 |
| 87 | Sostiene Apilamiento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostiene Apilamiento |
| 88 | Pone Apilamiento en Canasta | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pone Apilamiento en Canasta |
| 89 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Tomar Vasija Grande |
| 90 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostiene Vasija Grande |
| 91 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pone Vasija Grande en Canasta |
| 92 | Sujetar la Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sujeta la Tabla |
| 93 | Mueve la Tabla hacia la Llave | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Mueve la Tabla hacia la Llave |
| 94 | Sujetar la Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Suelta la Tabla |
| 95 | Pone la Tabla en el Lavaplatos | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Abre la llave |
| 96 | Se lava la mano | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Se lava la mano |
| 97 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Cierra la Llave |

Tabla 21. Análisis Diagrama Bimanual de Preparación Alimento - Método II

| Resumen | | | |
|-----------------|-----------|-----------|---|
| Método | Actual | | Análisis |
| | Izquierda | Derecha | |
| Operaciones | 40 | 59 | Los implementos en el área de trabajo no se encuentran a la mano. La actividad comienza por la derecha al tomar uno de los guantes, las operaciones se realizan en el medio en donde está el área para picar el alimento, y termina por la derecha cerrando la llave. Se observa que el operario tiene que realizar un recorrido para coger los guantes, limpiadores y cuchillos. Además debe agacharse para arrojar el papel sucio y húmedo. Además se debería disminuir la cantidad de operaciones con la mano derecha y los sostenimientos de la mano izquierda. |
| Desplazamientos | 5 | 7 | |
| Descanso | 25 | 14 | |
| Sostenimientos | 27 | 17 | |
| TOTALES | 97 | 97 | |

Tabla 22. Resumen Diagrama Bimanual - Método II

Diagrama de Recorrido

Este diagrama se realizó con el fin de reducir el recorrido total que debe realizar un trabajador en el momento de realizar la actividad de alimentación de los acuarios y lagos. Para llevar a cabo este, se hizo un plano a escala del Acuario del Zoológico de Cali, el cual contiene no sólo la zona de Exhibición sino también las de manejo tanto de agua dulce como de marinos, así como también los lagos de carpas grande y pequeño. Por medio del uso de un odómetro, dispositivo que indica la distancia recorrida, se pudo cuantificar aproximadamente la distancia que una persona recorre entre los diferentes lugares del Acuario, es decir, entre acuarios internos de marinos y agua dulce, cocineta, nevera y lagos. Se debe tener en cuenta que esta actividad no incluye alimentación del Acuario "Pirarucú" identificado con la letra D en el plano, esto debido a que su alimentación requiere de más tiempo y de unas condiciones especiales. Más adelante será analizado individualmente esta actividad.

Para registrar el método en que se realiza la alimentación de los peces, se hizo una serie de visitas al Acuario en el horario en que está programada dicha actividad, la cual se inicia en las horas de la mañana entre 9:00 y 9:30 am, justo cuando el Zoológico abre sus puertas al público. Se podría pensar que los

trabajadores realizan un sólo recorrido, el más corto, dado que trabajan en dicha zona toda la jornada de trabajo y conocen bien cual es dicho recorrido, sin embargo, se pudo registrar mediante observación y registros en videos, que los trabajadores inician esta actividad no siempre desde el mismo acuario, ni llevan consigo durante el recorrido todas las vasijas con alimento en todas las ocasiones, lo cual da como resultado recorridos extras, asimismo existen varios modos de llegar a un lugar, pero no tienen la misma distancia. Esto puede que no afecte la eficacia de la actividad, pues finalmente, lo que se pretende es dar de comer a los animales en exhibición y sin importar el recorrido, esto se cumple. No obstante, es ineficiente recorrer mayores distancias y consumir más tiempo, a pesar de que estos sean cortos.

Debido a que no es factible económicamente, plantear un cambio de distribución de las instalaciones del Acuario y así facilitar el acceso a Zona de Manejo de Marinos y de Tanques de reserva, ni tampoco que el alimento destinado a la exhibición de Acuario sea depositada por la cocina del Zoológico en el Acuario mismo sino que se deja en la cocineta del Aviario, esto por operaciones propias en cocina, que son las acciones que genera una mayor distancia recorrida, la propuesta de mejora está encaminada en reducir distancias, recorriendo una misma ruta, iniciando y finalizando, en la medida de lo posible en un mismo lugar. Esto ultimo como aclaración dado que se debe tener en cuenta que pueden ocurrir cosas que hagan variar esta actividad en su recorrido como llamadas al trabajador por parte del jefe u otra unidad del Zoológico por intercomunicadores inalámbricos o por alguna emergencia que se presente en la exhibición.

A continuación, se presenta un resumen del método, el diagrama de proceso de alimentación y el plano del Acuario con el respectivo recorrido. Se debe tener en cuenta que cada operación en el diagrama va acompañada del mismo símbolo en el plano.

Método Actual

Luego del corte de alimento en cocineta, se meten las vasijas con alimento pertenecientes a acuarios de agua dulce y marinos, y se hace el recorrido dentro de la zona de manejo de agua dulce, cuando se termina este, se pasa por nevera y se toma un alimento especial peces pequeños ubicados en nevera y se procede a alimentar los acuarios pertinentes dentro de esta zona de manejo y luego se introduce este alimento a la cesta y se dirige a zona de marinos donde se termina el proceso de alimentación para los acuarios. Luego se retorna a la cocineta de la zona de manejo de agua dulce y se deja las vasijas, y tomar el alimento concentrado para alimentación de lagos, además se almacena en nevera las sobras de alimento dado hasta ese momento. Finalmente se retorna a guardar la vasija del alimento concentrado en su sitio.

Diagrama de Recorrido

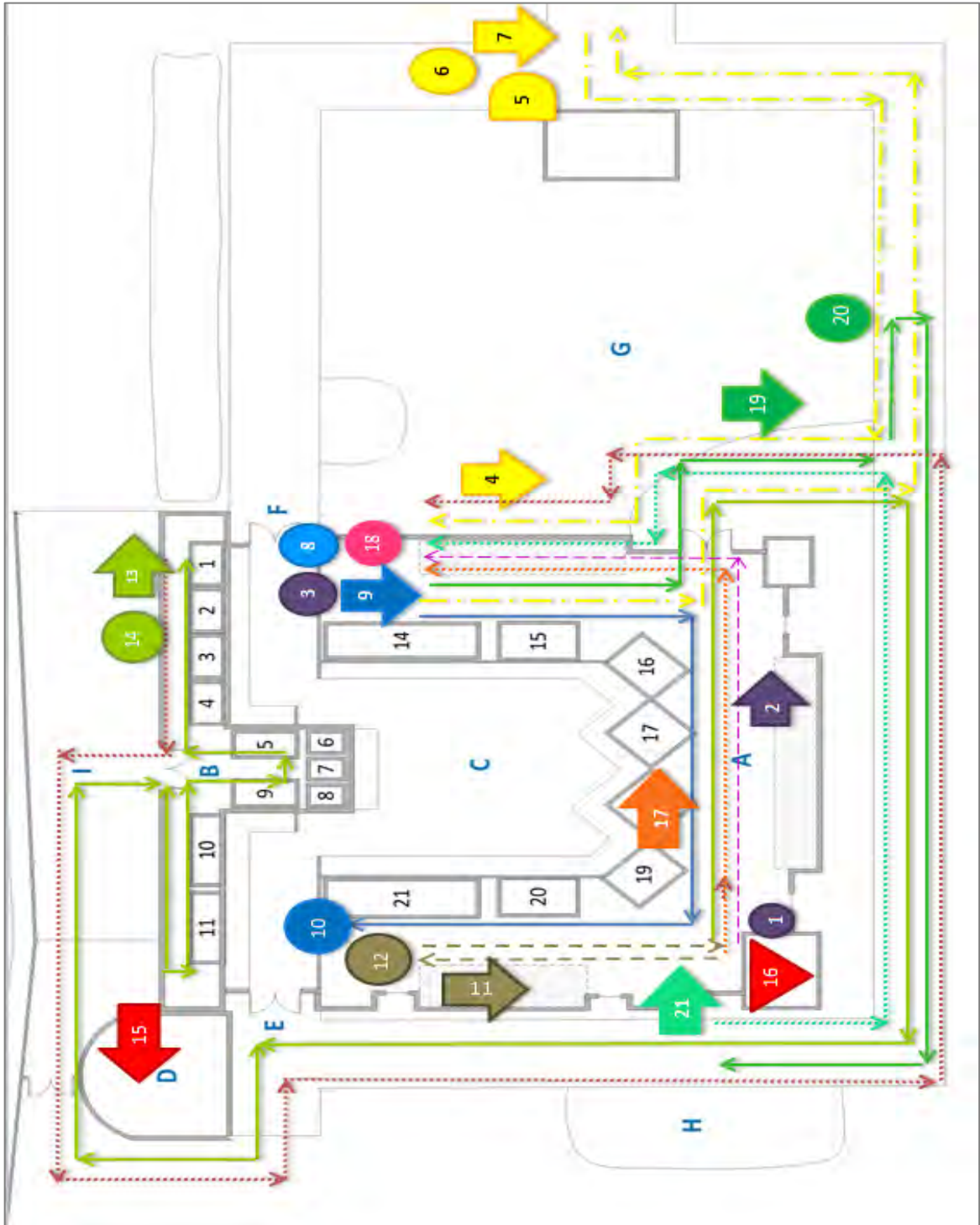


Ilustración 19. Diagrama de Recorrido de Actividad Alimentación peces - Método actual

Diagrama de proceso

| | Descripción del Método Actual | Operación | Inspección | Transporte | Demora | Almacenaje | Distancia (m) |
|----|---|-----------|------------|------------|--------|------------|---------------|
| | | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 1 | Tomar juego 1 de vasijas de la nevera | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 2 | Llevar vasijas a cocineta | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 21.05 |
| 3 | Lavar vasijas juego 1 | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 4 | Transportar vasijas juego 1 (vacías) a Cocineta Aviario | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 96.19 |
| 5 | Esperar la apertura de la Cocineta | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 6 | Dejar juego 1 vasijas y Recoger juego 2 | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 7 | Transportar vasijas juego 2 (con comida) a Acuario | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 98.59 |
| 8 | Preparar Alimento | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 9 | Hacer recorrido para Alimentación Acuarios Agua Dulce | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 28.8 |
| 10 | Dar Alimento a cada Acuario | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 11 | Hacer recorrido para tomar alimento para peces pequeños | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 15.5 |
| 12 | Dar Alimento a Acuario 21 | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 13 | Hacer recorrido para Alimentación Acuarios Marinos | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 129.55 |
| 14 | Dar Alimento a cada Acuario | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 15 | Transportar vasijas con sobrantes a Nevera | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 84.1 |
| 16 | Almacenar vasijas con sobrantes | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 17 | Transportar vasijas vacías a cocineta | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 22.6 |
| 18 | Obtener porción con vasija 3 de Alimento Concentrado | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 19 | Realizar recorrido para alimentar Lagos | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 47.1 |
| 20 | Alimentar peces Lagos Grande y Pequeño | ● | ➡ | □ | D | ▽ | |
| 21 | Transportar vasija 3 a Cocineta | ○ | ➡ | □ | D | ▽ | 32.5 |

Tabla 23. Diagrama de proceso Alimentación - Método Actual

| Resumen | | | |
|----------------|---------|----------|-----------|
| Método | Símbolo | Cantidad | Distancia |
| Operaciones | ○ | 9 | 575.98 |
| Transporte | ➔ | 9 | |
| Inspección | □ | 0 | |
| Demora | D | 1 | |
| Almacenamiento | ▽ | 1 | |

Tabla 24. Resumen Diagrama de Procesos - Método Actual

Diagrama hombre máquina

En un principio, se pretendió realizar el estudio correspondiente para los subprocesos relacionados con la manipulación de los filtros de cada zona en el Acuario. Se inició entonces con el que duraba más tiempo e implicaba un mayor número de máquinas de este tipo manejadas simultáneamente en un solo subproceso: Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad.

Teniendo como referencia, el protocolo actualizado (obtenido con la realización del primer objetivo del proyecto) con el correspondiente diagrama de flujo de los procedimientos implicados y el video grabado como ayuda para desarrollar la anterior documentación, se procedió a observar de manera detallada los pasos y los tiempos para llevar a cabo cada uno de estos teniendo muy en cuenta los momentos en que se encontraban en funcionamiento simultáneo el hombre y la máquina, para poder mostrar los tiempos ociosos en los que se incurría por parte de alguno de los dos implicados (operario-máquina) y al final tener un orden procedimental de funcionamiento u operación activa tanto de hombre como de máquina para hacer un resumen de tiempos de inactividad, de trabajo y de ciclo total del proceso de cada uno. A partir de este se logró realizar un balance entre los porcentajes de utilización de cada uno de estos recursos (humano y máquina) para proponer una alternativa que tratara de reducir los tiempos de inactividad y aumentara la eficiencia del proceso.

Sin embargo, la disminución del tiempo promedio de realización de los procedimientos implicados en este subproceso, fue relativamente pequeño, sólo se redujo en 8 segundos para ser precisos, por lo que no se tomó este estudio como un buen criterio para la mejora del mismo. Esto quiere decir que realmente, a nivel operativo, la secuencia utilizada actualmente para llevar a cabo los pasos pertinentes para el funcionamiento de este subproceso es eficiente, por lo cual, no

se realizó el estudio para los siguientes subprocesos seleccionados para realizar el estudio de Diagrama Hombre-Máquina (Retrolavado filtros zona de manejo agua dulce, retrolavado filtros lago carpas grande, retrolavado filtros Pirarucú).

| | |
|--|---------------------------------------|
| | Proceso para ambos filtros seguidos |
| | Esperas del Trabajador |
| | Proceso de Filtro 2 |
| | Proceso de Filtro 1 |
| | Proceso Máquina simultáneo de Filtros |

Tabla 25. Leyendas para facilitar lectura Diagrama Hombre - Máquina

| GRÁFICA TRABAJADOR- MÁQUINA | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| PERSONA | | MÁQUINA | | Proceso simultaneo | Tiempo total máquina |
| EMPLEADO | Tiempo (sg) | FILTROS BIODIVERSIDAD | Tiempo (sg) | | |
| Apagar motores del filtro 2 y filtro 1 | 5 | | | | |
| Ubicar palanca de las bombonas 1 en Backwash, 2 en Closed y 3 en Recirculate (del filtro 2) y para Filtro 1 ubicar palanca de la bombonas 1 en Backwash y la 2 en Closed | 25 | | | | 30 |
| Prender los motores desde Breakers de Filtro 2 | 4 | | | | 4 |
| Esperar hasta que el agua salga más clara y sin tanta turbidez | 150 | | | | |
| Prender motores desde Breakers de Filtro 1 | 3 | | | | 198 |
| Esperar hasta que el agua del filtro 1 salga más clara y sin tanta turbidez | 45 | | | | |
| Apagar Breaker de filtro | 3 | | | | 11 |
| | | Retrolavado bombona 3 Filtro 2 | 198 | | |
| | | Backwash bombona 1 Filtro 1 | | 91 | |

| | | | | | |
|--|----|-----------------------------------|-----|----|-----|
| 2 | | 1 Filtro 1 | | | |
| Ubicar palanca de bombona 1 - Filtro 2 en Rinse (Enjuague) | 5 | | | | |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | | | |
| Esperar Rinse de b1 - F2 | 35 | | | | |
| Apagar Filtro 1 desde breaker | 3 | | | | |
| Ubicar palanca de bombona 1 en Enjuague (Rinse) | 4 | Rinse bombona 1 Filtro 2 | 47 | | 47 |
| Prender Breaker de Filtro 1 desde Breaker | 4 | | | | |
| Esperar | 1 | | | | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | | | | |
| Ubicar palanca de bombona 1 en Closed y palanca de bombona 2 en Backwash | 20 | Rinse bombona 1 Filtro 1 | | 43 | 25 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | | | |
| Esperar | 17 | | | | |
| Apagar Filtro 1 desde breaker | 2 | | | | |
| Ubicar palanca de bombona 1 en Filter (Filtrado) del Filtro 1 | 7 | Recirculate bombona 2 Filtro 1 de | 135 | | 135 |
| Prender Filtro 1 desde | 4 | | | | |

| | | | | |
|---|-----|-----------------------------|-----|-----|
| breaker | | | | |
| Esperar | 105 | | | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 5 | | | |
| Ubicar palanca de bombona 1 Filtro 2 en Closed y bombona 2 en Backwash | 7 | | | |
| Prender Filtro 2 desde breaker | 3 | | | |
| Esperar | 53 | Rinse bombona 2 filtro 2 | 53 | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | | | |
| Ubicar palanca de bombona 2 en Rinse | 12 | | | |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | | |
| Esperar Backwash bombona 3 - F2 | 100 | Backwash bombona 3 Filtro 2 | 100 | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 1 | | | |
| Ubicar palanca de bombona 2 en Closed y la bombona 3 en Backwash (Filtro 2) | 3 | | | |
| Prender filtro 2 desde breaker | 2 | | | |
| Esperar Rinse bombona 3 - F2 | 60 | Rinse bombona 3 Filtro 2 | 60 | |
| Apagar Filtro 2 desde | 2 | | | |
| | | | | |
| | | | | 15 |
| | | | | 53 |
| | | | | 17 |
| | | | | 100 |
| | | | | 6 |
| | | | | 60 |
| | | | | 30 |

| | | | | |
|---|------------|--|-----------|------------|
| Breaker | | | | |
| Ubicar palancas de bombona 3 en Rinse | 25 | | | |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | | | |
| Ubicar palancas de las 3 bombonas en Filter | 32 | | | 37 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | | |
| | | Filtrado de las 3 bombonas durante todo el día | Resto día | |
| Tiempo total tarea | 768 | | | 768 |

Tabla 26. Diagrama Hombre - Máquina de Actividad: Retrolavado filtros lago Biodiversidad

| RESUMEN | | |
|---------------------------|-----------------|------------------------------|
| | EMPLEADO | FILTROS BIODIVERSIDAD |
| Tiempo de Inactividad | 566 | 30 |
| Tiempo de Trabajo | 202 | 738 |
| Tiempo total de ciclo | 768 | 768 |
| Porcentaje de utilización | 26% | 96% |

Tabla 27. Resumen Diagrama Hombre - Máquina Retrolavado filtros lago Biodiversidad - Método actual

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla anterior, se observa un % de utilización para el trabajador de 23% con respecto al de la máquina que es de un 96%, pero este se debe por supuesto a los tiempos de inactividad del hombre que son en su totalidad, tiempos de espera mientras las máquinas realizan su proceso de limpieza del agua, por lo que él debe estar pendiente de la calidad del agua (color) al salir por la tubería correspondiente a cada Filtro.

Evaluación de los proceso

Una vez definido y analizado los procesos, se debe definir criterios que permitan seguir y medir el dinamismo del proceso y mejora constante de los resultados.

Para esto se hace uso de los indicadores de resultado, los cuales están relacionados con las acciones (procesos, subprocesos, procedimientos, etc.), que permiten medir la eficacia de las acciones realizadas y, de esta forma, lograr los objetivos asignados a estas acciones. Se debe tener en cuenta que primero se buscará por medio de estos, medir la eficacia de las acciones, para luego buscar la eficiencia, sin perder la eficacia pero mejorando el uso de los recursos necesarios para realizar dichas acciones.

Para el establecimiento de los indicadores, se tomó en cuenta:

- Las necesidades propias del Acuario.
- Las exigencias que el Acuario se fija a sí mismo (estas en función de cumplir con las expectativas de los visitantes)

Se elaboró una ficha descriptiva por cada indicador elaborado, la cual contiene:

- **Responsable del indicador:** persona encargada de recopilar la información que permite calcular el indicador. Esta persona también puede sugerir y poner en práctica acciones que permiten alcanzar el valor objetivo.
- **Método del cálculo:** los métodos propuestos buscan la fidelidad de los resultados en el tiempo. Esto con el fin de que permita observar la evolución del indicador y las proporciones en las que varía.
- **Valor Objetivo:** este es un valor que suele ser determinado por las buenas prácticas en el uso en el ámbito considerado. Conseguido mediante técnicas de *Benchmarking*.

Conviene hacer un resumen de estos indicadores (mensual, como mínimo) y comunicarla al jefe directo de los resultado.

| Ficha de Indicador | |
|---------------------------------|--|
| Objetivo | |
| Proceso o Subproceso | |
| Responsable de Indicador | |
| Indicador | |
| Valor Actual | |
| Valor Objetivo | |
| Comentario | |

Análisis de riesgos

Por las disposiciones establecidas en la Resolución 2400 de 1979, en las que se establecen los lineamientos sobre los que deben actuar tanto Empleadores como Trabajadores para asegurar el bienestar tanto físico como mental y social de los empleados en sus lugares de trabajo, se entrarán a analizar los posibles factores de riesgo que se encuentran en lo que respecta a las instalaciones manejadas por el personal encargado de las actividades operativas del Acuario del Zoológico de Cali.

Matriz de calificación de riesgos

Se debe tener en cuenta que los siguientes factores evaluados, deberían ser medidos por expertos en cada tema según el criterio de personas especializadas en uno de los siguientes riesgos a evaluar teniendo de esta manera, un grupo multidisciplinar cualificado para tal actividad, pero ya que no se cuenta con tales recursos ni humano ni de tiempo, se establecerá una puntuación de 1 a 10 para siendo 10 el más riesgoso, de acuerdo con el criterio de los encargados del Área de Acuario y de los autores del proyecto.

Para la realización de la matriz de riesgos, se tomará como referencia la NTC 4116, Norma Técnica Colombiana sobre Seguridad Industrial como Metodología para el Análisis de Tareas más críticas o que se ha observado que presentan mayor riesgo de generar Accidentes de Trabajo o Enfermedades Profesional. Dentro de esta Norma se establecen los siguientes pasos a seguir para finalmente mejorar los procesos o tareas pertinentes que necesiten un cambio con respecto la Seguridad de los trabajadores.

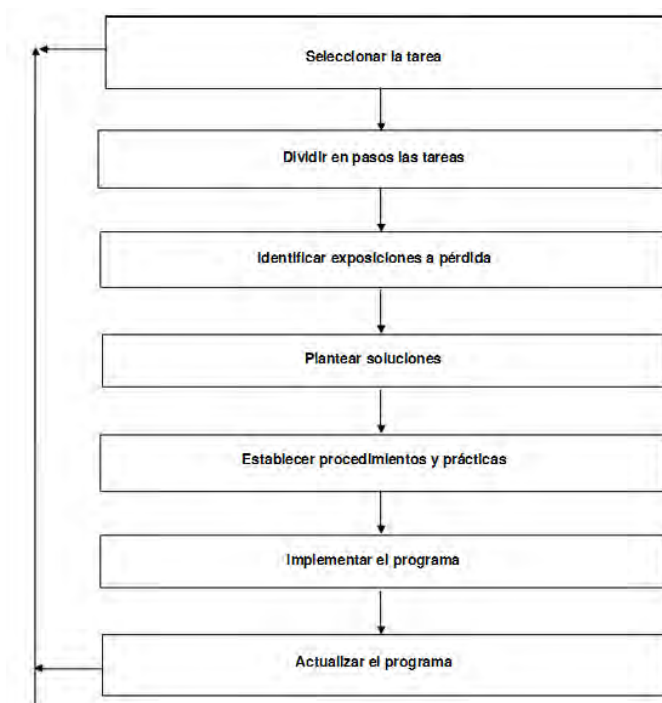


Ilustración 20. Metodología NTC 4116

De esta manera se realiza el inventario de tareas (establecido en el Análisis Funcional) y a partir de esta se observaron las que presentaban mayor potencialidad o mayor historial de pérdidas. El listado de tareas se muestra a

continuación y se resaltan las seleccionadas para evaluar paso a paso posteriormente (según su grado de criticidad). Se debe tener en cuenta que se inventarían las tareas y (se le dará un nombre hipotético a la ocupación de cada tarea) no las ocupaciones como indica la Norma ya que solo se cuenta con dos personas que se encargan de todos los procesos relacionados con el Mantenimiento y Abastecimiento del Acuario del Zoológico de Cali y ambos pueden llegar a realizarlas todas.

Inventario de Tareas:

| No. | TAREAS ENCARGADAS | OCUPACIÓN |
|-----|--|---|
| 1 | Retrolavado de Filtros Lago Carpas Grande | Encargado de Retrolavado de Filtros Lago Carpas Grande |
| 2 | Descompactación Arena Filtros Lago Carpas Grande | Encargado de Descompactación Arena Filtros Lago Carpas Grande |
| 3 | Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad (Lontras) | Encargado de Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad (Lontras) |
| 4 | Retrolavado de Filtros Pirarucú | Encargado de Retrolavado de Filtros Pirarucú |
| 5 | Retrolavado Filtros Zona de Manejo Agua Dulce | Encargado de Retrolavado Filtros Zona de Manejo Agua Dulce |
| 6 | Retrolavado Filtros Zona de Manejo de Marinos | Encargado de Retrolavado Filtros Zona de Manejo de Marinos |
| 7 | Mantenimiento bomba de succión y tubería Lago Carpas Pequeño | Encargado de Mantenimiento bomba de succión y tubería Lago Carpas Pequeño |
| 8 | Limpieza sistema filtración lago pequeño carpas | Encargado de Limpieza sistema filtración lago pequeño carpas |
| 9 | Mantenimiento Reactor contra algas (acuarios marinos) | Encargado de Mantenimiento Reactor contra algas (acuarios marinos) |
| 10 | Mantenimiento Zona de Cuarentena | Encargado de Mantenimiento Zona de Cuarentena |
| 11 | Preparación Alimento Cárnico | Encargado de Alimento Cárnico |
| 12 | Alimentación Peces | Encargado de Alimentación Peces |

| | | |
|----|--|---|
| 13 | Limpieza de Vidrios Parte Externa | Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Externa |
| 14 | Limpieza de Vidrios Parte Interna | Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna |
| 15 | Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú | Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú |
| 16 | Limpieza Pisos Zona de Exhibición | Encargado de Limpieza Pisos Zona de Exhibición |
| 17 | Limpieza Cocineta | Encargado de Limpieza Cocineta |
| 18 | Limpieza Baños | Encargado de Limpieza Baños |
| 19 | Limpieza General Zona de Manejo Marinos | Encargado de Limpieza General Zona de Manejo Marinos |
| 20 | Limpieza General Zona de Manejo Agua Dulce | Encargado de Limpieza General Zona de Manejo Agua Dulce |
| 21 | Recambios de Acuarios Agua Dulce | Encargado de Recambios de Acuarios Agua Dulce |
| 22 | Recambios de Acuarios Marinos | Encargado de Recambios de Acuarios Marinos |
| 23 | Recambio de Acuario de Pirarucú | Encargado de Recambio de Acuario de Pirarucú |
| 24 | Sifoneo de Lago Carpas Grande | Encargado de Sifoneo de Lago Carpas Grande |
| 25 | Sifoneo de Lago Biodiversidad | Encargado de Sifoneo de Lago Biodiversidad |
| 26 | Recolección Sobrenadantes en Lagos Carpas | Encargado de Recolección Sobrenadantes en Lagos Carpas |
| 27 | Prueba Físico Químicas Acuarios | Encargado de Prueba Físico Químicas Acuarios |

Tabla 28. Inventario de Tareas operativas en Acuario

Análisis de Tareas Críticas:

Entonces se realizará la matriz de Análisis de Tareas de Trabajo (Tareas Críticas), según el formato presentado por la NTC 4116 para las siguientes ocupaciones (Tareas):

- Encargado de Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad (Lontras)
- Encargado de Retrolavado de Filtros Pirarucú
- Encargado de Limpieza sistema filtración lago pequeño carpas
- Encargado de Alimento Cárnico
- Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú
- Encargado de Recambio de Acuario de Pirarucú (incluido en Retrolavado de Filtros Pirarucú).

Se selecciona según los siguientes criterios para evaluar cada tarea:

Gravedad: este parámetro hace referencia al nivel de peligrosidad al que puede estar sometido el personal en cuestión en la tarea observada. “Gravedad o costos de las pérdidas que hayan ocurrido o que puedan ocurrir si se ejecuta en forma incorrecta la tarea”¹²

Probabilidad: se refiere a la posibilidad de que el personal implicado pueda sufrir un accidente de trabajo (consecuencia) debido al riesgo evaluado. “Probabilidad de que se produzca una pérdida cada vez que se ejecute la tarea”.¹³

Repetitividad: este criterio está relacionado con la frecuencia en que se realiza la tarea la cual puede ser generadora del riesgo evaluado. “Repetitividad o número de veces que la persona ejecuta la tarea”.¹⁴

| Valor | Gravedad | |
|-------|--|--|
| | Lesión personal | Daño a la propiedad, materiales, equipos o ambiente |
| 0 | Sin lesión o enfermedad | Pérdidas inferiores a \$ 1.000.000,00 |
| 2 | Lesión o enfermedad leve, sin incapacidad | Daños a la propiedad que no conlleven a una interrupción del proceso o a una pérdida de otro tipo desde \$ 1.000.000,00* a \$ 50.000.000,00* |
| 4 | Lesión o enfermedad con incapacidad temporal, no permanente | Daño a la propiedad con interrupción o una pérdida de otro tipo de más de \$ 50.000.000,00* pero que no exceda \$ 100.000.000,00* |
| 5 | Incapacidad permanente, muerte o pérdida de una parte del cuerpo | Pérdidas que excedan \$ 100.000.000,00* |

Tabla 29. Valoración para la Gravedad de la pérdida en la Tarea

¹² NTC 4116. P 6

¹³ Bid

¹⁴ Bid

| Valor | Probabilidad |
|-------|---|
| -1 | Menor que la probabilidad promedio de pérdida (*) |
| 0 | Probabilidad promedio de pérdida (*) |
| +1 | Mayor que la probabilidad promedio de pérdida (*) |

Tabla 30. Valoraciones para la Probabilidad ocurrencia de la pérdida

| Número de personas (que realizan la tarea) | Número de veces en que se ejecuta la tarea por cada persona | | |
|---|---|----------------------|---------------------|
| | Menos de una vez por día | Algunas veces al día | Muchas veces al día |
| Pocas | 1 | 1 | 2 |
| Número moderado | 1 | 2 | 3 |
| Muchas | 2 | 3 | 3 |

Tabla 31. Valores para la Repetitividad de la tarea

Los rangos para los que se establece la puntuación total de la matriz y su interpretación se muestran en la siguiente tabla:

| Valor C.T | Clasificación de la tarea |
|-----------|---------------------------|
| 8-10 | Muy crítica |
| 4-7 | Crítica |
| 0-3 | No crítica |

Tabla 32. Clasificación de Tareas como críticas o no críticas

En las siguientes tablas se muestran las calificaciones para cada tarea de las instalaciones del Acuario con relación a los criterios señalados anteriormente y el resultado de la ponderación de estos tres (Críticidad de la Tarea CT) para los cuales se estableció la interpretación de su nivel de riesgo con tonalidades de amarillo, siendo el más claro el crítico y el más oscuro los pasos más críticos o riesgosos los cuales necesitarían una corrección o corrección inmediata según como se muestra en la Tabla.



**Análisis de tareas de trabajo
inventario de las tareas críticas**

OCUPACIÓN:

Encargado de
Retrolavado de Filtros
Lago Biodiversidad

INVENTARIO:

1

DEPARTAMENTO:
O: (Proceso)

Mantenimiento y Manejo de
Maquinaria

EVALUACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS


| No. | PASOS | Exposiciones a Pérdidas | Gravedad [G] | Probabilidad [P] | Repetitividad [R] | CT |
|-----|--|-------------------------------------|--------------|------------------|-------------------|----|
| 1 | Abrir zona de manejo de filtros de Biodiversidad. | No existe | 0 | -1 | 1 | 0 |
| 2 | Apagar motores del filtro 2. | Riesgo Eléctrico Riesgo locativo | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 3 | Ubicar palanca de bombonas en posición correspondiente para retrolavado de cada una. | Riesgo Mecánico Riesgo biológico | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 4 | Prender motores del filtro 2 | Riesgo Eléctrico Riesgo locativo | 5 | 1 | 2 | 10 |
| 5 | Esperar hasta que se observe que el agua que sale por el tubo correspondiente se vea más clara y limpia (menos sedimentaciones). | No existe | 0 | -1 | 2 | 0 |
| 6 | Apagar motores del filtro 2. | Riesgo Eléctrico Riesgo locativo | 5 | 0 | 2 | 0 |

Elaborado

Aprobado por:

| | | |
|---------------|--|--|
| por: | | |
| Revisado por: | | |


Tabla 33. Calificación para Tarea crítica Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad

|  <p>Zoológico de Cali</p> | <p>Análisis de tareas de trabajo inventario de las tareas críticas <i>Encargado de</i> OCUPACIÓN: <i>Retrolavado de Filtros Pirarucú</i></p> | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|
| | <p>INVENTARIO: 2</p> <p>DEPARTAMENTO: Mantenimiento y Manejo de Maquinaria (Proceso)</p> | | | | | |
| EVALUACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS | | | | | | |
| No. | PASOS | Exposiciones a Pérdidas | Gravedad [G] | Probabilidad [P] | Repetitividad [R] | CT |
| 1 | Apagar motores de las tres bombonas desde Cajas de Control | No existe | 0 | -1 | 1 | 0 |
| 2 | Apagar Bombonas de cada filtro desde Caja de control correspondiente | Riesgo Eléctrico | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | Ubicar palanca de los tres filtros en posición correspondiente (en cada una de las veces que se debe realizar) | Riesgo Mecánico Riesgo biológico | 1 | 1 | 2 | 2 |

| | | | | | | |
|----|--|--------------------------|---|----|---|---|
| 4 | Prender los motores en botón verde (siempre después de ubicar palancas en posición correspondiente) | Riesgo Eléctrico | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 5 | Esperar hasta que el agua salga más transparente observando el agua que sale por tubería que se dirige al rio (las veces necesarias después de prender los filtros). | No existe | 0 | -1 | 2 | 0 |
| 6 | Esperar a que el nivel del agua del acuario haya bajado máximo una baldosa del marco del acuario. | Riesto locativo | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 7 | Abrir llave de paso en esquina del Acuario y revisar que caiga agua al acuario. | Riesgo de caída (Altura) | 5 | 1 | 1 | 5 |
| 8 | Dejar manguera junto a Filtros de Pirarucú, abierta con flujo de agua cayendo en lago de Pirarucú. | Riesgo de caída (Altura) | 4 | 1 | 1 | 4 |
| 9 | Esperar a que llegue a la altura de la última baldosa superior del Marco del Acuario. | No existe | 0 | -1 | 1 | 0 |
| 10 | Apagar manguera y retirar del acuario. | No existe | 0 | -1 | 1 | 0 |


| | | | |
|----------------|---------------|---------------|--|
| Elaborado por: | | Aprobado por: | |
| | Revisado por: | | |

Tabla 34. Calificación para Tarea crítica Retrolavado de Filtros Pirarucú

|  | Análisis de tareas de trabajo inventario de las tareas críticas <i>Encargado de Limpieza sistema filtración lago pequeño carpas</i> | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------|------------------|-------------------|----|
| | OCUPACIÓN: INVENTARIO: 1 DEPARTAMENTO: Mantenimiento y Manejo de Maquinaria (Proceso) | | | | | |
| EVALUACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS | | | | | | |
| No. | PASOS | Exposiciones a Pérdidas | Gravedad [G] | Probabilidad [P] | Repetitividad [R] | CT |
| 1 | Destapar el tanque | Mecánico | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | Sacar tubos en los compartimentos y material filtrante (guata, mayas, canastas de biobolas) y dejar en el suelo | Biológico | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | Lavar biobolas con manguera | Biomecánico | 4 | 1 | 2 | 8 |
| 4 | Ubicar canastillas en el mismo orden en que estaban inicialmente | Mecánico | 0 | -1 | 1 | 0 |
| 5 | Abrir tanque desde tapa blanca en la parte inferior para desague de agua sucia y luego | No existe | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|----|---|----|
| | tapar | | | | | |
| 6 | Cortar guata limpia si la que está está muy vieja y en mal estado | Mecánico | 2 | -1 | 1 | -2 |
| 7 | Depositar guata vieja en bote de basura | No existe | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Dejar tubos y material filtrante en su lugar respectivo | Mecánico y Biomecánico | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | Dejar implementos utilizados en lugar correspondiente | No existe | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elaborado por: <input type="text"/> Revisado por: <input type="text"/> Aprobado por: <input type="text"/> | | | | | | |

Tabla 35. Calificación para Tarea crítica Limpieza Sistema Filtración Lago Pequeño Carpas



Análisis de tareas de trabajo
inventario de las tareas críticas

OCUPACIÓN: Encargado de Preparación de Alimento Cárnico

INVENTARIO: 1

DEPARTAMENTO: Alimentación


O: (Proceso): ón

EVALUACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS

| No. | PASOS | Exposiciones a Pérdidas | Gravedad [G] | Probabilidad [P] | Repetitividad [R] | CT |
|-----|-------|-------------------------|--------------|------------------|-------------------|----|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|---|---|---|---|
| 1 | Ir a Aviario por porciones de comida enviada por Cocina | Locativo Biológico | 2 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | Ponerse guantes, sacar tabla de cortar, cuchillo y recipientes con porciones de comida | No existe | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Ubicar utensilios sobre mesón de cocineta | No existe | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Cortar alimento con cuchillo | Mecánico | 4 | 1 | 2 | 8 |
| 5 | Guardar alimento en recipiente correspondiente para posterior distribución | No existe | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <p>Elaborado por: <input type="text"/></p> <p>Revisado por: <input type="text"/></p> <p>Aprobado por: <input type="text"/></p> | | | | | | |

Tabla 36. Calificación para Tarea crítica Preparación Alimento Cárnico

|  <p>Zoológico de Cali</p> | <p>Análisis de tareas de trabajo inventario de las tareas críticas</p> <p><i>Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú</i></p> <p>OCUPACIÓN:</p> <p>INVENTARIO: 1</p> <p>DEPARTAMENTO: Limpieza</p> <p>TO: (Proceso)</p> | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------|-------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | <p>EVALUACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>PASOS</th> <th>Exposiciones a Pérdidas</th> <th>Gravedad [G]</th> <th>Probabilidad [P]</th> <th>Repetitividad [R]</th> <th>CT</th> </tr> </thead> </table> | No. | PASOS | Exposiciones a Pérdidas | Gravedad [G] | Probabilidad [P] | Repetitividad [R] |
| No. | PASOS | Exposiciones a Pérdidas | Gravedad [G] | Probabilidad [P] | Repetitividad [R] | CT | |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|---|---|---|----|
| 1 | Revisar el vidrio desde abajo para observar manchas para limpiar | No existe | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Subir a parte superior del Acuario con limpiavidrios y nasa | Riesgo en Alturas | 5 | 1 | 2 | 10 |
| 3 | Desplazar el limpiavidrios sobre la superficie interna del vidrio de un lado al otro para quitar las manchas vistas al inicio | Riesgo en Alturas, Biomecánico | 4 | 1 | 2 | 8 |
| 4 | Recoger sobrenadantes del acuario con una nasa | Riesgo en Alturas y Biomecánico | 4 | 1 | 2 | 8 |
| 5 | Bajar del Acuario y observar si se obtuvo la limpieza requerida | Riesgo en Alturas | 5 | 1 | 2 | 10 |
| 6 | Lavar implementos utilizados para limpieza | No existe | 0 | 0 | 0 | |
| Elaborado por: <input type="text"/> Aprobado por: <input type="text"/> Revisado por: <input type="text"/> | | | | | | |

Tabla 37. Calificación para Tarea crítica Limpieza de Vidrios parte interna Pirarucú

Posteriormente, es necesario establecer criterios para la verificación de la eficiencia que consiste en encontrar las deficiencias en cada uno de los pasos de cada tarea para tratar de eliminarlas. Los **pasos** que en primera instancia se desean mejorar, son los que fueron calificados como “**Muy Críticos**” resaltados en Naranja, los cuales fueron:

1. Prender Motores del Filtro 2 (Encargado de Filtros Lago Biodiversidad)
2. Abrir llave de paso en esquina del Acuario y revisar que caiga agua al acuario (Encargado de Retrolavado de Filtros Pirarucú)
3. Dejar manguera junto a Filtros de Pirarucú, abierta con flujo de agua cayendo en lago de Pirarucú (Encargado de Retrolavado de Filtros Pirarucú)

4. Lavar biobolas con manguera (*Encargado de Limpieza sistema filtración lago pequeño carpas*)
5. Cortar alimento con cuchillo (*Encargado de Preparación de Alimento Cárnico*)
6. Subir a parte superior del Acuario con limpiavidrios y nasa (*Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú*)
7. Desplazar el limpiavidrios sobre la superficie interna del vidrio de un lado al otro para quitar las manchas vistas al inicio (*Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú*)
8. Recoger sobrenadantes del acuario con una nasa (*Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú*)
9. Bajar del Acuario y observar si se obtuvo la limpieza requerida (*Encargado de Limpieza de Vidrios Parte Interna - Acuario Pirarucú*)

Medición de Eficiencia en Tareas Críticas:

Para esto se plantean las siguientes **preguntas** como guía:

1. ¿Cuál es el propósito de esta etapa?
2. ¿Quién es la persona más calificada para hacerlo?
3. ¿Dónde sería el mejor lugar para hacerlo?
4. ¿Cuándo se debe hacer?
5. ¿Qué se requiere para hacerla mejor?
6. ¿Por qué es necesaria esta etapa?
7. ¿Cómo puede hacerse, integrando criterios de seguridad, calidad y producción?

| Pasos "Muy Críticos" | | | | | |
|----------------------|------------------------------|---|---|--|--|
| Pregunta No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Prender motores del filtro 2 | Dejar caer flujo de agua al lago después del recambio | Dejar caer flujo de agua al lago después del recambio | Descongestionar biobolas y material filtrante para paso del flujo de agua en lago de carpas pequeño | Porcionar el alimento para adecuarlo a las especificaciones de cada especie en Acuario |

| | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|
| 2 | Encargado Acuario | Encargado Acuario | Encargado Acuario | Encargado Acuario | Encargado Acuario |
| 3 | Espacio Abierto | A una altura mas baja que genere menor riesgo (por debajo de 1,5 m) Resolució n 3673 | A una altura mas baja que genere menor riesgo (por debajo de 1,5 m) Resolució n 3673 | Sobre una superficie a la altura de los codos o parte superior del cuerpo | El actual |
| 4 | Cada mañana | Dos días a la semana | Dos días a la semana | Dos veces al mes | Todos los días |
| 5 | Equipo de protección | Equipo de Protección | Equipo de Protección | Una mejor postura del operario, buscar un lugar mas cómodo | Equipo de protección |
| 6 | Para la limpieza del lago Biodiversidad | Para llenar tanque después de recambio | Para aligerar el llenado del tanque después de recambio | Porque es necesario un flujo normal de agua hacia el lago para que no se obstruya el nivel de agua | Porque es necesario cortar el alimento cárnico según el tamaño requerido para cada especie |

| | | | | | |
|---|--|--|--|-------------------------------------|--|
| 7 | <p>Usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas. Pértiga aislante, Guantes aislantes, banqueta aislante o alfombra aislante, Conexión equipotencial del mando manual del aparato de corte y plataforma de maniobras. Se colo-</p> | <p>Se puede instalar una manquera permanente en esa solución. Capacitación en nivel básico de trabajo en alturas (puede ser por el SENA).</p> <p>TRABAJO EN ALTURAS*</p> | <p>Usar casco de seguridad para protección contra caídas desde alturas, asegurar la escalera para mayor seguridad, alargar plataforma construida para que maximice el alcance del operario. Capacitación en nivel básico de trabajo en alturas.</p> <p>TRABAJO EN ALTURAS*</p> | <p>ANÁLISIS BIOMECÁNICO*</p> | <p>Utilizar guantes Ansell PowerFlex (o que tengan protección contra el corte, diseño ergonómico, y permita agarre firme frente a superficies secas o mojadas)</p> |
|---|--|--|--|-------------------------------------|--|

| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | carán letreros que indiquen, cuando proceda, que no pueden maniobrar se. | | | | |
|--|---|--|--|--|--|

Tabla 38. Análisis Eficiencia de Estudio de Pasos Críticos 1 al 5

| Pasos "Muy Críticos" | | | | |
|-----------------------------|--|---|--|--|
| Pregunta No. | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Subir a parte superior de acuario los implementos necesarios para la limpieza interna de vidrios | Limpiar parte interna de vidrio Pirarucú | Limpiar Acuario de Pirarucú de Sólidos suspendidos en la superficie del agua | Verificar que se haya limpiado el vidrio en los lugares requeridos |
| 2 | Encargado Acuario | Encargado Acuario | Encargado Acuario | Encargado Acuario |
| 3 | A una altura mas baja que genere menor riesgo (por | A una altura mas baja que genere menor riesgo (por debajo de | A una altura mas baja que genere menor riesgo (por debajo de | A una altura mas baja que genere menor |

| | | | | |
|----------|---|--|--|--|
| | debajo de 1,5 m) | 1,5 m) | 1,5 m) | riesgo (por debajo de 1,5 m) |
| 4 | 1 vez al mes | 1 vez al mes | 1 vez al mes | 1 vez al mes |
| 5 | Equipo de Protección contra posible caídas | Equipo de Protección contra posible caídas | Equipo de Protección contra posible caídas | Equipo de Protección contra posible caídas |
| 6 | Porque son necesarios los implementos de limpieza para llevar a cabo la tarea | Porque es necesario para proporcionar una buena calidad en la exhibición de los peces | Porque es necesario mantener limpia el agua para proporcionar una mejor calidad de agua a las especies contenidas en el Acuario | Porque se requiere verificar si la limpieza del vidrio se ha llevado a cabo de manera satisfactoria |
| 7 | Usar casco de seguridad para protección contra caídas desde alturas, asegurar la escalera para mayor seguridad. TRABAJO EN ALTURAS* | Usar casco de seguridad y alargar plataforma construida para que maximice el alcance del operario. TRABAJO EN ALTURAS* ANÁLISIS BIOMECÁNICO* | Usar casco de seguridad y alargar plataforma construida para que maximice el alcance del operario. TRABAJO EN ALTURAS* ANÁLISIS BIOMECÁNICO* | Usar casco de seguridad y alargar plataforma construida para que maximice el alcance del operario. TRABAJO EN ALTURAS* |

Tabla 39. Análisis Eficiencia de Estudio de Pasos Críticos 6 al 9

TRABAJO EN ALTURAS*

Para las recomendaciones relacionadas con el trabajo en alturas, los lineamientos para una clara argumentación de estas estarán regidos por la Resolución 3673 de 2008 por la cual se establece el Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas.

*“...la tarea de trabajo en alturas está considerada como de alto riesgo y conforme a las estadísticas nacionales, es la primera causa de accidentalidad y de muerte en el trabajo”.*¹⁵



Ilustración 21. Altura Acuario Pirarucú

Son considerados Trabajos en Alturas bajo riesgo todos los que se realizan por encima de 1,5 metros sobre un nivel inferior.

Dado que las tareas realizadas sobre el Acuario de Pirarucú están a una altura de 2,50 metros de altura sobre el suelo, se tendrán en cuenta los Requerimientos Mínimos para Prevención y Protección de Caídas dictadas por la resolución presente (Capítulo IV).

1. Es necesario documentar la existencia de sistemas implementados, construidos o destinados a eliminar o mitigar el riesgo de caída. Si se tiene, documentarlos y fundamentarlos en el Programa de Salud Ocupacional de esta Área.
2. Se deben establecer los procedimientos de prevención para llevar a cabo las actividades relacionadas de manera segura.
3. Se deben tener medidas de protección en el medio, aquellas actividades dirigidas a informar o demarcar la zona de peligro y evitar una caída de alturas o ser lesionado por objetos que caigan. Esto se realiza a través de la delimitación del área de trabajo con objetos de precaución (banderas, conos,

¹⁵ Resolución 3673

reatas, bandas) combinado de color negro y amarillo por ser de carácter permanente como en el caso de las barandas. También se debe señalar el área a través de avisos informativos, símbolos sobre que muestre que se están realizando trabajo en alturas y existe riesgo de caída. Además es importante contar con un Inspector de Seguridad, pero si tal vez no se tiene la posibilidad, se puede remplazar por ahora, por la ayuda del Avantel (walkie talkie o radio teléfono).

4. Además para este tipo de trabajo, ya que se cuenta con una plataforma construida en el presente año con barandas, se puede prescindir de las medidas pasivas de protección y optar por Medidas Activas de Protección que se trata de las que *“involucran la participación del trabajador, con el requisito de que este debe estar capacitado y entrenado en el uso de los elementos de protección personal, sistemas de trabajo en alturas y en los procedimientos operativos seguros de trabajo”*¹⁶ (necesaria capacitación en nivel básico para Trabajo en Alturas).

Estos elementos y equipos de protección deben ser verificados antes de ser usados para proporcionar un uso seguro al operario y deben tener una resistencia mayor a 5.000 libras.

5. Los elementos mínimos para proporcionar protección contra caídas desde alturas mayores a 1,5 metros son:
 1. Casco con resistencia y absorción ante impactos, contará con barbuquejo
 2. Gafas de seguridad que protejan a los ojos de impactos, rayos UV, deslumbramiento **(No necesarias gracias al domo que cubre)**
 3. Protección auditiva si es necesaria **(No necesaria)**
 4. Guantes antideslizantes, flexibles de alta resistencia a la abrasión.
 5. Botas antideslizantes **(Ya se tiene)**
 6. Ropa de trabajo, de acuerdo a los factores de riesgo y condiciones climáticas **(Ya se tiene, además se cuenta con un domo que cubre completamente la plataforma y el acuario).**

Con un objetivo preventivo contra caídas, es necesario tener en cuenta los lineamientos para este tipo de trabajo, lo cual busca verificar y controlar previamente todo lo relacionado para el trabajo en alturas. Al realizarlo, este

¹⁶ Resolución 3674. Capítulo IV, Requerimientos mínimos para prevención y protección de caídas. art 10 Requerimientos mínimos para medidas de prevención

debe ser verificado por el Jefe y una persona competente en el tema. Este debe contar con información general en la que se especifiquen: *nombre de trabajador (es), tipo de trabajo, fecha y hora de inicio y de terminación de la tarea; verificación de la afiliación vigente a la seguridad social; requisitos de trabajador (requerimientos de aptitud); descripción y procedimiento de la tarea; elementos de protección personal conforme a lo dispuesto en la presente resolución que establece el reglamento técnico para trabajo seguro en alturas; verificación de puntos de anclaje por persona; sistema de prevención de caídas, equipos, sistema de acceso para trabajo en alturas, herramientas a utilizar, observaciones y firmas de los trabajadores y del emisor.*

6. Para los sistemas de acceso, en este caso escaleras, deben garantizar la resistencia a las cargas y resistencia a la corrosión o desgaste por sustancias o elementos que deterioren su estructura. Inspeccionar antes de su uso por parte del usuario y mínimo cada año por una persona competente (si presenta fallas debe enviarse a reparar o remplazarse). Tener una hoja de vida en donde estén consignados los datos de fecha de fabricación, tiempo de vida útil. Además deben ser estables y seguras y acomodarlas debidamente de manera vertical.
7. La plataforma, ya que existe, debe cubrir la totalidad de la superficie de trabajo y contar con el sistema de barandas según lo establecido en la resolución.

ANÁLISIS BIOMECÁNICO*

“Evaluación de los 12 Principios de Ergonomía”

Gracias a la evaluación de los 12 principios de ergonomía, se puede llegar a establecer soluciones factibles y fáciles de medir sin entrar detalladamente a un estudio profundo de las condiciones biomecánicas del operario en una labor detallada sino a facilitar la observación de inapropiadas posiciones y condiciones del ambiente del puesto de trabajo en que se lleva a cabo una tarea.

Paso a evaluar: Descongestionar biobolas y material filtrante para paso del flujo de agua en lago de carpas pequeño.



Ilustración 22. Lavado de Biobolas

1. Trabajar en posturas neutras

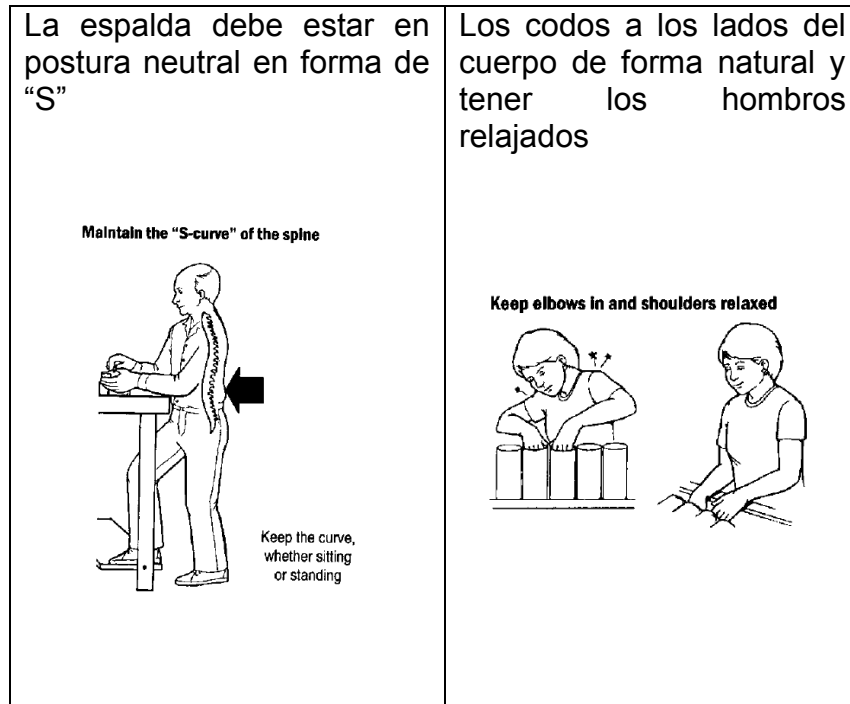


Ilustración 23. Principio 1 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Realiza el lavado de biobolas sobre una superficie alta que no sobrepase la altura de los codos en posición natural en donde se encuentre la columna en su posición natural, también los codos y los hombros.

2. Reducir fuerzas excesivas

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Utilizar canastillas con agarraderas para reducir el esfuerzo sobre la columna y brazos.

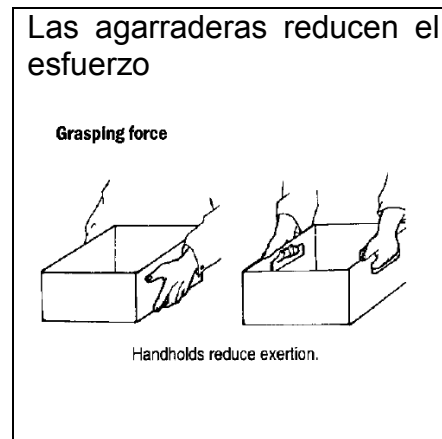


Ilustración 24. Principio 2 de 12

3. Mantener todos los objetos a fácil alcance

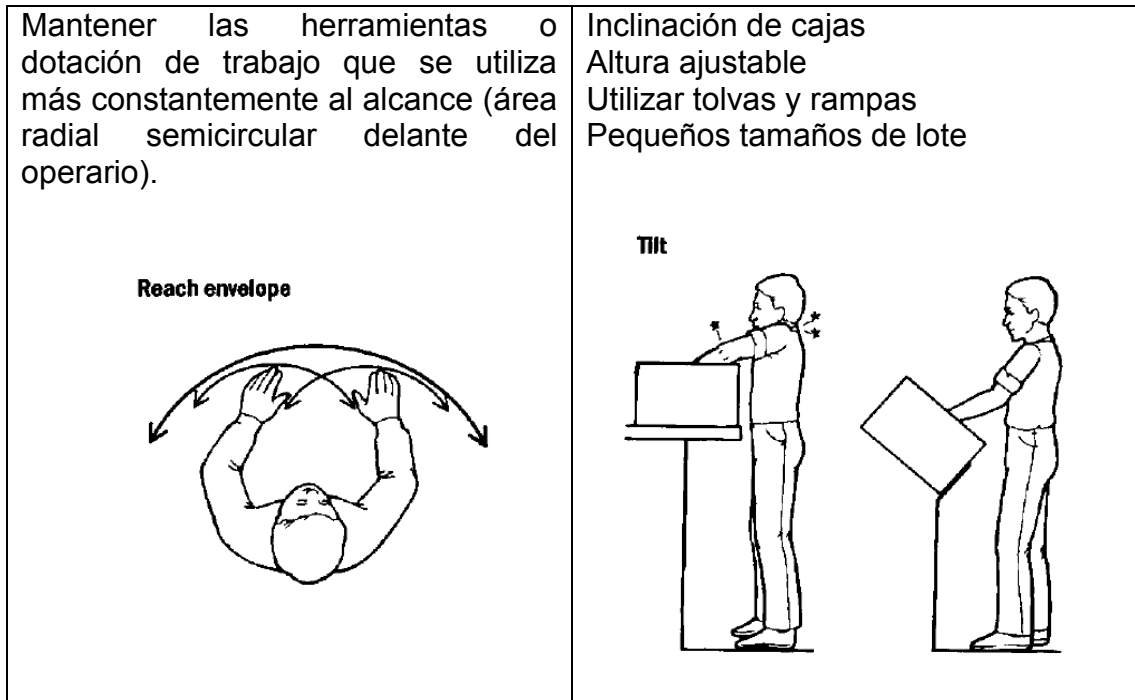


Ilustración 25. Principio 3 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Sería recomendable tener la manguera con que se lavan las canastas y biobolas en un lugar cercano al origen de la manguera para que, aunque se tiene sostenida todo el tiempo la canasta a lavar, no se incurra en un recorrido molesto hasta la zona de manejo de Marinos. En este lugar se podría tener una especie de plataforma (mesa adaptable) con una base inclinada (movible) cercana a la llave de paso del agua de la manguera tanto para evitar el recorrido como el gasto de agua que se produce mientras se llega hasta la llave para cerrarla.

4. Trabajar con alturas apropiadas

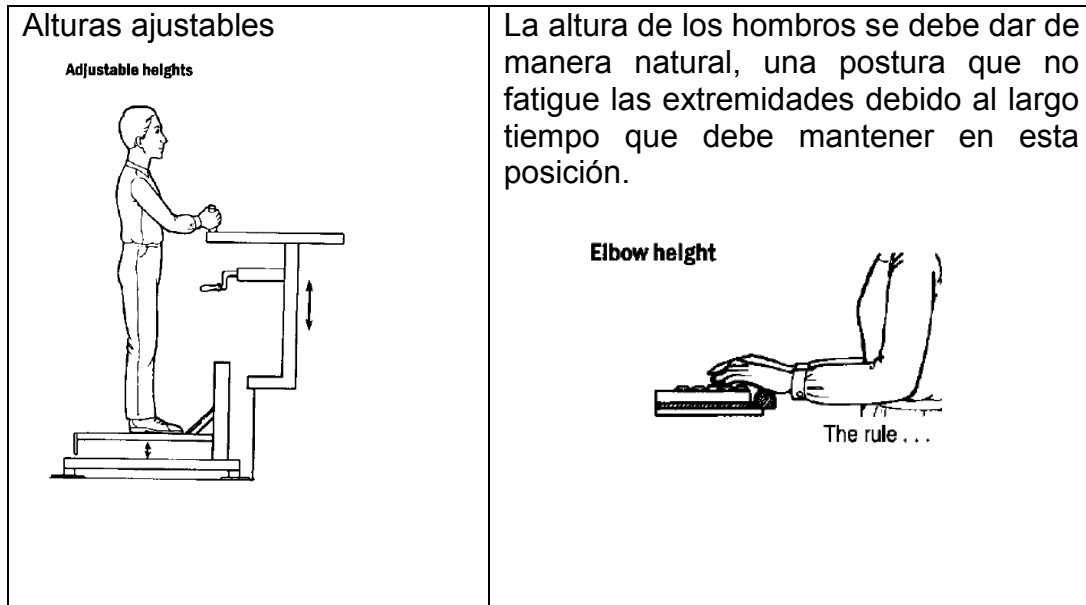


Ilustración 26. Principio 4 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

En vez de adaptar la altura del operario, se podría optar por buscar una mesa que tenga adaptación de su altura como se mencionó anteriormente para que permita acomodar la operación del lavado de biobolas dentro de las canastillas de modo tal que las extremidades superiores traten de posicionarse en un ángulo apropiado (aproximadamente 90°) y los hombros descansen de manera natural y se reduzca la fatiga y posibles problemas de espalda, columna, codos y muñecas.

5. Reducir movimientos excesivos

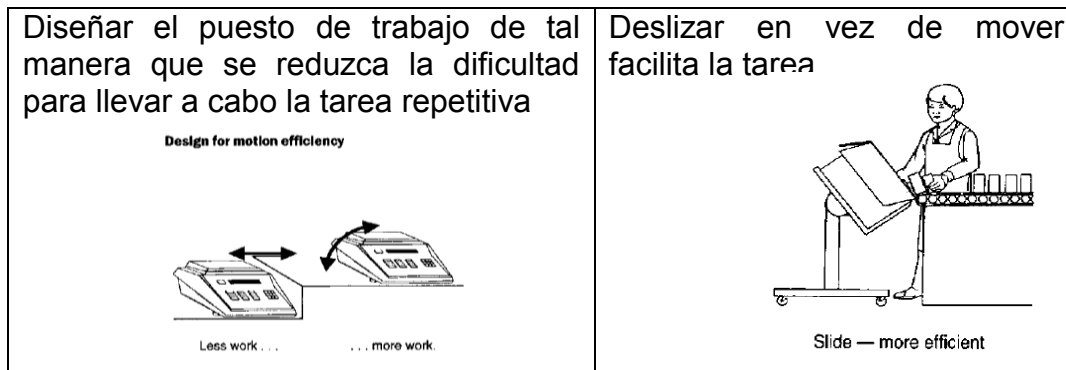


Ilustración 27. Principio 5 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Los movimientos repetitivos deben ser eliminados en lo posible y con la ayuda de un diseño que minimice el número de pasos al realizar la tarea se puede lograr de manera más eficiente. Una solución que se encuentre conexas con lo anteriormente mencionado y propuesto, sería que teniendo el balde utilizado para lavar las biobolas, se tenga una base para este también, que sea adaptable no solo su altura sino también con un ángulo de inclinación para permitir que al lavar se facilite el posicionamiento de las biobolas de nuevo en la canastilla.

6. Minimizar la fatiga y las cargas estáticas

Trabajando en posturas neutras se reduce la fatiga y parando ocasionalmente la postura reduce las cargas estáticas.

7. Eliminar puntos de presión

No aplica.

8. Proporcionar espacio libre

No aplica.

9. Movimiento, ejercicio y fuerzas

a. Hacer ejercicios de estiramiento ocasionales u optar por cambiar de posición algunas veces mientras se realiza la tarea, es necesario para disminuir la fatiga y el esfuerzo

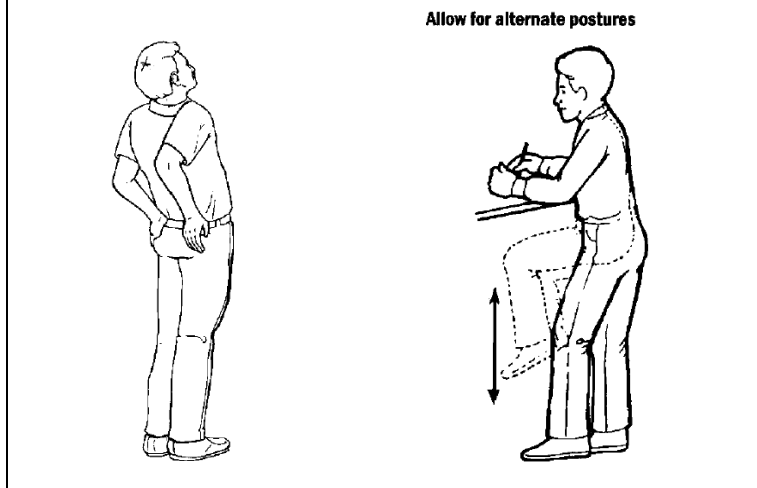


Ilustración 28. Principio 9 de 12

10. Mantener un ambiente confortable

No se tomará en cuenta ya que se realiza la tarea en un espacio abierto.

11. Mantener displays y controles comprensibles

No aplica.

12. Mejorar la organización del trabajo

Ya que el puesto de trabajo no tiene establecido un lugar específico, y se utilizan pocas herramientas para llevarla a cabo (una manguera y agua), no se aplicará este principio.

Paso a evaluar: Limpiar parte interna del vidrio y sólidos suspendidos en la superficie del agua de acuario Pirarucú.



Ilustración 29. Limpieza interna de Vidrios Acuario Pirarucú

1. Trabajar en posturas neutras

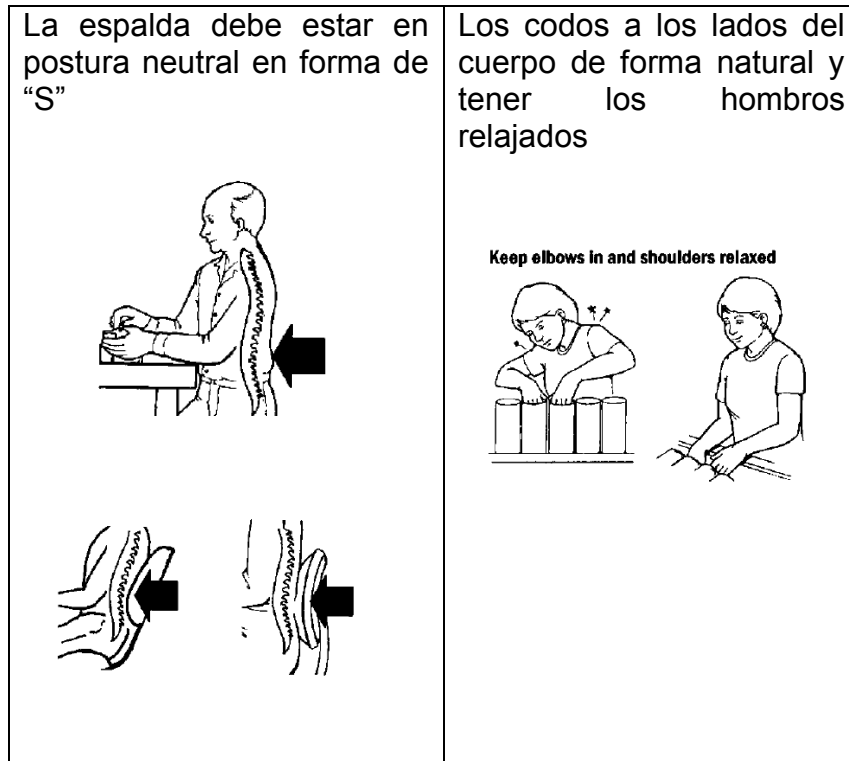


Ilustración 30. Principio 1 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Realiza la limpieza de vidrios sobre una superficie estable, en la que se pueda sentar o estar de pie debidamente según lo indica el anterior principio favoreciendo la posición de la columna, las extremidades superiores, codos y hombros.

2. Reducir fuerzas excesivas

Recomendaciones para el puesto de trabajo

a. Fijar el objeto con el que desea trabajar, deja libre las manos para reducir la dificultad en el esfuerzo de la tarea

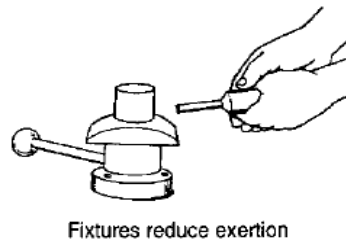


Ilustración 31. Principio 2 de 12

Este principio tal vez no se vea reflejado a simple vista, pero la dificultad que tiene el arrastrar un artefacto de limpieza (limpiavidrios) sobre la superficie del vidrio ya acarrea la generación de esfuerzo, y si adicionalmente no se tiene una posición de fácil acceso a esta tarea, se debe contar con un esfuerzo adicional por parte del operario para el agarre y aseguramiento de su cuerpo en el momento de hacer la labor.

Por lo tanto es recomendable la construcción de un lugar ideal en el que el encargado se sienta cómodo desempeñando la tarea como por ejemplo la adecuación o extensión de la plataforma no solo sobre el perímetro del acuario sino también sobre el área situada en el lugar requerido no solo para la limpieza de vidrios y sobrenadantes sino también para la alimentación de los peces.

3. Mantener todos los objetos a fácil alcance

Mantener las herramientas o dotación de trabajo que se utiliza más constantemente al alcance (área radial semicircular delante del operario).

Reach envelope

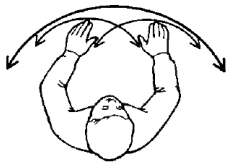


Ilustración 32. Principio 3 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Sería recomendable, ya que para la limpieza del vidrio el operario necesita desplazarse de lado a lado en el Acuario, que la plataforma sobre el perímetro de la parte de adelante del acuario fuera extendida para un mayor alcance para la persona de todos los rincones del vidrio, y aunque de todas maneras debe moverse de lado a lado, con un adecuado espacio, podría facilitársele el fácil alcance de la superficie a limpiar.

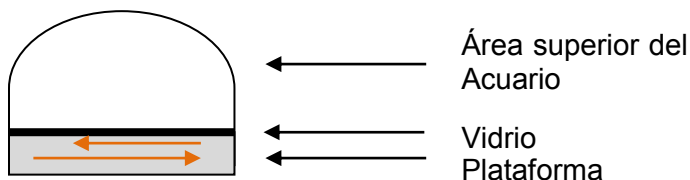


Ilustración 33. Vista superior Acuario Pirarucú

4. Trabajar con alturas apropiadas

No aplica.

5. Reducir movimientos excesivos

Aunque es aplicable el principio, en este caso no se puede modificar la naturaleza de la tarea la cual implica una repetitividad del movimiento para alcanzar el objetivo de la actividad llevada a cabo que es la limpieza del vidrio, para lo cual debe desplazarse repetidamente el limpiavidrios sobre la superficie interna del vidrio hasta quitar las manchas provocadas por la generación de algas u otros entes.

6. Minimizar la fatiga y las cargas estáticas

Trabajando en posturas neutras se reduce la fatiga y parando ocasionalmente la postura reduce las cargas estáticas y cambiando de postura ocasionalmente también.

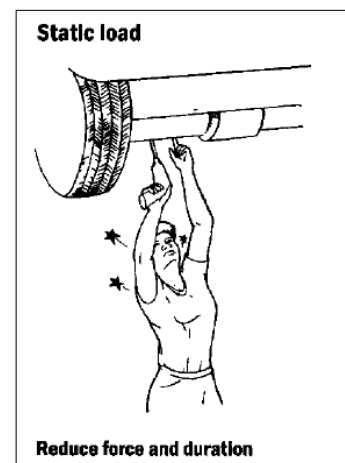


Ilustración 34. Principio 6 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Ya que uno de los factores que puede contribuir a disminuir las cargas estáticas es reducir la fuerza y la duración de la tarea que las genera, moviéndose por una plataforma que cubra la totalidad del frente del vidrio (sobre este), permitirá al encargado mayor posibilidad de movimientos con los cuales puede cambiar la duración de una sola postura y disminuir las cargas estáticas.

7. Eliminar puntos de presión

No aplica.

8. Proporcionar espacio libre

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Ya que el espacio dentro del cual se realiza la tarea en cuestión cuenta con un domo sobre el área superior del acuario, aunque esto proporciona las condiciones necesarias para la aclimatación del acuario cubierto, es necesario subir el nivel de este techo para proporcionar seguridad biomecánica y contra posibles caídas por un mal posicionamiento de la persona que realiza la tarea la cual se halla en una postura incómoda e insegura.

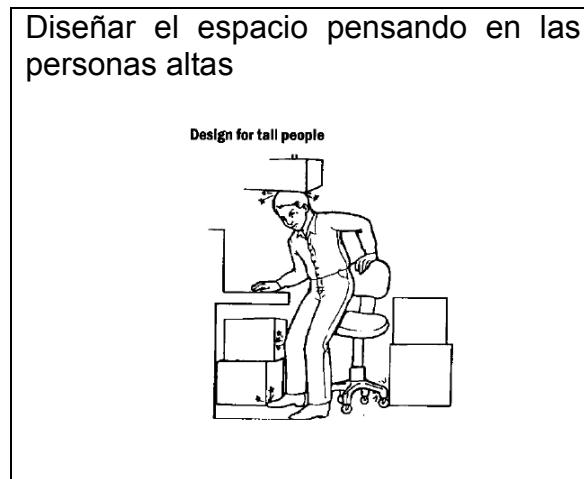
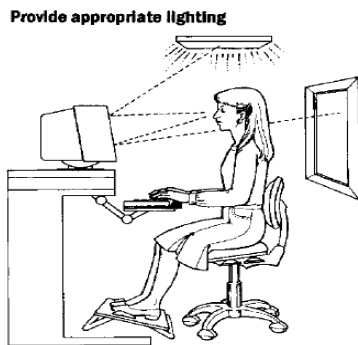


Ilustración 35. Principio 8 de 12

9. Movimiento, ejercicio y fuerzas

10. Mantener un ambiente confortable

a. La cantidad y la cualidad de la luz en el puesto de trabajo pueden llegar a mejorar u ocultar los detalles del trabajo



Evitar las temperaturas extremas

Avoid temperature extremes

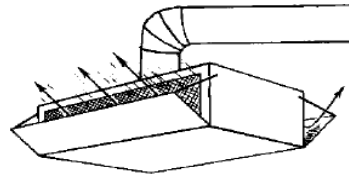


Ilustración 36. Principio 10 de 12

Recomendaciones para el puesto de trabajo

Al aumentar la altura del techo o domo del acuario, se verían reducidos problemas de iluminación y temperatura (debido a que el material plástico aumenta la temperatura del ambiente) dando mayor espacio para la entrada de luz natural y reduciendo la temperatura que se convierte en un factor molesto para el trabajo en esta ubicación.

11. Mantener displays y controles comprensibles

No aplica.

12. Mejorar la organización del trabajo

Ya que el puesto de trabajo no tiene establecido un lugar específico, y se utilizan pocas herramientas para llevarla a cabo y además estas son únicamente traídas al lugar de trabajo cuando son necesarias (limpiavidrios, nasa, recipientes de comida dependiendo de la actividad realizada), no se aplicará este principio.

Medición de Parámetros de Agua

Este subproceso consiste en evaluar las muestras de agua tomadas de cada acuario en exhibición y controlar si el sistema de filtración está funcionando adecuadamente y da las garantías necesarias para tener peces saludables en los acuarios. Estas mediciones se realizan una vez a la semana, mediante reactivos que miden las características físico-químicas del agua en el momento en que se hace dicha medición, actualmente se evalúan por acuario: el pH y los elementos nitrogenados como nitrito (NO₂), nitrato (NO₃) y amoníaco (NH₃). Luego de realizar las pruebas, se verifica si los resultados están dentro del rango establecido de acuerdo al tipo de parámetro, de no ser así lleva a cabo un plan de acción para estabilizarlo.

Con respecto a este subproceso se hace una propuesta de control estadístico del proceso mediante la observación y análisis de la variabilidad y el comportamiento de este subproceso a través del tiempo, lo cual es clave cuando si se quiere plantear mejoras a éste. El objetivo de la propuesta es que mediante el monitoreo del subproceso se pueda establecer planes de reducir las causas comunes y eliminación de las causas especiales. Para ello, primero deben ser identificadas dichas causas, a continuación se presenta una aproximación a cuales podrían ser unas de ellas, por supuesto, el personal encargado de realizar este control deberá aprobar estas y agregar aquellas que considere pertinentes.

Las variaciones inherentes al sistema y características del proceso, es decir, las causas comunes pueden ser:

- En el caso de variaciones de pH, la causa suele ser cambio en la calidad del agua del grifo, mientras que el aumento de los Nitrogenados se puede deber a una capacidad de filtración insuficiente, cambio brusco de temperatura o la presencia de cloro, cloramina u otro químico que haya dañado sensiblemente la comunidad de bacterias nitrificantes.

Por otro lado, causas especiales, es decir producidas por situaciones especiales que no están de manera permanente en el proceso pueden ser:

- El no funcionamiento del filtro a causa, por ejemplo, de un corte de energía de 2 ó 3 días.

El control estadístico planteado se realizará por medio de cartas de control, graficas que permiten observar la variabilidad y comportamiento de las variables

de salida que este caso son el pH y los elementos nitrogenados. Para su elaboración, se obtuvo por parte del jefe del Acuario, los resultados de las mediciones de parámetros físico-químicos realizadas a partir de Enero de 2012, las cuales corresponden al tiempo en que inicio el funcionamiento del nuevo sistema de filtración. Posteriormente, se eligió una carta de control para variables debido a que se trata de características de calidad de tipo continuo, que requiere de un tipo de medición. Asimismo entre este tipo de cartas, se optó por la carta de individuales dado que los resultados de las mediciones se obtienen por medio de una sola muestra, esto debido a que de tomarse varias muestras el resultado de dichas mediciones sólo diferirían por el error de medición, por tanto con una medición basta para obtener un resultado confiable.

El siguiente paso, fue proceder a estimar la media y la desviación estándar del estadístico correspondiente (dependiendo de la característica físico-química que se esté evaluando), que se grafica en la carta. Se calculan los límites de control, por medio de una ecuación establecida (ver marco teórico). Para esto se tomó en cuenta las especificaciones con las que se trabaja en el Acuario, que determinan si las variables continuas son de una o doble especificación.

Especificaciones del Acuario

| pH | | | |
|---|---|--------------------------|-----|
| Nivel Recomendado | | Frecuencia | |
| Agua Dulce | | 1 Medición por Semana | |
| Mín | 6 | Mín | 7.8 |
| Máx | 7 | Máx | 8.3 |
| Acción a Tomar | | | |
| En caso de descenso se recomiendan cambios parciales de agua. | | | |

Tabla 41. Especificación Acuario - parámetro pH

| Nitratos | | | |
|---------------------------|--------|--------------------------|--|
| Nivel Recomendado | | Frecuencia | |
| Mín | 10 ppm | 1 Medición por Semana | |
| Máx | 20 ppm | | |
| Acción a Tomar | | | |
| Cambios regulares de agua | | | |

Tabla 40. Especificación Acuario - parámetro Nitratos

| Nitritos | | | |
|--|---------|---------------------------|--|
| Nivel Recomendado | | Frecuencia | |
| Mín | 0 ppm | Mín 1 Medición por Semana | |
| Máx | 0.1 ppm | | |
| Acción a Tomar | | | |
| Cambios de agua abundante para evitar mortalidad | | | |

Tabla 42. Especificación Acuario - parámetro Nitritos

| Amoniac | | | |
|--|--|---------------------|--|
| Nivel Recomendado | | Frecuencia | |
| 0 ppm | | 3 Mediciones al Mes | |
| Acción a Tomar | | | |
| Cambios de agua abundante para evitar mortalidad | | | |

Tabla 43. Especificación Acuario - parámetro Amoniac

Como se puede ver en las especificaciones del Acuario, el pH y los nitratos son variables de doble especificación dado que permiten valores dentro de un rango, mientras que los nitritos y el amoniac son variables de una especificación puesto que su valor debe ser cero, estas son las variables del tipo “entre más pequeña mejor”.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por acuario, agrupados por el tipo parámetro evaluado. Cabe anotar que no se realizaron las cartas de control para nitratos dado que se poseían muy pocos datos, esto generado, a una insuficiencia del reactivo para su medición.

Cartas de Control - pH

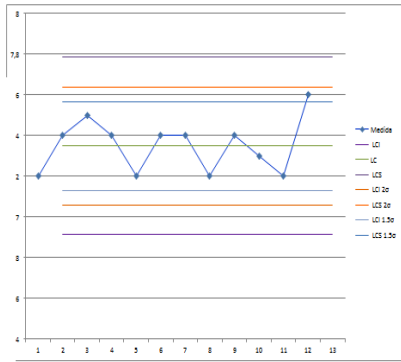


Ilustración 37. Cartas de Control pH - Acuarios 1 al 4

Acuario 5

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7.2 | | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 2 29/01/2012 | 7.4 | 0.2 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 3 12/02/2012 | 7.5 | 0.1 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 4 26/02/2012 | 7.4 | 0.1 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 5 04/03/2012 | 7.2 | 0.2 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 6 11/03/2012 | 7.4 | 0.2 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 7 19/03/2012 | 7.4 | 0 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 8 24/03/2012 | 7.2 | 0.2 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 9 01/04/2012 | 7.4 | 0.2 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 10 08/04/2012 | 7.3 | 0.1 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 11 15/04/2012 | 7.2 | 0.1 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |
| 12 22/04/2012 | 7.6 | 0.4 | 6.91 | 7.35 | 7.79 | 7.06 | 7.64 | 7.13 | 7.57 |

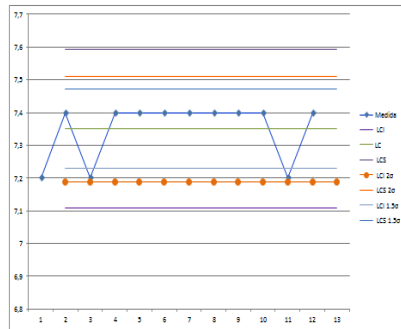
MEDIA 7.35
RANGO 0.16
DESVEST 0.13



Acuario 6

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7.2 | | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 2 29/01/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 3 12/02/2012 | 7.2 | 0.2 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 4 26/02/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 5 04/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 6 11/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 7 19/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 8 24/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 9 01/04/2012 | 7.4 | 0 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 10 08/04/2012 | 7.4 | 0 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 11 15/04/2012 | 7.2 | 0.2 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |
| 12 22/04/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.11 | 7.35 | 7.59 | 7.19 | 7.51 | 7.23 | 7.47 |

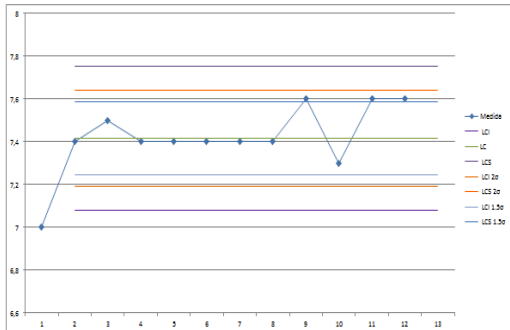
MEDIA 7.35
RANGO 0.09
DESVEST 0.09



Acuario 7

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7 | | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 2 29/01/2012 | 7.4 | 0.4 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 3 12/02/2012 | 7.5 | 0.1 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 4 26/02/2012 | 7.4 | 0.1 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 5 04/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 6 11/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 7 19/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 8 24/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 9 01/04/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 10 08/04/2012 | 7.3 | 0.3 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 11 15/04/2012 | 7.6 | 0.3 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |
| 12 22/04/2012 | 7.6 | 0 | 7.08 | 7.42 | 7.76 | 7.19 | 7.64 | 7.25 | 7.59 |

MEDIA 7.42
RANGO 0.13
DESVEST 0.16



Acuario 8

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7.6 | | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 2 29/01/2012 | 7.8 | 0.2 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 3 12/02/2012 | 7.7 | 0.1 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 4 26/02/2012 | 7.6 | 0.1 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 5 04/03/2012 | 7.4 | 0.2 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 6 11/03/2012 | 7.4 | 0 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 7 19/03/2012 | 7.6 | 0.2 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 8 24/03/2012 | 7.2 | 0.4 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 9 01/04/2012 | 7.4 | 0.2 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 10 08/04/2012 | 7.2 | 0.2 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 11 15/04/2012 | 7.6 | 0.4 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |
| 12 22/04/2012 | 7.5 | 0.1 | 6.99 | 7.50 | 8.01 | 7.16 | 7.84 | 7.25 | 7.75 |

MEDIA 7.50
RANGO 0.19
DESVEST 0.19

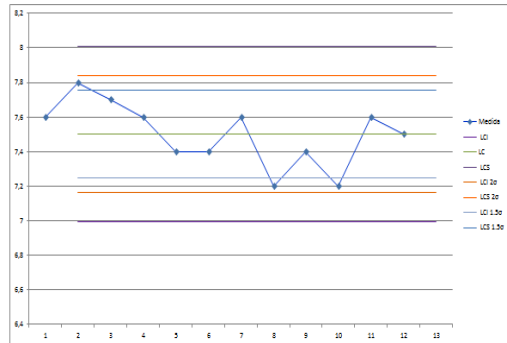
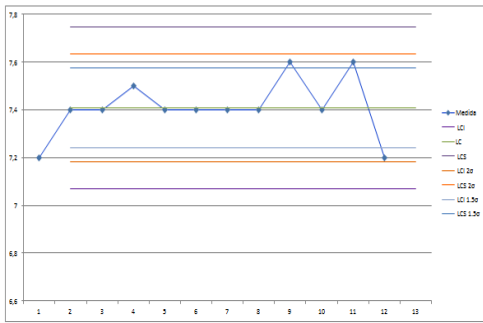


Ilustración 38. Cartas de Control pH - Acuarios 5 al 8

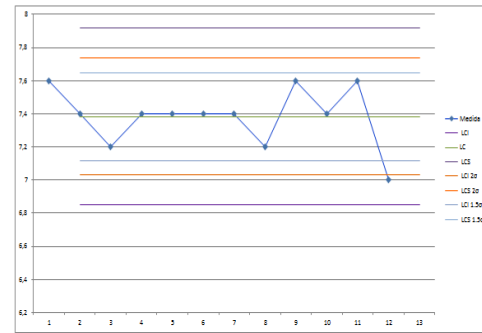
Acuario 9

| Acuario 9 | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ | MEDIA | RANGO | DESVEST |
|-----------|------------|-------------|-----|------|--------|--------|----------|----------|-------|-------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 7,2 | | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 7,41 |
| 2 | 29/01/2012 | 7,4 | 0,2 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,13 |
| 3 | 12/02/2012 | 7,4 | 0 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 4 | 26/02/2012 | 7,5 | 0,1 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,13 |
| 5 | 04/03/2012 | 7,4 | 0,1 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 6 | 11/03/2012 | 7,4 | 0 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 7 | 19/03/2012 | 7,4 | 0 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 8 | 24/03/2012 | 7,4 | 0 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 9 | 01/04/2012 | 7,6 | 0,2 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 10 | 08/04/2012 | 7,4 | 0,2 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 11 | 15/04/2012 | 7,6 | 0,2 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |
| 12 | 22/04/2012 | 7,2 | 0,4 | 7,07 | 7,41 | 7,75 | 7,18 | 7,63 | 7,24 | 7,58 | 0,12 |



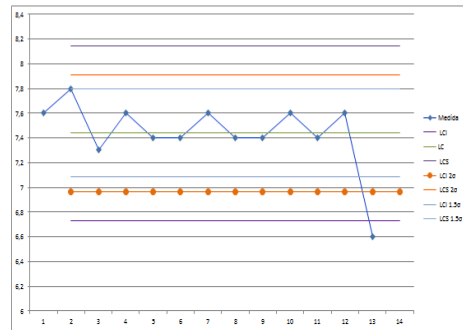
Acuario 10

| Acuario 10 | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ | MEDIA | RANGO | DESVEST |
|------------|------------|-------------|-----|------|--------|--------|----------|----------|-------|-------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 7,6 | | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 7,38 |
| 2 | 29/01/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,20 |
| 3 | 12/02/2012 | 7,2 | 0,2 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 4 | 26/02/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 5 | 04/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 6 | 11/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 7 | 19/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 8 | 24/03/2012 | 7,2 | 0,2 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 9 | 01/04/2012 | 7,6 | 0,4 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 10 | 08/04/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 11 | 15/04/2012 | 7,6 | 0,2 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |
| 12 | 22/04/2012 | 7 | 0,6 | 6,85 | 7,38 | 7,92 | 7,03 | 7,74 | 7,12 | 7,65 | 0,18 |



Acuario 11

| Acuario 11 | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ | MEDIA | RANGO | DESVEST |
|------------|------------|-------------|-----|------|--------|--------|----------|----------|-------|-------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 7,6 | | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 7,44 |
| 2 | 29/01/2012 | 7,8 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,27 |
| 3 | 12/02/2012 | 7,3 | 0,5 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 4 | 26/02/2012 | 7,6 | 0,3 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 5 | 04/03/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 6 | 11/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 7 | 18/03/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 8 | 19/03/2012 | 7,6 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 9 | 24/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 10 | 01/04/2012 | 7,6 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 11 | 08/04/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 12 | 15/04/2012 | 7,6 | 0,2 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |
| 13 | 22/04/2012 | 6,6 | 1 | 6,73 | 7,44 | 8,15 | 6,97 | 7,91 | 7,08 | 7,79 | 0,29 |



Acuario 12

| Acuario 12 | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ | MEDIA | RANGO | DESVEST |
|------------|------------|-------------|-----|------|--------|--------|----------|----------|-------|-------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | | | |
| 1 | 29/01/2012 | 7,4 | | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 7,27 |
| 2 | 05/02/2012 | 7,5 | 0,1 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,27 |
| 3 | 12/02/2012 | 7,4 | 0,1 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,27 |
| 4 | 26/02/2012 | 7,2 | 0,2 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |
| 5 | 11/03/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |
| 6 | 18/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |
| 7 | 24/03/2012 | 7,4 | 0 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |
| 8 | 01/04/2012 | 7,6 | 0,2 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |
| 9 | 08/04/2012 | 7,4 | 0,2 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |
| 10 | 15/04/2012 | 6 | 1,4 | 6,56 | 7,27 | 7,98 | 6,80 | 7,74 | 6,92 | 7,62 | 0,46 |

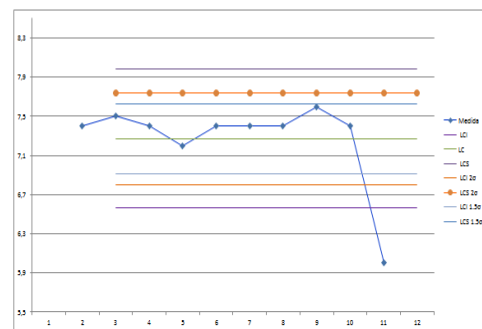


Ilustración 39. Cartas de Control pH - Acuarios 9 al 12

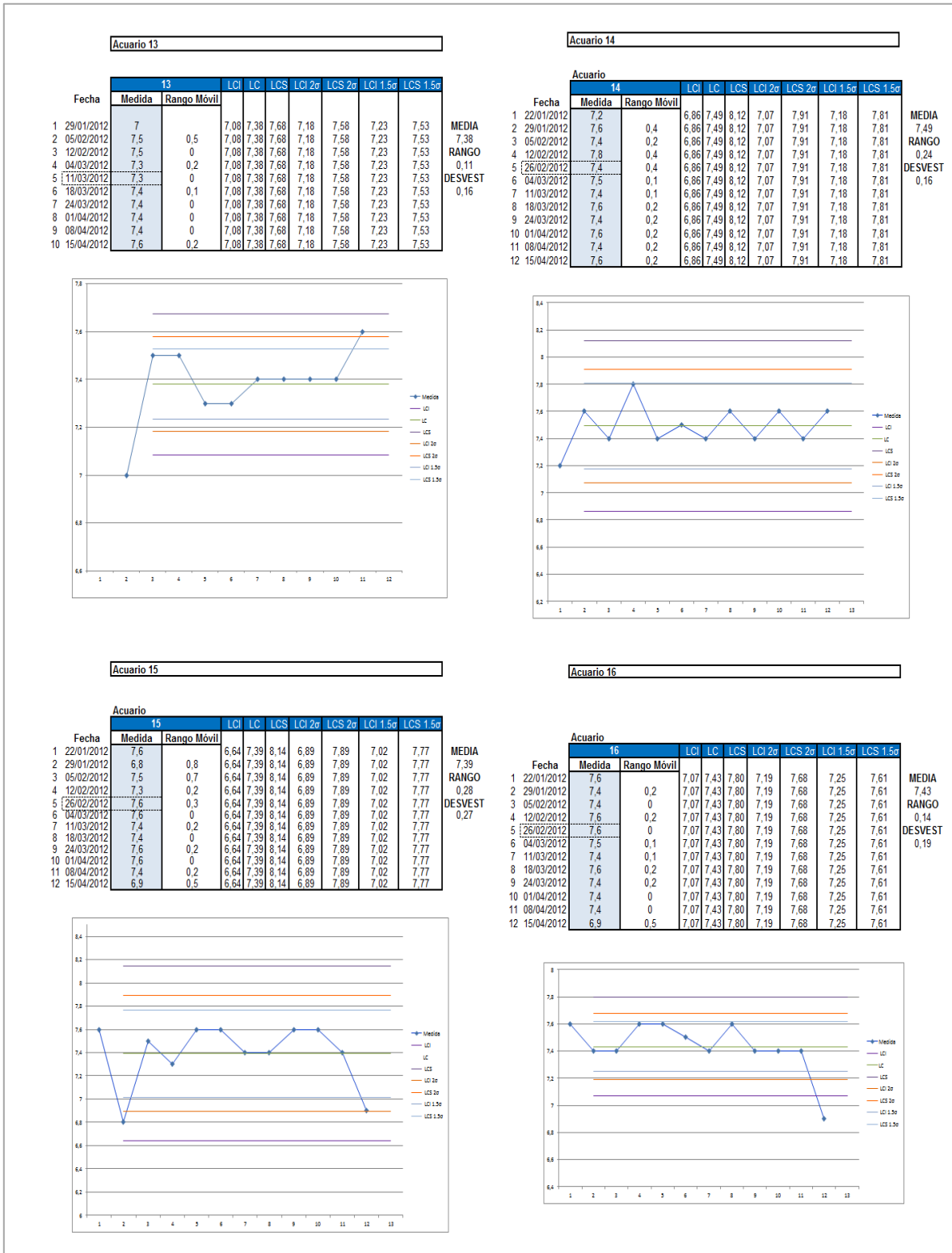
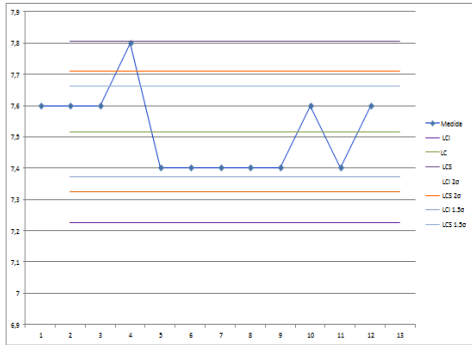


Ilustración 40. Cartas de Control pH - Acuarios 13 al 16

Acuario 17

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7.6 | | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 2 29/01/2012 | 7.6 | 0 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 3 05/02/2012 | 7.6 | 0 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 4 12/02/2012 | 7.8 | 0.2 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 5 12/02/2012 | 7.4 | 0.4 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 6 04/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 7 11/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 8 18/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 9 24/03/2012 | 7.4 | 0 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 10 01/04/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 11 08/04/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |
| 12 15/04/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.23 | 7.52 | 7.81 | 7.32 | 7.71 | 7.37 | 7.66 |

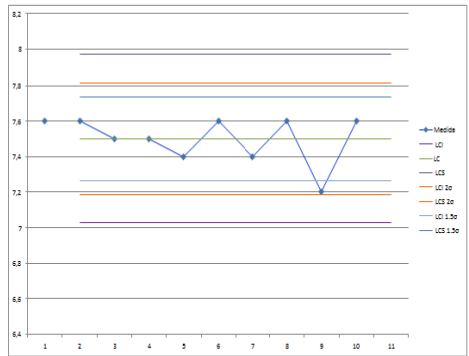
MEDIA
7.52
RANGO
0.11
DESVEST
0.13



Acuario 18

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7.6 | | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 2 29/01/2012 | 7.6 | 0 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 3 26/02/2012 | 7.5 | 0.1 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 4 04/03/2012 | 7.5 | 0 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 5 11/03/2012 | 7.4 | 0.1 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 6 18/03/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 7 24/03/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 8 01/04/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 9 08/04/2012 | 7.2 | 0.4 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |
| 10 15/04/2012 | 7.6 | 0.4 | 7.03 | 7.50 | 7.97 | 7.18 | 7.82 | 7.26 | 7.74 |

MEDIA
7.50
RANGO
0.18
DESVEST
0.13



Acuario 19

| Fecha | Medida | Rango Móvil | LCI | LC | LCS | LCI 2σ | LCS 2σ | LCI 1.5σ | LCS 1.5σ |
|---------------|--------|-------------|------|------|------|--------|--------|----------|----------|
| 1 22/01/2012 | 7.2 | | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 2 29/01/2012 | 7.6 | 0.4 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 3 26/02/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 4 04/03/2012 | 7.5 | 0.1 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 5 11/03/2012 | 7.4 | 0.1 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 6 18/03/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 7 24/03/2012 | 7.4 | 0.2 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 8 01/04/2012 | 7.4 | 0 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 9 08/04/2012 | 7.4 | 0 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |
| 10 15/04/2012 | 7.6 | 0.2 | 7.04 | 7.45 | 7.86 | 7.17 | 7.73 | 7.24 | 7.66 |

MEDIA
7.45
RANGO
0.16
DESVEST
0.13

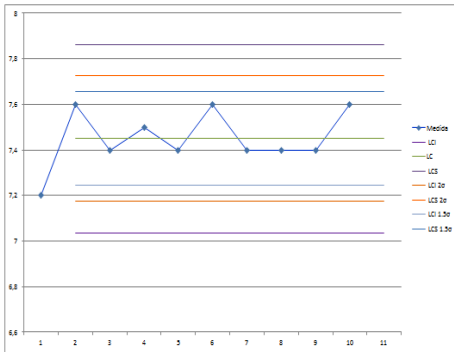


Ilustración 41. Cartas de Control pH - Acuarios 17 al 19

Cartas de Control - Amoniaco

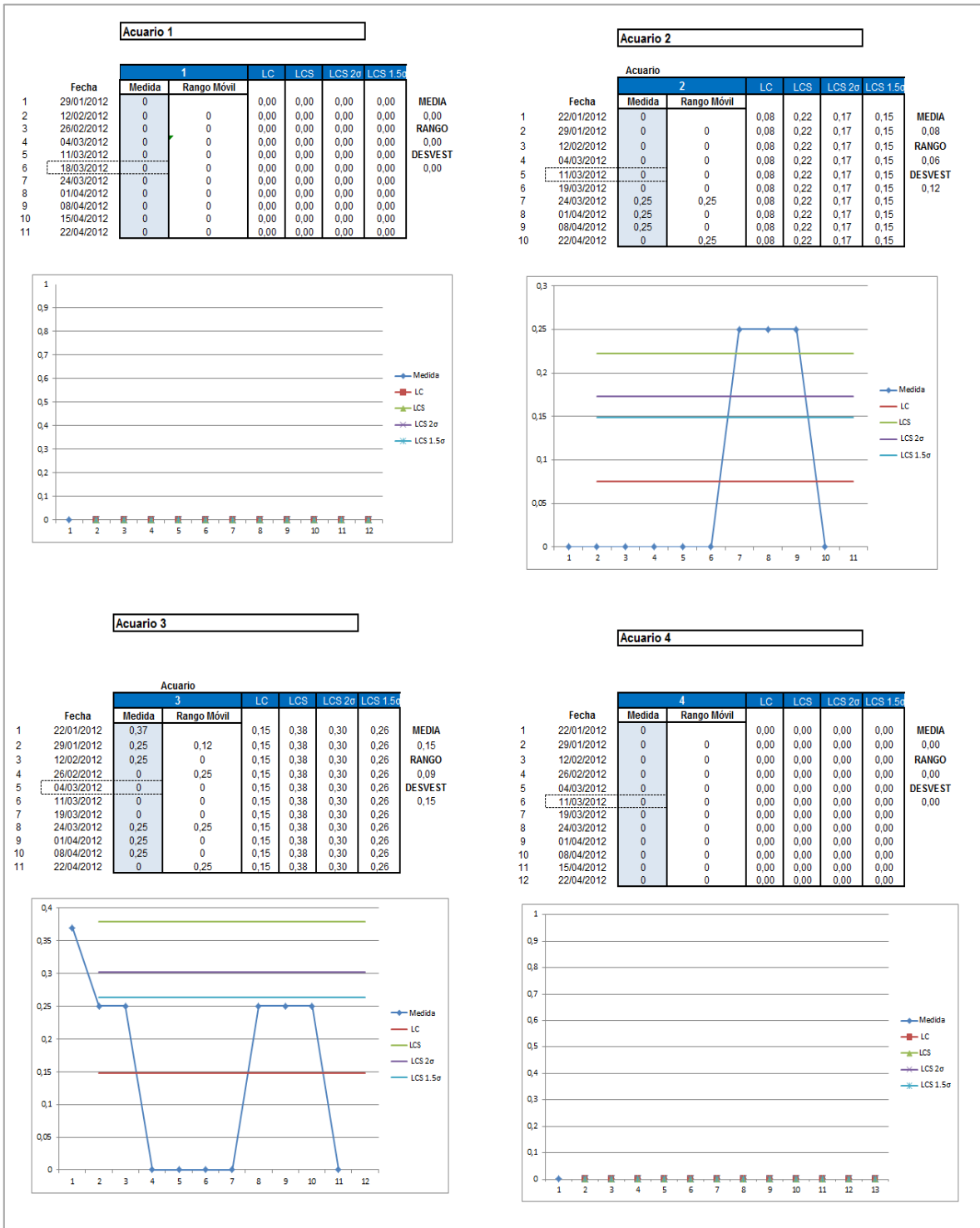
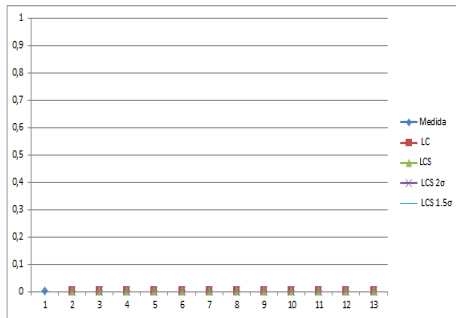


Ilustración 42. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 1 al 4

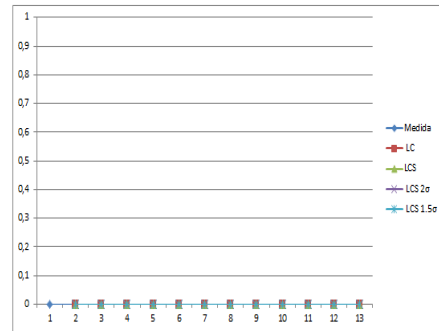
Acuario 5

| | | Acuario 5 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/04/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



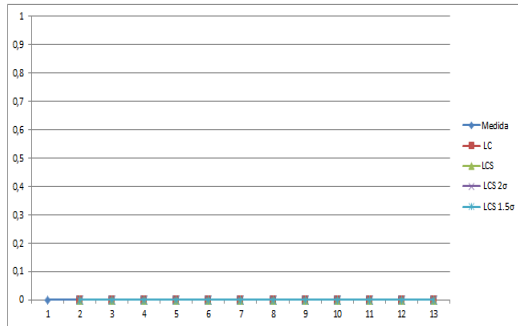
Acuario 6

| | | Acuario 6 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 7

| | | Acuario 7 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 8

| | | Acuario 8 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

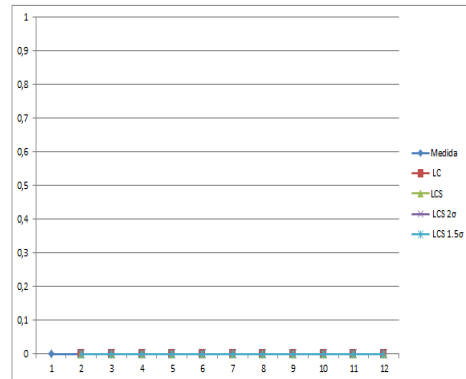
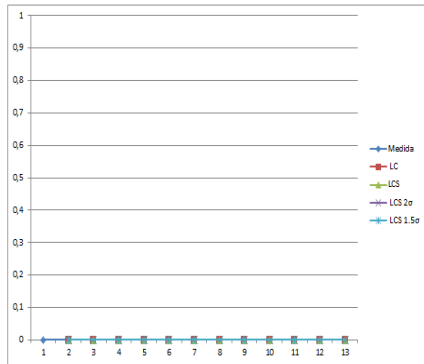


Ilustración 433. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 5 al 8

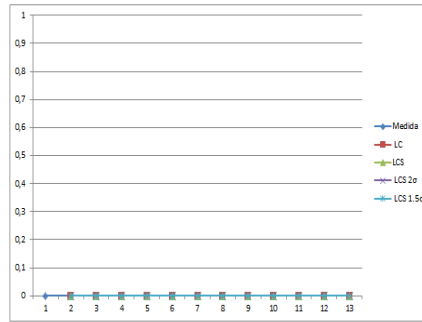
Acuario 9

| Acuario | | 9 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



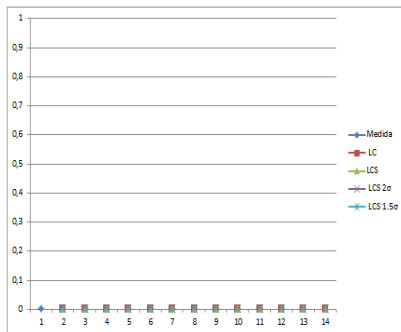
Acuario 10

| Acuario | | 10 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 11

| Acuario | | 11 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 18/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 13 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 12

| Acuario | | 12 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|-----|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 29/01/2012 | 0 | | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | MEDIA |
| 2 | 05/02/2012 | 0 | 0 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | 0,10 |
| 3 | 12/02/2012 | 0,5 | 0,5 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0,5 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | 0,25 |
| 5 | 11/03/2012 | 0,5 | 0,5 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | DESVEST |
| 6 | 18/03/2012 | 0 | 0,5 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | 0,21 |
| 7 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | |
| 8 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | |
| 9 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | |
| 10 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,10 | 0,76 | 0,54 | 0,43 | |

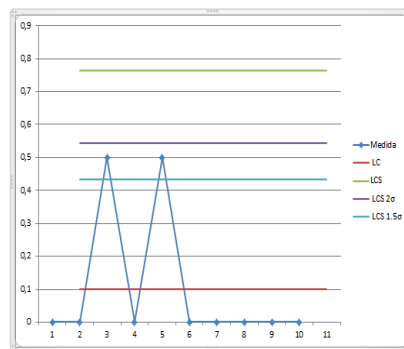
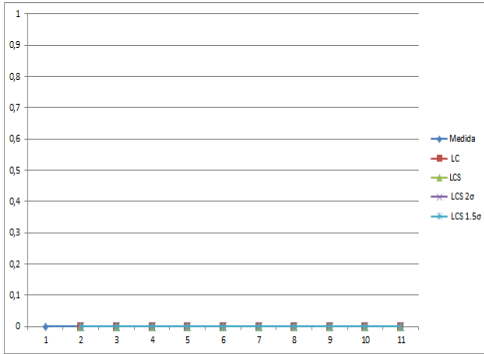


Ilustración 444. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 9 al 12

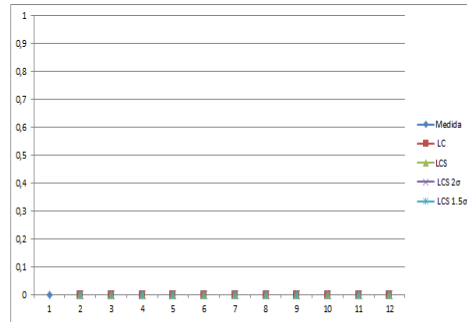
Acuario 13

| Acuario | | 13 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 29/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 05/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 18/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 7 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



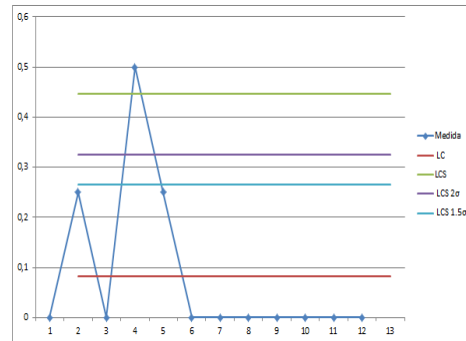
Acuario 14

| Acuario | | 14 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 18/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 16

| Acuario | | 16 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|------|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0,25 | 0,25 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | 0,08 |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0,25 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | RANGO |
| 4 | 12/02/2012 | 0,5 | 0,5 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | 0,14 |
| 5 | 26/02/2012 | 0,25 | 0,25 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | DESVEST |
| 6 | 04/03/2012 | 0 | 0,25 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | 0,16 |
| 7 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | |
| 8 | 18/03/2012 | 0 | 0 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | |
| 9 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | |
| 10 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | |
| 11 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | |
| 12 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,08 | 0,45 | 0,33 | 0,26 | |



Acuario 15

| Acuario | | 15 | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|------|------|--------|----------|---------|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 18/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

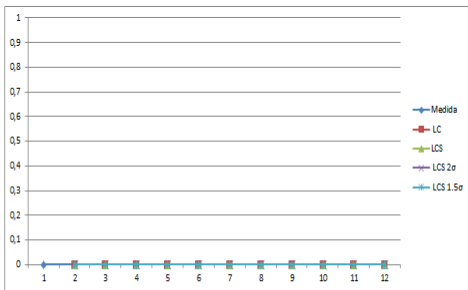
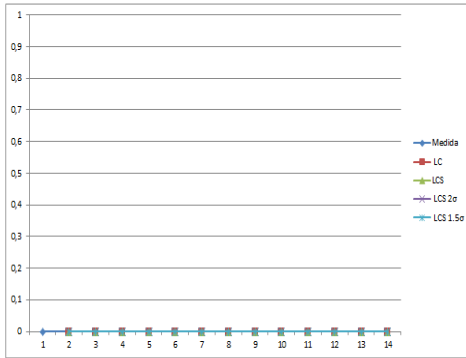


Ilustración 465. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 9 al 12

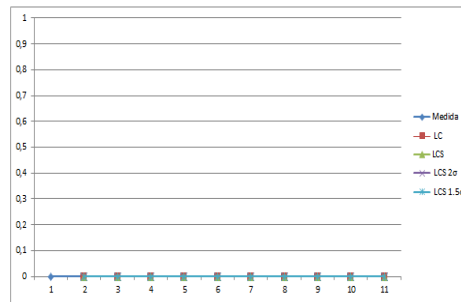
Acuario 17

| Acuario | | 17 | | | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|--|------|------|------|--------|----------|--|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA | |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO | |
| 4 | 12/02/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 26/02/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST | |
| 6 | 04/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 11/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 8 | 18/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 9 | 24/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 10 | 01/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 11 | 08/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 12 | 15/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 13 | 22/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |



Acuario 18

| Acuario | | 18 | | | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|--|------|------|------|--------|----------|--|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA | |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 | 26/02/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO | |
| 4 | 04/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 11/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST | |
| 6 | 18/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 24/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 8 | 01/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 9 | 08/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 10 | 15/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |



Acuario 19

| Acuario | | 19 | | | | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
|---------|------------|-------------|---|--|------|------|------|--------|----------|--|
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA | |
| 2 | 29/01/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 | 26/02/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO | |
| 4 | 04/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 11/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST | |
| 6 | 18/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 24/03/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 8 | 01/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 9 | 08/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 10 | 15/04/2012 | 0 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |

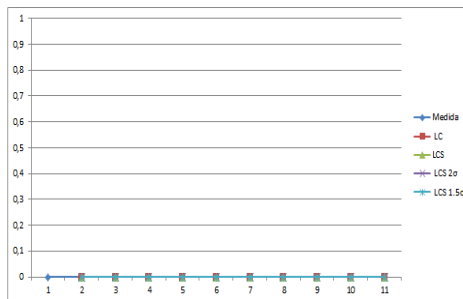


Ilustración 47. Cartas de Control Amoniaco - Acuarios 17 al 19

Cartas de Control - Nitritos

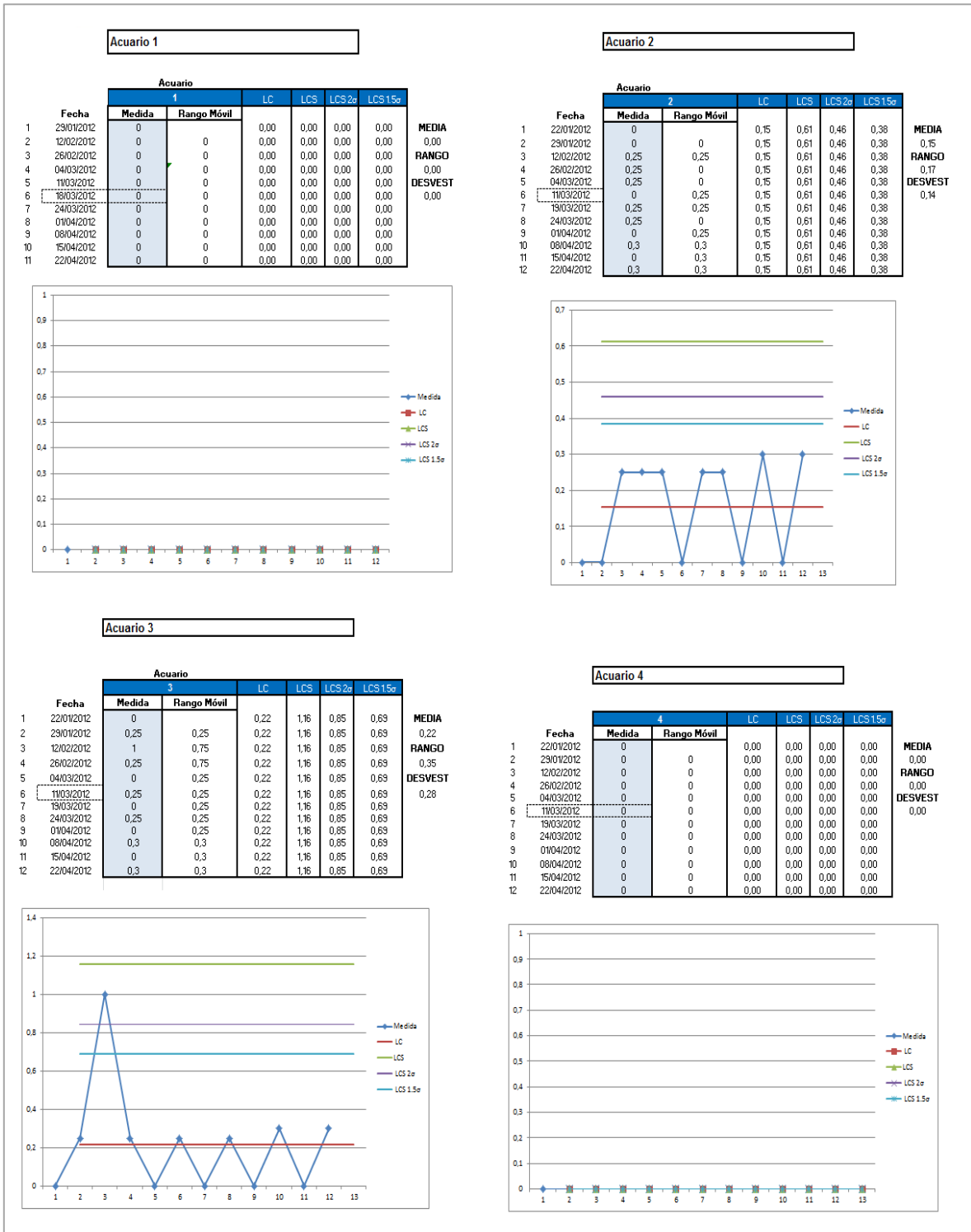
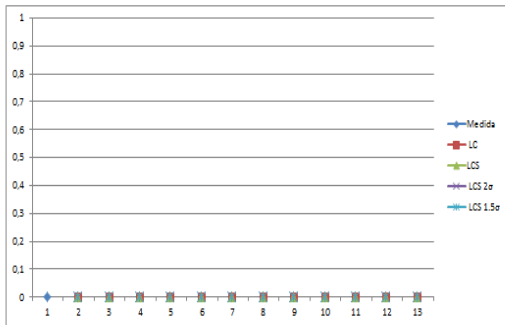


Ilustración 48. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 1 al 4

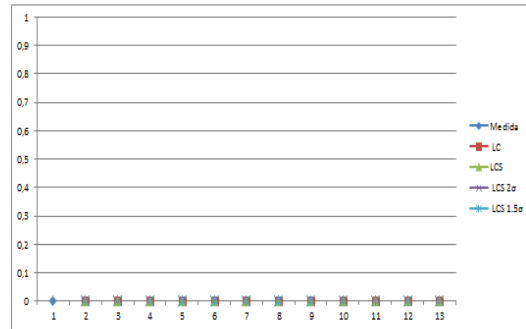
Acuario 5

| | | Acuario | | | | | | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|-------|---------|---------|
| | | 5 | | LC | LCS | LCS2σ | LCS1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



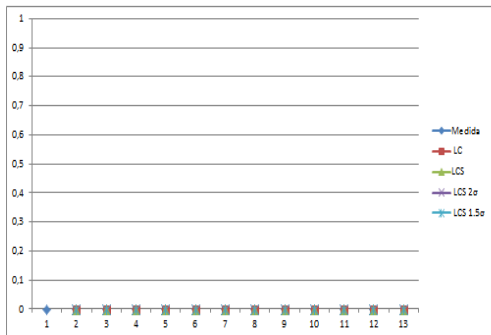
Acuario 6

| | | Acuario | | | | | | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|-------|---------|---------|
| | | 6 | | LC | LCS | LCS2σ | LCS1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 7

| | | Acuario | | | | | | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|-------|---------|---------|
| | | 7 | | LC | LCS | LCS2σ | LCS1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 8

| | | Acuario | | | | | | |
|-------|------------|-------------|---|------|------|-------|---------|---------|
| | | 8 | | LC | LCS | LCS2σ | LCS1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO |
| 4 | 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST |
| 6 | 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 19/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

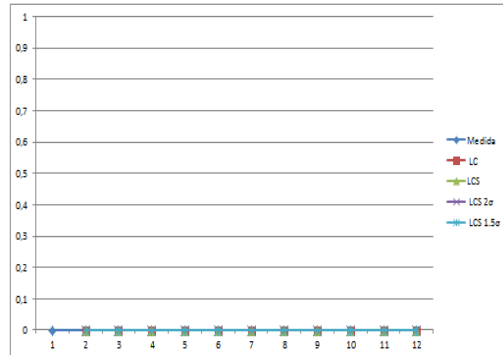
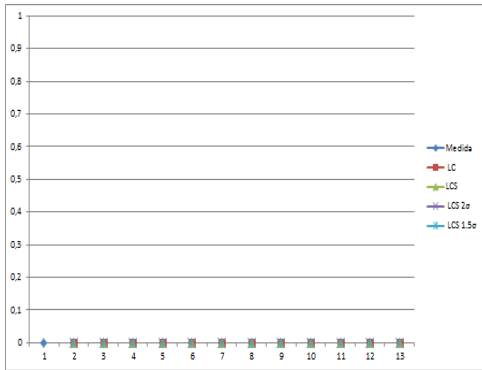


Ilustración 49. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 5 al 8

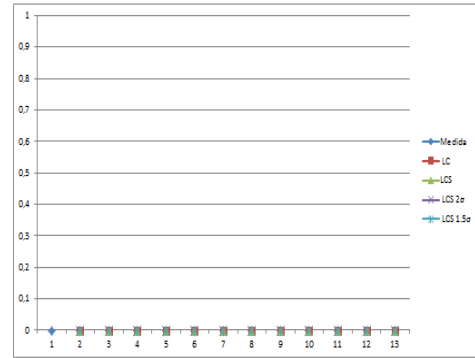
Acuario 9

| Acuario | | | | | | | |
|---------------|--------|-------------|------|------|-------------------|---------------------|---|
| Fecha | 9 | | LC | LCS | LCS _{2σ} | LCS _{1.5σ} | MEDIA 0,00 RANGO 0,00 DESVEST 0,00 |
| | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 2 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 4 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 13/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



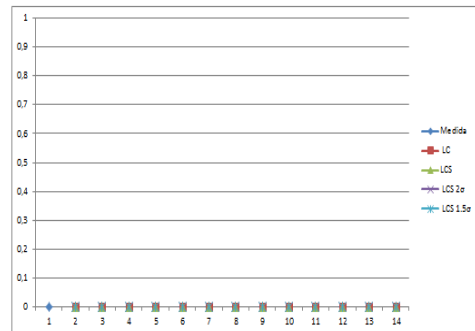
Acuario 10

| Acuario | | | | | | | |
|---------------|--------|-------------|------|------|-------------------|---------------------|---|
| Fecha | 10 | | LC | LCS | LCS _{2σ} | LCS _{1.5σ} | MEDIA 0,00 RANGO 0,00 DESVEST 0,00 |
| | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 2 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 4 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 13/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 12

| Acuario | | | | | | | |
|---------------|--------|-------------|------|------|-------------------|---------------------|---|
| Fecha | 11 | | LC | LCS | LCS _{2σ} | LCS _{1.5σ} | MEDIA 0,00 RANGO 0,00 DESVEST 0,00 |
| | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 22/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 2 23/01/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 4 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 04/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 13/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 15/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 13 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



| Acuario | | | | | | | |
|---------------|--------|-------------|------|------|-------------------|---------------------|---|
| Fecha | 12 | | LC | LCS | LCS _{2σ} | LCS _{1.5σ} | MEDIA 0,00 RANGO 0,00 DESVEST 0,00 |
| | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 23/01/2012 | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 2 05/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 3 12/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 4 26/02/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 11/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 13/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 24/03/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 01/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 08/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 15/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 22/04/2012 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

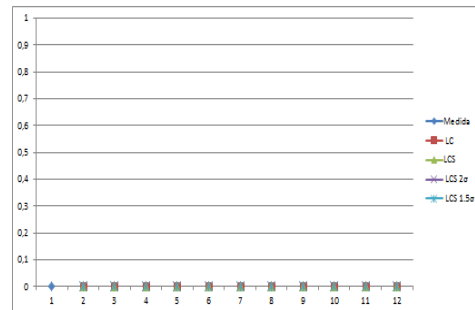
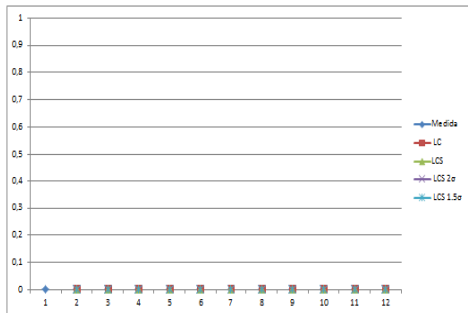


Ilustración 50. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 9 al 12

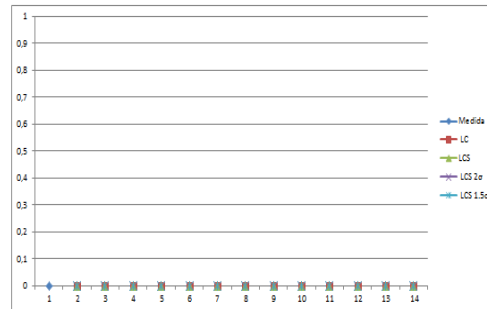
Acuario 13

| | | Acuario | | | | | |
|-------|------------|-------------|------|------|--------|----------|--------------|
| | | 13 | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 | 23/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA 0,00 |
| 2 | 05/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO 0,00 |
| 3 | 12/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST 0,00 |
| 4 | 04/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 11/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 | 18/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 24/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 01/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 08/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 15/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 22/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



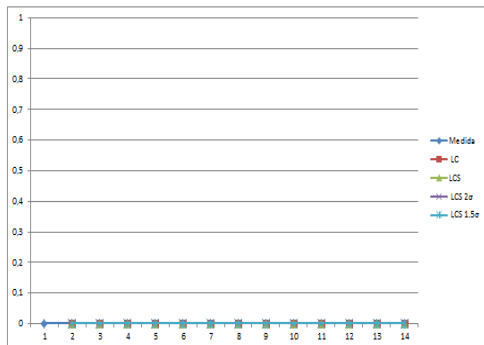
Acuario 14

| | | Acuario | | | | | |
|-------|------------|-------------|------|------|--------|----------|--------------|
| | | 14 | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA 0,00 |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO 0,00 |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST 0,00 |
| 4 | 12/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 26/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 | 04/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 11/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 18/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 24/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 01/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 08/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 15/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 13 | 22/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 15

| | | Acuario | | | | | |
|-------|------------|-------------|------|------|--------|----------|--------------|
| | | 15 | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA 0,00 |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO 0,00 |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST 0,00 |
| 4 | 12/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 26/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 | 04/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 11/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 18/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 24/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 01/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 08/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 15/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 13 | 22/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |



Acuario 16

| | | Acuario | | | | | |
|-------|------------|-------------|------|------|--------|----------|--------------|
| | | 16 | LC | LCS | LCS 2σ | LCS 1.5σ | |
| Fecha | Medida | Rango Móvil | | | | | |
| 1 | 22/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | MEDIA 0,00 |
| 2 | 23/01/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | RANGO 0,00 |
| 3 | 05/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | DESVEST 0,00 |
| 4 | 12/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 26/02/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 | 04/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 11/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 8 | 18/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 24/03/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 10 | 01/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 11 | 08/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12 | 15/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 13 | 22/04/2012 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

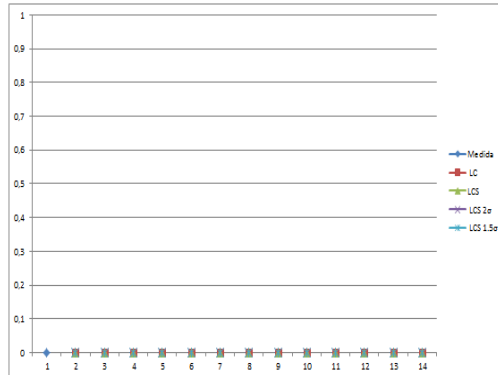


Ilustración 51. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 13 al 16

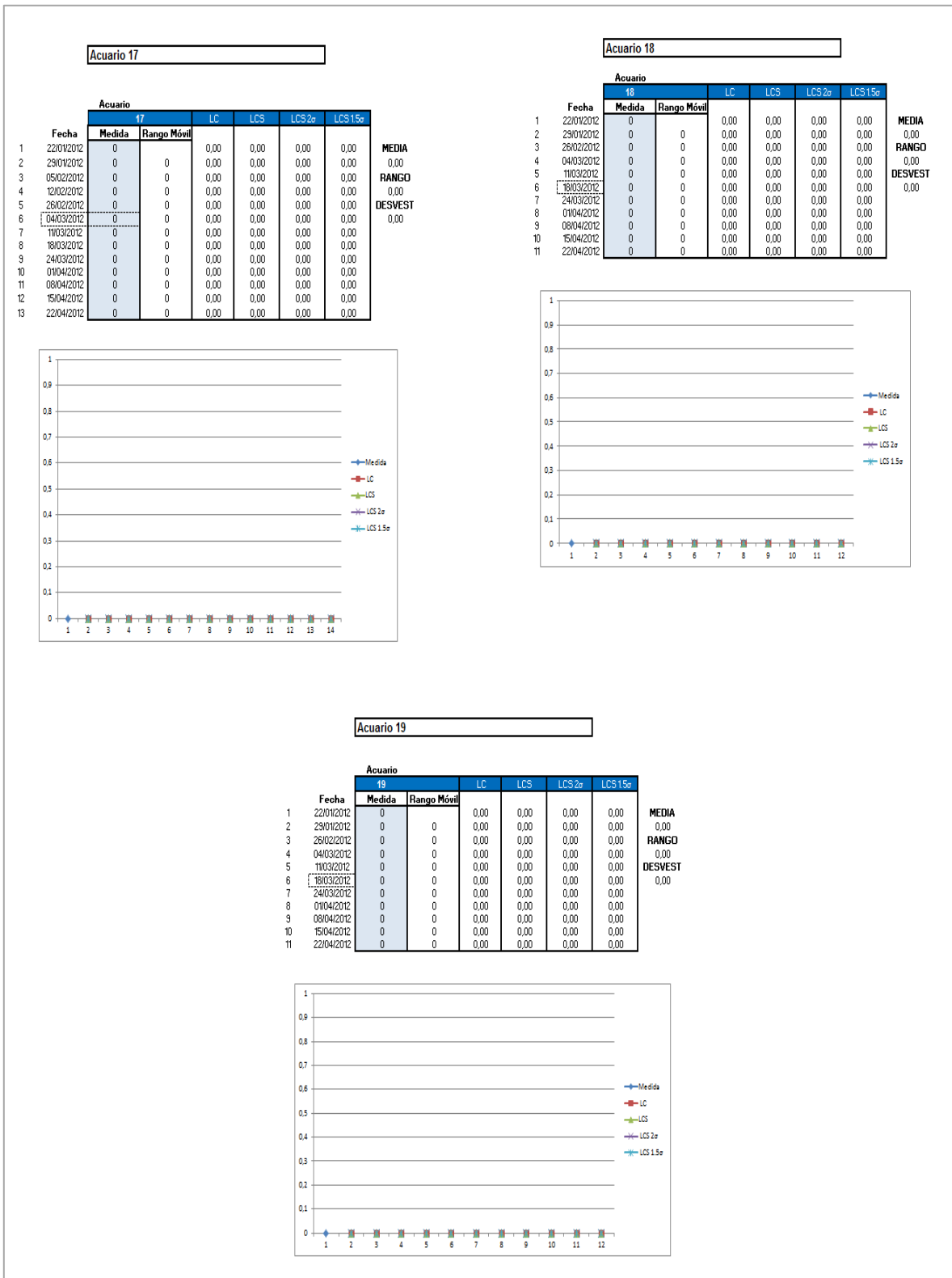


Ilustración 52. Cartas de Control Nitritos - Acuarios 17 al 19

Análisis de Capacidad de proceso – pH

| pH | | | | | Cpi | Cps | Cpk |
|------------|----------|------|----|------|------------|------------|------------|
| Acuario 1 | μ | 8.16 | EI | 7.95 | 0.87661921 | 0.87661921 | 0.87661921 |
| | σ | 0.08 | ES | 8.38 | | | |
| Acuario 2 | μ | 8.09 | EI | 7.67 | 1.35805264 | 1.35805264 | 1.35805264 |
| | σ | 0.10 | ES | 8.52 | | | |
| Acuario 3 | μ | 8.09 | EI | 7.45 | 0.87661921 | 0.87661921 | 0.87661921 |
| | σ | 0.24 | ES | 8.73 | | | |
| Acuario 4 | μ | 7.36 | EI | 6.88 | 0.95110438 | 0.95110438 | 0.95110438 |
| | σ | 0.17 | ES | 7.84 | | | |
| Acuario 5 | μ | 7.35 | EI | 6.91 | 1.10379968 | 1.10379968 | 1.10379968 |
| | σ | 0.13 | ES | 7.79 | | | |
| Acuario 6 | μ | 7.35 | EI | 7.11 | 0.89099097 | 0.89099097 | 0.89099097 |
| | σ | 0.09 | ES | 7.59 | | | |
| Acuario 7 | μ | 7.42 | EI | 7.08 | 0.6870498 | 0.6870498 | 0.6870498 |
| | σ | 0.16 | ES | 7.76 | | | |
| Acuario 8 | μ | 7.50 | EI | 6.99 | 0.91058828 | 0.91058828 | 0.91058828 |
| | σ | 0.19 | ES | 8.01 | | | |
| Acuario 9 | μ | 7.41 | EI | 7.07 | 0.90984036 | 0.90984036 | 0.90984036 |
| | σ | 0.12 | ES | 7.75 | | | |
| Acuario 10 | μ | 7.38 | EI | 6.85 | 0.98465928 | 0.98465928 | 0.98465928 |
| | σ | 0.18 | ES | 7.92 | | | |
| Acuario 11 | μ | 7.44 | EI | 6.73 | 0.82274263 | 0.82274263 | 0.82274263 |
| | σ | 0.29 | ES | 8.15 | | | |
| Acuario 12 | μ | 7.27 | EI | 6.56 | 0.51711423 | 0.51711423 | 0.51711423 |
| | σ | 0.46 | ES | 7.98 | | | |
| Acuario 13 | μ | 7.38 | EI | 7.08 | 0.60829416 | 0.60829416 | 0.60829416 |
| | σ | 0.16 | ES | 7.68 | | | |
| Acuario 14 | μ | 7.49 | EI | 7.01 | 1.03041914 | 1.03041914 | 1.03041914 |
| | σ | 0.16 | ES | 7.98 | | | |
| Acuario 15 | μ | 7.39 | EI | 6.64 | 0.90998731 | 0.90998731 | 0.90998731 |
| | σ | 0.27 | ES | 8.14 | | | |
| Acuario 16 | μ | 7.43 | EI | 6.97 | 0.79639563 | 0.79639563 | 0.79639563 |
| | σ | 0.19 | ES | 7.89 | | | |
| Acuario 17 | μ | 7.52 | EI | 7.23 | 0.72328661 | 0.72328661 | 0.72328661 |
| | σ | 0.13 | ES | 7.81 | | | |
| Acuario 18 | μ | 7.50 | EI | 7.03 | 1.1820331 | 1.1820331 | 1.1820331 |
| | σ | 0.13 | ES | 7.97 | | | |
| Acuario 19 | μ | 7.45 | EI | 7.10 | 0.9312513 | 0.9312513 | 0.9312513 |
| | σ | 0.13 | ES | 7.80 | | | |

Ilustración 53. Análisis de Capacidad de Proceso - pH

7.3 Plan de Estandarización de los procesos operativos elaborado

Propuesta 1

La primera propuesta se realiza para el método de corte de alimento, ésta propuesta está basada en el hecho de que en cada movimiento interviene una distancia. El área normal de trabajo de la mano derecha en el plano horizontal incluye el área circunscrita por el antebrazo al moverlo en forma de arco con pivote en el codo, los movimientos con gasto de energía normal que realiza la mano es en esta área. Asimismo para se determina el área normal para la mano izquierda. Dicha área normal también se aplica para el plano vertical, la cual se contiene, para la mano derecha, el área circunscrita por el antebrazo en posición hacia arriba con el codo como pivote y moviéndose en un arco, asimismo el área normal para el brazo extendido.

Asimismo, se consideró que las localizaciones deben ser fijas para todas las herramientas y materiales para que permitan una mejor secuencia. Esto con el fin de eliminar las búsquedas y selección de objetos necesarios para realizar el trabajo. A continuación se muestra el bosquejo de la mejora y una lista de verificación con la cual se determinó la propuesta.

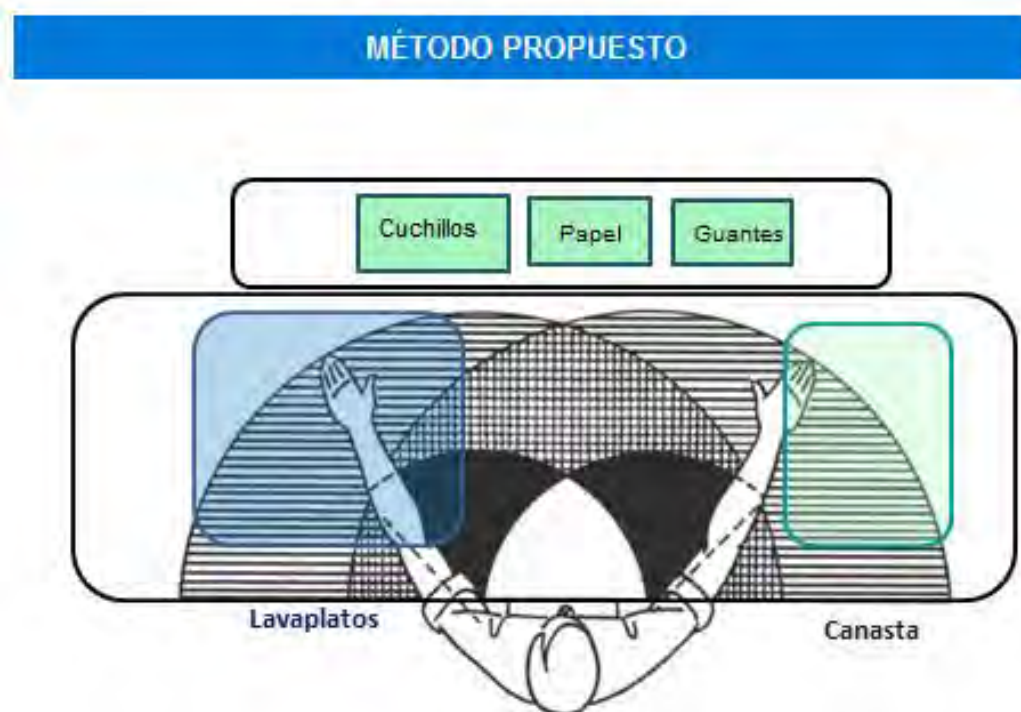


Ilustración 54. Propuesta para Corte Alimento a partir de Estudio de Movimientos

| Lista de verificación de Economía de Movimientos | | |
|--|----|----|
| SUBOPERACIONES | SÍ | NO |
| ¿Es posible eliminar una suboperación? | | |
| a. Como innecesaria | | |
| b. Con un cambio en el orden de trabajo | | |
| c. Con un cambio en herramientas o equipo | | |
| d. Con un cambio en la distribución de la estación de trabajo | X | |
| e. Con una combinación de herramientas | | |
| f. Con un cambio ligero en el material | | |
| g. Con un cambio ligero en el producto | | |
| h. Con un sujetador de acción rápida en los dispositivos | | |
| ¿Es posible facilitar una operación? | | |
| a. Con mejores herramientas | | |
| b. Con un cambio en las palancas | | |
| c. Con cambios de posición o controles en la herramienta | X | |
| d. Con mejores contenedores de material | | |
| e. Con el uso de la inercia donde sea posible | | |
| f. Con la disminución de requerimientos visuales | | |
| g. Con mejores alturas en la estación de trabajo | | |
| MOVIMIENTOS | SÍ | NO |
| ¿Es posible eliminar un movimiento? | | |
| a. Como innecesaria | | |
| b. Con un cambio en el orden de trabajo | | |
| c. Combinando herramientas | | |
| d. Con un cambio de herramientas o equipos | | |
| e. Con una resbaladilla para dejar caer el desperdicio o el material terminado | | |
| ¿Es posible facilitar un movimiento? | | |
| a. Con un cambio en la distribución para acortar distancias | X | |
| b. Con cambios en la dirección de los movimientos | | |
| c. Usando otros músculos | | |
| 1) Dedos | | |
| 2) Muñeca | | |
| 3) Antebrazo | | |
| 4) Parte Superior del Brazo | | |
| 5) Tronco | | |
| d. Con movimientos continuos en lugar de desordenados | | |

| SUJECIONES | SÍ | NO |
|---|----|----|
| ¿Puede eliminarse la sujeción? (sujetar en extremo es fatigante) | | |
| a. Como innecesaria | | |
| b. Con un dispositivo sencillo de sujeción | | |
| ¿Puede facilitarse una sujeción? | | |
| a. Acortando su duración | | |
| b. Usando un grupo de músculos más fuertes, como piernas o dispositivos operados con el pie | | |
| RETRASOS | SÍ | NO |
| ¿Es posible eliminar o acortar un retraso? | | |
| a. Como innecesario | | |
| b. Con un cambio en el trabajo que realiza cada miembro del cuerpo | | |
| c. Balanceando el trabajo entre los miembros del cuerpo | | |
| d. Trabajando en dos artículos al mismo tiempo | | |
| e. Con trabajo alternado (las manos hacen el mismo trabajo pero desfasado) | | |
| CICLOS | SÍ | NO |
| ¿Se puede reorganizar el ciclo para lograr más trabajo manual durante ese tiempo? | | |
| a. Con alimentación automática | | |
| b. Con suministro de materiales automático | | |
| c. Con cambios en la relación de fase hombre-máquina | | |
| d. Con un corte de energía automático al finalizar el corte o en caso de la falla de material o herramienta | | |
| TIEMPO DE MÁQUINA | SÍ | NO |
| ¿Puede acortarse el tiempo de máquina? | | |
| a. Con mejores herramientas | | |
| b. Con herramientas combinadas | | |
| c. Con alimentaciones o velocidades mayores? | | |

Tabla 44. Lista de verificación de Economía de Movimientos

DIAGRAMA BIMANUAL - MÉTODO PROPUESTO

| | Descripción de la mano derecha | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Descripción de la mano izquierda |
|----|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Toma guante |
| 2 | Recibe guante de la otra mano | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pasa guante a la otra mano |
| 3 | Sostiene guante | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Toma guante |
| 4 | Poner guante mano derecha | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | ● | ▽ | Mano Libre |
| 5 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner guante mano izquierda |
| 6 | Coger Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Tabla |
| 7 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Abrir Llave |
| 8 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Restregar Tablar |
| 9 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Girar Tabla |
| 10 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Restregar Tablar |
| 11 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Cerrar Llave |
| 12 | Sostener Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Limpiador |
| 13 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Tabla |
| 14 | Alzar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Mesa |
| 15 | Soltar Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Enrollar Limpiador |
| 16 | Enrollar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Enrollar Limpiador |
| 17 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Vasija 4 (Grande) de Alimento de la Canasta |
| 18 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostiene Vasija Grande |
| 19 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Poner Vasija 4 en la mesa |
| 20 | Apoyar Vasija 4 contra la Mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Quitar Tapa Vasija 4 |
| 21 | Sostener Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Poner Tapa de Vasija sobre Mesa |
| 22 | Sostener Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Arrumar Alimento contra esquina Vasija |
| 23 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Voltear Vasija |
| 24 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Agitar Vasija |
| 25 | Tomar Vasija 4 | ● | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Poner Alimento sobre la Tabla |
| 26 | Dejar Vasija 4 en la Mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Soltar Alimento |
| 27 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ● | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar cuchillo |
| 28 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Cortar Alimento |
| 29 | Sujetar Alimento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 30 | Poner Alimento en el Vasija 4 | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 4 |
| 31 | Acercar Alimento al cuchillo | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostener Cuchillo |

| | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | Acerca la Vasija 4 a la Tabla | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 33 | Sujetar Alimento | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 34 | Poner Alimento en el Vasija 4 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 4 |
| 35 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Soltar cuchillo |
| 36 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Tomar Tapa de la Vasija 4 de la Canasta |
| 37 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Traer Tapa de la Canasta |
| 38 | Sujetar Vasija 4 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Poner Tapa a la Vasija 4 |
| 39 | Presionar Tapa | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Presionar Tapa |
| 40 | Toma vasija 1 de Canasta | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Toma vasija 2 de Canasta |
| 41 | Pone Vasija en Mesa Cubil | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Pone Vasija 2 sobre Vasija 1 |
| 42 | Toma vasija 3 de Canasta | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Toma vasija 4 de Canasta |
| 43 | Pone Vasija 3 sobre Vasija 2 | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Pone Vasija 4 sobre Vasija 3 |
| 44 | Poner Vasijas Apiladas en Mesa | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Poner Vasija 2 |
| 45 | Sostener Vasija 5 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Levantar Tapa de Vasija |
| 46 | Sostener Vasija 5 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Dejar Tapa sobre la mesa |
| 47 | Soltar Vasija | ● | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sostener Vasija |
| 48 | Sostener Vasija | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Arrumar Alimento contra esquina Vasija |
| 49 | Sostener Vasija | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Soltar Vasija |
| 50 | Voltear Vasija | ● | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Mano Libre |
| 51 | Agitar Vasija | ● | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Mano Libre |
| 52 | Tomar Alimento | ● | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sostener Vasija |
| 53 | Colocar Alimento sobre la Tabla | ● | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sostener Vasija |
| 54 | Mano Libre | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Dejar Vasija en Mesa |
| 55 | Mano Libre | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Tomar Cuchillo |
| 56 | Apoyar Alimento contra la Tabla | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Cortar Alimento |
| 57 | Sujetar Alimento | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sujetar Alimento con el cuchillo |
| 58 | Poner Alimento en el Vasija 5 | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Poner Alimento en el Vasija 5 |
| 59 | Acercar Alimento de la Tabla | ○ | ⇒ | D | ▽ | ○ | ⇒ | D | ▽ | Sostener Cuchillo |
| 60 | Sujetar Vasija 5 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Soltar cuchillo |
| 61 | Sujetar Vasija 5 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Tomar Tapa de la Vasija 5 de la Mesa |
| 62 | Sujetar Vasija 5 | ○ | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Poner Tapa a la Vasija 5 |
| 63 | Poner Vasija Tapada en la Mesa | ● | ⇒ | D | ▽ | ● | ⇒ | D | ▽ | Poner Vasija Tapada en la Mesa |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------------|
| 64 | Toma apilamiento 1 | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Toma Apilamiento 1 |
| 65 | Sostiene Apilamiento | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sostiene Apilamiento |
| 66 | Pone Apilamiento en Canasta | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Pone Apilamiento en Canasta |
| 67 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Tomar Limpiador |
| 68 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Tabla |
| 69 | Alzar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Mesa |
| 70 | Apoyar Tabla con la mesa | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Limpiar Tabla |
| 71 | Soltar Tabla | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Enrollar Limpiador |
| 72 | Enrollar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Enrollar Limpiador |
| 73 | Soltar Limpiador | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Botar Limpiador a la Basura |
| 74 | Sujetar la Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ○ | ⇨ | D | ▽ | Sujeta la Tabla |
| 75 | Mueve la Tabla hacia la Llave | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Mueve la Tabla hacia la Llave |
| 76 | Sujetar la Tabla | ○ | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Suelta la Tabla |
| 77 | Pone la Tabla en el Lavaplatos | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Abre la llave |
| 78 | Se lava la mano | ● | ⇨ | D | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Se lava la mano |
| 79 | Mano Libre | ○ | ⇨ | ■ | ▽ | ● | ⇨ | D | ▽ | Cierra la Llave |

Tabla 46. Diagrama Bimanual - Método Propuesto

| Resumen | | | |
|-----------------|-----------|-----------|--|
| Método | Actual | | Análisis |
| | Izquierda | Derecha | |
| Operaciones | 35 | 57 | Los implementos en el área de trabajo no se encuentran a la mano. La actividad comienza por la derecha al tomar uno de los guantes, las operaciones se realizan en el medio en donde está el área para picar el alimento, y termina por la derecha cerrand la llave. Se observa que el operario tiene que realizar un recorrido para coger los guantes, limpiadores y cuchillos. Además debe agacharse para arrojar el papel sucio y humedo. Además se debería disminuir la cantidad de operaciones con la mano derecha y los sostenimientos de la mano izquierda. |
| Desplazamientos | 5 | 6 | |
| Descanso | 13 | 3 | |
| Sostenimientos | 26 | 13 | |
| TOTALES | 79 | 79 | |

Tabla 45. Resumen Verificación de Movimientos

Propuesta 2

En la actividad de alimentación de peces, se realizó una propuesta tomando en cuenta las restricciones planteadas en un inicio para reducir las mayores distancias, y mediante la observación del método en que se realiza esta actividad, se pudo constatar que los trabajadores dividen la misma en dos partes. En primera instancia, dado a que ellos, cortan y porcionan el alimento de los peces en la cocineta, actividad anteriormente analizada, tienen este alimento recién cortado y a la mano, por lo que los trabajadores deciden dar de comer primero a los acuarios internos, tanto en exhibición como los de cuarentena, además también porque dicho alimento no se puede dejar mucho tiempo a temperatura ambiente, pues la carne de pescado puede sufrir algún tipo de problema. En segundo lugar, una vez alimentados los acuarios, los trabajadores vuelven a la zona de manejo de agua dulce para almacenar las sobras y para recoger, allí mismo, el alimento de los peces ubicados en los lagos externos al Acuario, los cuales comen un concentrado especial.

Esto nos indica que se divide esta actividad dándoles prioridad a los acuarios debido a las condiciones en que se debe tratar su alimento. Sin embargo, si el alimento para peces pequeños se saca de nevera en el momento en que se sacan las vasijas vacías para lavarlas antes de llevarlas a Aviario, además si agrega otra operación haciendo uso de la misma cesta, en que se transporta el alimento se puede reducir la distancia total recorrida al hacer que esta división se dé pero en la misma zona de manejo.

En primer lugar, una vez se termina el corte de alimento, se debe meter únicamente las vasijas pertenecientes a agua dulce y el alimento para peces pequeños para hacer el recorrido dentro de esta zona de manejo, y así se elimina el recorrido para tomar de nevera dicho alimento, cuando se termina el recorrido en esta zona se lleva esta canasta a la cocineta para quitar las vasijas ya vacías e introducir las que contienen el alimento de marinos, dejadas desde un inicio allí, así como también se debe agregar el concentrado para los peces de los lagos que se almacena junto a la cocineta. De esta forma, se elimina el recorrido de regreso para recoger este último alimento. Es así, como se hace el recorrido para alimentación de acuarios de marinos y lagos. Finalmente, se debe hacer un recorrido de regreso sólo para almacenar las sobras.

Diagrama de recorrido – Propuesta

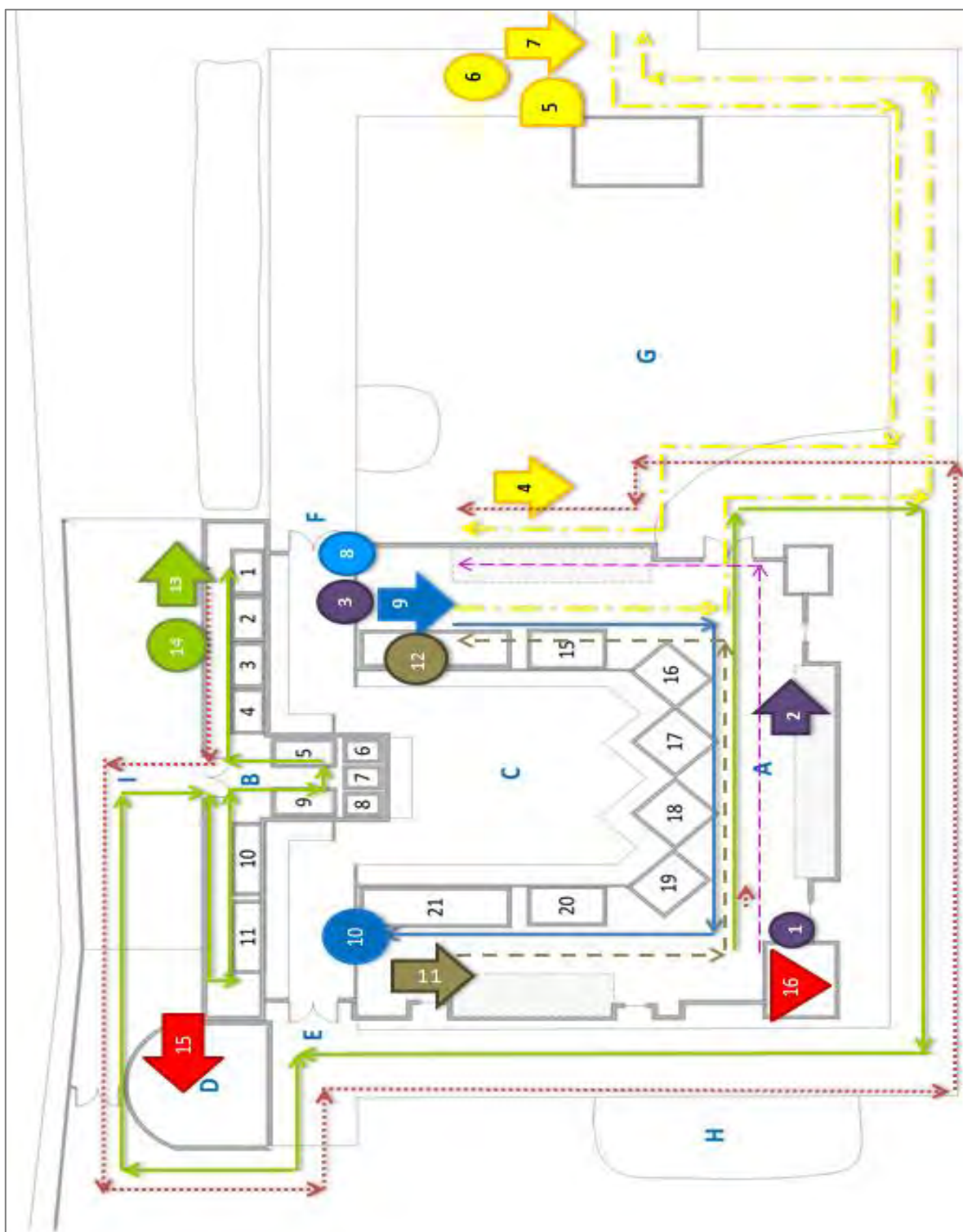


Tabla 47. Propuesta Diagrama de recorrido para Alimentación

| Descripción del Método Propuesto | | Operación | Inspección | Transporte | Demora | Almacenaje | Distancia (m) |
|----------------------------------|--|-----------|------------|------------|--------|------------|---------------|
| | | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 1 | Tomar juego 1 de vasijas de la nevera | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 2 | Llevar vasijas a cocineta y alimento para peces pequeños | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 21.05 |
| 3 | Lavar vasijas juego 1 | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 4 | Transportar vasijas juego 1 (vacías) a Cocineta Aviario | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 96.19 |
| 5 | Esperar la apertura de la Cocineta | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 6 | Dejar juego 1 vasijas y Recoger juego 2 | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 7 | Transportar vasijas juego 2 (con comida) a Acuario | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 98.59 |
| 8 | Preparar Alimento | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 9 | Hacer recorrido para Alimentación Acuarios Agua Dulce | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 28.8 |
| 10 | Dar Alimento a cada Acuario | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 11 | Ir a cocineta | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 28.8 |
| 12 | Alistar Alimento marinos, lagos y peces pequeños | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 13 | Hacer recorrido para Alimentación Acuarios Marinos y Lagos | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 116.25 |
| 14 | Dar Alimento a cada Acuario y Lago | ● | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 15 | Transportar vasijas con sobrantes a Nevera | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 84.1 |
| 16 | Almacenar vasijas con sobrantes | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | |
| 17 | Transportar vasijas vacías a cocineta | ○ | ⇒ | □ | D | ▽ | 22.6 |

Tabla 49. Descripción del Método propuesto Recorrido

| Resumen | | | |
|----------------|---------|-----------|---------------|
| Método | Símbolo | Cantidad | Distancia |
| Operaciones | ○ | 7 | 496.38 |
| Transporte | ⇒ | 7 | |
| Inspección | □ | 0 | |
| Demora | D | 1 | |
| Almacenamiento | ▽ | 1 | |
| | | 16 | 79.6 m |

Tabla 48. Resumen de Diagrama de Recorrido Propuesta

PROPUESTA A PARTIR DE ESTUDIO HOMBRE – MÁQUINA

De acuerdo con el estudio realizado, se tendría una reducción de tiempo muy baja pero a continuación se presenta la alternativa par a llevarla a cabo en forma procedimental a través de diagrama Máquina Hombre.

Se podría tal vez en la primera parte del proceso, (la parte de apagar los motores se deja igual ya que los interruptores para ambos filtros están en la misma ubicación y afectaría el proceso por 1 o 2 segundos más) para ubicar palancas de sus bombonas en el respectivo lugar que se requiere inicialmente mientras y mientras este empieza a lavar, simultáneamente prender las bombonas del Filtro 1 y mover su palancas a su respectiva ubicación así ahorraría, pero muy poco de tiempo de inactividad de la máquina (8 segundos). Esto se muestra en la siguiente tabla alternativa Diagrama Hombre- Máquina al comparar los tiempos totales para llevar a cabo la tarea resaltados en amarillo. Para el primer Diagrama Hombre-Máquina el total es de 768 segundos (12,8 minutos) y para la alternativa de mejora es de 760 segundos (12,6 minutos).

| PERSONA | | MÁQUINA | |
|--|-------------|---|-------------|
| EMPLEADO | Tiempo (sg) | FILTROS BIODIVERSIDAD | Tiempo (sg) |
| Apagar motores del filtro 2 | 5 | | |
| Ubicar palanca de las bombonas 1 y 2 en Cerrado y bombona 3 en Backwash (del filtro 2) | 17 | | 22 |
| Prender los motores desde Breakers de Filtro 2 | 4 | | 4 |
| Para Filtro 1 ubicar palanca de la bombonas 1 en Backwash y la 2 en Close | 6 | | |
| Esperar hasta que el agua salga más clara y sin tanta turbidez | 144 | Retrolavado bombona 3 Filtro 2 | 198 |
| Prender motores desde Breakers de Filtro 1 | 3 | | |
| Esperar hasta que el agua del filtro 1 salga más clara y | 45 | Backwash bombona 1 Filtro 1 | |
| Apagar Breaker de filtro 2 | 3 | ...Backwash bombona 1 Filtro 1 | 91 |
| Ubicar palanca de bombona 1 - Filtro 2 | 5 | | 11 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | |
| Esperar Rinse de b1 - F2 | 35 | | |
| Apagar Filtro 1 desde breaker | 3 | Rinse bombona 1 Filtro 2 | 47 |
| Ubicar palanca de bombona 1 en Enjuague (Rinse) | 4 | | 47 |
| Prender Breaker de Filtro 1 desde Breaker | 4 | | |
| Esperar | 1 | | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | Rinse bombona 1 Filtro 1 | 43 |
| Ubicar palanca de bombona 1 en close y palanca de | 20 | | 25 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | |
| Esperar | 17 | | |
| Apagar Filtro 1 desde breaker | 2 | Recirculate de bombona 2 Filtro 1 | 135 |
| Ubicar palanca de bombona 1 en Filter (Filtrado) del | 7 | | |
| Prender Filtro 1 desde breaker | 4 | | |
| Esperar | 105 | | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 5 | | |
| Ubicar palanca de bombona 2 Filtro 2 en Rinse | 7 | | 15 |
| Prender Filtro 2 desde breaker | 3 | | |
| Esperar | 53 | Rinse bombona 2 filtro 2 | 53 |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | | |
| Ubicar palanca de bombona 3 en Backwash, bombona | 12 | | 17 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | |
| Esperar Backwash bombona 3 - F2 | 100 | Backwash bombona 3 Filtro 2 | 100 |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 1 | | |
| Ubicar palanca de bombona 3 (Filtro 2) en Rinse | 3 | | 6 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 2 | | |
| Esperar Rinse bombona 3 - F2 | 60 | Rinse bombona 3 Filtro 2 | 60 |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | | |
| Ubicar palancas de bombona 3, 2 y 1 en Filter | 25 | | 30 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | |
| Apagar Filtro 2 desde Breaker | 2 | | |
| Ubicar palancas de las 3 bombonas en Filter | 32 | | 37 |
| Prender filtro 2 desde breaker | 3 | | |
| | | Filtrado de las 3 bombonas durante todo | |
| | 760 | | 760 |

Tabla 50. Propuesta Actividad Retrolavado Filtros Lago Biodiversidad - Diagrama Hombre Máquina

PROPUESTAS PARA REDUCIR RIESGOS EN TAREAS CRÍTICAS

1. MEJORAMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO PARA TAREA DE LIMPIEZA SISTEMA DE FILTRACION LAGO PEQUEÑO CARPAS

Cambiar el puesto de trabajo desde parte lateral de lago de carpas pequeño hacia una zona en donde se encuentre cercana de llave de paso de agua de la manguera para reducir tiempo en recorrido sería una alternativa, pero se reducirían los recorridos muy poco contando con que debe ir por cada canastilla y llevarla al lugar de lavado.

Sobre la mesa de trabajo, se plantea ubicar una base o mesa que pueda situarse a una altura adecuada a la altura o un poco más debajo de los codos del operario para evitar su fatiga y posibles lesiones. Si pudiera esta ser adaptable para cambiar el ángulo de inclinación para la canastilla que contiene las biobolas sería mucho mejor para la comodidad del operario quien tiene que hacer esta tarea repetidas veces.

Pero si en vez de cambiar el lugar de trabajo, se utilizara un dosificador de agua en el extremo de la manguera para tener como cerrarla o abrirla desde el sitio en el que se está realizando la tarea, y se ubicara la mesa en ese lugar, los recorridos se disminuirían significativamente y también los esfuerzos biomecánicos (solo se movilizaría al abrir la llave de paso al inicio y cerrarla al finalizar el proceso completo). El protocolo sería el siguiente modificando los pasos del 8 al 14 del protocolo original:

PROPUESTA PROTOCOLO:

4.2.2. Limpieza sistema filtración lago pequeño carpas

Objetivo: Juagar materiales filtrantes para prevenir la retención del agua a través del sistema de filtración del lago de carpas pequeño.

Alcance: Sistema filtración lago pequeño de Carpas

Responsable: 1 encargado del acuario

Tiempo requerido: 2 horas y 10 minutos

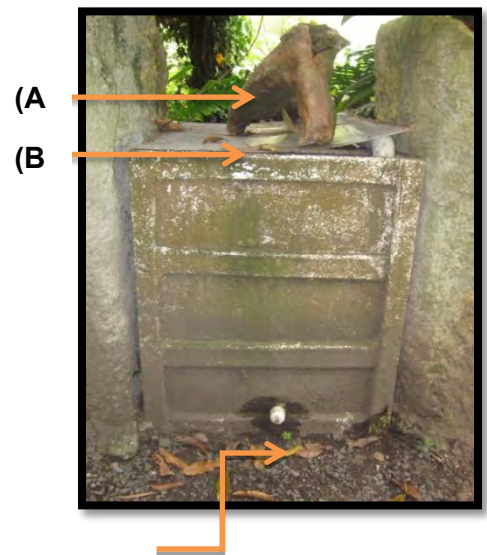
Frecuencia: Mensual **Biobolas** 3 veces por semana **Guata**



Lago Pequeño de carpas

Implementos necesarios:

| Nombre | Ubicación |
|-------------------------|--|
| Balde plástico cúbico | Bajo mesón de cubiles, junto a Acuarios de Cuarentena, Zona manejo de Agua Dulce |
| <i>Guantes de latex</i> | Mesón en frente de cocineta |
| Guata nueva | Por tanques de reserva, Zona de manejo Marinos |
| Tijeras | Colgadas al lado del teléfono |
| Manguera | Lado derecho de filtros Pirarucú |



(C) Sistema de Filtración Lago Pequeño
 Tronco (A)
 Lámina metálica (B)
 Tapa blanca (C)

Descripción del proceso:

1. Destapar el tanque que se encuentra en el lado derecho del lago, visto desde frente (quitar tronco y láminas de hierro).

2. Sacar tubo en forma de E que se encuentra en el segundo compartimento del tanque.
3. Desajustar tubo de PVC que atraviesa el tanque para quitarlo con precaución y desconectar el extremo en forma de L (pequeño) en el segundo compartimento al tubo que queda con flujo saliente de agua de tal forma que caiga esta sobre el lago y no al lago.



Tanque de Sistema Filtración

4. Sacar otros 2 tubos de PVC en forma de L pequeños del segundo compartimento.
5. Sacar guata del segundo y dejar en el suelo.
6. Conectar y traer manguera
7. Sacar mayas y guatas del tercer compartimento y las tres canastillas de biobolas.
- 8. Abrir llave de la manguera (Ubicada por Bombonas de Pirarucú)**
9. Juagar biobolas de la primer canastilla, ubicada sobre las otras 2, en el en el balde transparente (35 min tiempo estimado de lavado de biobolas de la canastilla)
10. Juagar biobolas de la segunda canastilla en el en el balde transparente (10 min tiempo estimado de lavado de biobolas de la canastilla)
11. Juagar biobolas de la tercera canastilla en el en el balde transparente (22 min)



Lavado de biobolas

12. Ubicar canastillas en el mismo orden en que estaban inicialmente
13. Si el agua en el segundo compartimento del tanque se ve negra, sucia y llena de demasiadas partículas sólidas, proceda de la siguiente manera:

- Abrir **tapa blanca** en la parte inferior del tanque para que salga toda el agua (viéndolo desde frente).
- Volver a tapar enroscando la tapa.

14. Juagar mayas y tubos sacados inicialmente.

15. Ir a cerrar la llave de paso del agua de la manguera

16. Verifique si la guata sacada inicialmente del segundo compartimento del tanque se encuentra demasiado negra y se rompe con facilidad. Si esto ocurre, debe cambiarla. Para esto proceda de la siguiente manera:

- Cortar 5 pedazos de guata (3 x 2 cuartas).

17. Si no, entonces sólo juagarla con abundante agua (**esto debe hacerse 3 veces por semana**).

18. Ubicar en primer compartimento 3 retazos de guata de los cortados, uno sobre el otro

19. En el tercer compartimento ubicar guata maya, guata maya una sobre la otra

20. Ubicar tubos en sus respectivos lugares y tapar tanque con las láminas metálicas y el tronco encima

21. Lavar balde transparente

1. Dejar que el agua de la manguera caiga al lago para subir un poco el nivel del agua
2. Depositar guata sucia en bote de basura
3. Llevar balde a zona agua dulce, lavar y dejar en su lugar respectivo
4. Lavarse las manos y brazos con abundante jabón y agua

RECOMENDACIONES PARA OTRAS TAREAS CRÍTICAS:

Ya que el orden procedimental de las siguientes Tareas, no se encuentran afectadas significativamente al realizar las recomendaciones pertinentes para reducir los riesgos para los encargados, se presentan a continuación en forma resumida, lo cual se puede incluir en forma de “Nota” bajo la restructuración de los protocolos de las Tareas identificadas como críticas, agregando si es necesario nuevo implementos necesario (equipo de protección) para llevar a cabo la tarea y recomendaciones sobre su uso y control:

TAREA: Retrolavado Filtros Lago Biodiversidad

PASO (S): Prender Motores del Filtro

RECOMENDACIÓN:

- Ya que se presenta riesgo eléctrico se recomienda el uso de ropa sin accesorios metálicos evitando el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevar las herramientas o equipos en bolsas y utilizar calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas. Pértiga aislante, Guantes aislante (dieléctricos).
- Colocar letreros y señalización que indiquen, el peligro Eléctrico existe en esta Tarea como medida de prevención y cuidado.



Ilustración 55. Herramientas de Protección contra Riesgo Eléctrico

TAREA: Retrolavado Filtros Pirarucú

PASO (S):

- Abrir llave de paso en esquina del Acuario y revisar que caiga agua al acuario
- Dejar manguera junto a Filtros de Pirarucú, abierta con flujo de agua cayendo en lago de Pirarucú

RECOMENDACIÓN:

Para llevar a cabo los pasos críticos de esta Tarea, se debe estar sometido a un riesgo de por caída o biomecánico debido al trabajo en alturas en las condiciones en que actualmente se hacen en el acuario de Pirarucú por lo que las recomendaciones con respecto al estado actual de este acuario son:

- Se puede instalar una manquera permanente en esa solución.
- **Capacitación en nivel básico de trabajo en alturas (puede ser por el SENA).**
- Usar casco de seguridad con barbuquejo para protección contra caídas desde alturas
- Asegurar la escalera de manera fija a la plataforma para mayor seguridad
- Extender plataforma construida para que maximice el alcance del operario.
- Usar guantes antideslizantes, flexibles de alta resistencia a la abrasión
- Usar botas antideslizantes y ropa de trabajo adecuada
- Supervisor del trabajo en alturas o sistema de comunicación a la mano (radioteléfono)

TAREA: Limpieza Sistema de Filtración Lago Pequeño Carpas

PASO (S):

- Lavar biobolas con manguera

RECOMENDACIÓN:

- Seguir las recomendaciones descritas en el estudio de Ergonomía y restructuración del método de trabajo para adoptar posiciones correctas al llevar a cabo el trabajo*

TAREA: Preparación de Alimento Cárnico

PASO (S):

- Cortar alimento con cuchillo

RECOMENDACIÓN:

- Utilizar guantes Guantes Ansell PowerFlex (o que tengan protección contra el corte, diseño ergonómico, y permita agarre firme frente a superficies secas o mojadas)



Ilustración 56.
Guantes protección
contra corte

TAREA: Limpieza de Vidrios parte interna Acuario Pirarucú

PASO (S):

- Subir a parte superior del Acuario con limpiavidrios y nasa
- Desplazar el limpiavidrios sobre la superficie interna del vidrio de un lado al otro para quitar las manchas vistas al inicio
- Recoger sobrenadantes del acuario con una nasa
- Bajar del Acuario y observar si se obtuvo la limpieza requerida

RECOMENDACIONES:

Ya que estos pasos presentan puntos críticos con respecto a Riesgo de Trabajo en Alturas y Biomecánico, se pretende que con las siguientes recomendaciones se vean reducidos estos riesgos:

- Se puede instalar una manquera permanente en esa solución.
- **Capacitación en nivel básico de trabajo en alturas (puede ser por el SENA).**
- Usar casco de seguridad con barbuquejo para protección contra caídas desde alturas
- Asegurar la escalera de manera fija a la plataforma para mayor seguridad
- Extender plataforma construida para que maximice el alcance del operario y extender adicionalmente barandas de esta según los requerimientos de la Resolución 3673
- Usar guantes antideslizantes, flexibles de alta resistencia a la abrasión
- Usar botas antideslizantes y ropa de trabajo adecuada
- Supervisor del trabajo en alturas o sistema de comunicación a la mano (radioteléfono)

- Seguir con proyecto para subir el nivel del domo o techo sobre el acuario de Pirarucú par facilitar esta tarea y mejorar el posicionamiento del cuerpo al realizarla
- Además se recomienda la extensión de la plataforma no solo sobre el perímetro del acuario sino también sobre el área superior de este para prestar un mayor alcance al llevar a cabo la tarea

Para llevar a cabo las labores que impliquen un riesgo por trabajo en alturas, a continuación se presenta un formato para la supervisión del seguimiento de las normas de seguridad pertinentes para la realización de estas:



LISTA CHEQUEO

PROTOCOLO PARA TRABAJO EN ALTURAS ACUARIO-ZOOLÓGICO DE CALI

Personal (# requerido):

Nombre de trabajador:

Tipo de trabajo: _____

Fecha: _____

Hora de inicio tarea: _____

Hora de terminación tarea: _____

Afiliación vigente de Seguridad Social: _____

Requisitos del trabajador:

La persona encargada de realizar las tareas que impliquen subir sobre el acuario de Pirarucú, debe tener habilidad motriz y mental, contar con buenos reflejos, ser coordinado y no sufrir de ningún tipo de alteración mental, trastornos neurológicos o problemas cardiacos.

Descripción y procedimiento de la tarea:

Protocolo de Tarea de trabajo en alturas

Elementos de protección personal:

- Casco con barbuquejo
- Guantes antideslizantes
- Zapatos antideslizantes
- Radio teléfono

Sistema de acceso para trabajo en alturas:

- Escalera fija a plataforma

Firma trabajador (es)

Firma emisor

Ilustración 57. Lista de chequeo para trabajo en alturas

Adicionalmente, y gracias a las conversaciones con el personal encargado de Mantener el Sistema Exhibición Acuario en las mejores condiciones para prestar un buen servicio a sus clientes (todos los implicados incluidos en el organigrama mostrado al inicio del documento), y a las constantes observaciones de los autores del proyecto, se concluyó que era necesario contar con protocolos adicionales para el transporte y recepción de nuevos animales en las exhibiciones, por lo cual se plantearon los siguientes formatos par suplir esta falta de documentación la cual puede llegar a ser de gran ayuda para la verificación de los requerimientos para llevar a cabo estos procesos lo cual podría generar mayor exactitud en cumplimiento y manipulación del producto recibido por parte de proveedores y la reducción del tiempo en lo referente a estos. A continuación se presentan los formatos de listas de chequeo correspondientes.



LISTA CHEQUEO

PROTOCOLO PARA TRASLADO DE NUEVOS PECES A ACUARIO-ZOOLOGICO DE CALI

- Personal (# requerido)
- Manguera
- Agua
- Tarros plásticos
- Bolsas plásticas
- Sal
- Registro fotográfico
- Aireadores
- Termómetro
- Kit parámetros
- Acuario de Cuarentena listo
- Ubicación (dirección clara)
- Carta certificación entrega
- Mallas (según tamaño del animal)
- Carro
- Carro con soporte para el tanque
- Carreta para transporte (para especies grandes o pesadas)
- Tanque de transporte (según tamaño del animal)
- Tipo de alimento
- Pregunta sobre calidad del agua

Ilustración 58. Lista chequeo para traslado de peces nuevos hacia Acuario



LISTA DE CHEQUEO

REQUERIMIENTOS DE CUARENTENA (RECEPCIÓN DE NUEVOS PECES)

- Adecuación del espacio para la recepción
- Temperatura
- Parámetros físico – químicos
- Sistema filtración
- Mallas anti – salto
- Alimento

Ilustración 59. Lista de chequeo de Requerimientos en Cuarentena - Requisito Transporte



**DATOS RELEVANTES DE PROPIETARIO
Y ANIMAL RECIBIDO**

Datos personales

Nombre: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

Especificaciones de vivienda

Apartamento

Casa

Piso ubicación pez

Datos del animal

Especie: _____

Tamaño estimado del pez: _____ (cm o m)

Alimento habitual: _____

Edad estimada: _____

Lugar de procedencia: _____

FOTO DEL PEZ

Tipo de acuario en que habita actualmente

Tamaño: _____

Comunitario

Solitario

Apariencia del agua (visual):

FOTO ACUARIO

Ilustración 60. Datos Relevantes proveedor de nuevas especies para Acuario

9. Conclusiones y Recomendaciones

Es importante destacar la gran relevancia que tienen unos protocolos que en lo posible sean explícitos gráficamente en actividades de tipo operativo relacionadas con el manejo de maquinaria conformada, para su funcionamiento, por varias piezas. De esta manera se puede generar mas eficiencia en el momento de realizar las tareas que conciernen a su mantenimiento ya que se cuenta con una guía bien especifica del know-how y una lista de herramientas y materiales requeridos para llevarlas a cabo de manera rápida y precisa.

Además, tener como guía un protocolo de las actividades críticas para la correcta manipulación del producto (animales) que se recibe por primera vez en el acuario, por parte de proveedores no conocidos, es importante para tomar las medidas preventivas necesarias para la adecuación del espacio (cuarentena) y otros requerimientos útiles para la recepción y el transporte del nuevo animal en y hasta el Acuario del Zoológico de Cali.

Al haber realizado la comparación de costos entre el método utilizado actualmente en el acuario para la toma de parámetros físico- químicos del agua de los acuarios (colorimetría) y la propuesta sobre la compra de una nueva máquina (Espectrofotómetro) para llevar a cabo dicha actividad, se concluyó que la mejor opción era la propuesta hecha por los autores, no solo por el impacto económico que traería menores costos para la Fundación, sino también porque genera **resultados más precisos** para **interpretaciones más objetivas** sobre la calidad del agua. Incluso, se **reducirían los tiempos del proceso para los encargados**, cuidadores del Acuario, ya que el análisis pasaría a manos del área de Clínica en la Unidad de Bienestar Animal por lo que los cuidadores únicamente invertirían tiempo en la toma de muestras del agua de cada acuario. El costo anual se reduce en \$56.700 COP anuales.

Por otro lado, el criterio de la seguridad para el recurso humano es importante de tratar en cualquier tipo de empresa, ya que de este es del que depende íntegramente el sistema, en este caso el de Acuario. El Análisis de Riesgos se llevó a cabo para los implicados en los procesos operativos del Acuario quienes se encuentran expuestos a diversos factores de riesgo dentro de un entorno que lo amerita por el gran número y tipo de actividades que ellos deben llevar a cabo. Se recomienda por lo tanto, implementar los ajustes realizados para realizar las Actividades o Tareas críticas identificadas dentro del Macroproceso operativo de esta área del Zoológico de Cali para prevenir posibles Enfermedades

Profesionales o Accidentes de Trabajo. Dentro de los aspectos a mejorar se encontraron la carencia de equipo de protección en las Actividades de Corte de Alimento (riesgo mecánico), Retrolavado de Filtros Lago Biodiversidad (riesgo eléctrico), Mantenimiento de Sistema de Filtración Lago Pequeño de Carpas(riesgo biomecánico), y las relacionadas con el trabajo en el acuario de Pirarucú (riesgo biomecánico y riesgo de trabajo en alturas).

10. BIBLIOGRAFIA

- VARELA S, Jose Manuel. Implantación de un sistema de Gestión Ambiental basado en el Reglamento Comunitario EMAS en instalaciones Acuariológicas. Departamento de Química Analítica, Universidad de La Coruña. Junio 2009.p 159.<http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/7091/1/VarelaSenra.JoseManuel_Tese_1.pdf>
- Cambiando la marea, una estrategia global de acuarios para la conservación y sostenibilidad. WAZA.
<<http://www.waza.org/files/webcontent/documents/cug/docs/AquariumStrategySpanish.pdf>>
- IMAI, Masaaki. Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (Gemba). McGraw-Hill. 1998. Cap 4
- CUATRECASAS, Luis. Gestión competitiva de stocks y procesos de producción. Gestión 2000. p 87-89
- GRZYNA, Frank M. CHUA, Richard C.H. DEFEO, Joseph A. Método Juran, Análisis y planeación de la Calidad. Quinta Edición. Mc Graw Hill. 2007; Cap 5
- GITLOW, Howard. OPPENHEIM, Alan. OPPENHEIM, Rosa. Quality Management: tools and methods for improvement. Segunda edición. Mc Graw Hill. 1995; p. 25
- CONSTRUSUR. ¿Qué es un análisis de riesgos [en línea]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.construsur.com.ar/Noticias-article-sid-349.html>>
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. ICONTEC. NTC 4116.Seguridad industrial: metodología para el análisis de tareas. Bogotá: ICONTEC, 1997.
- COLOMBIA. BOGOTÁ D.C. DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 3673 de 2008. (26, septiembre, 2008). Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas. Bogotá, 2008.

ANEXO 1.

CRONOGRAMA

