

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



Escuela de Ingeniería Electromecánica



Rica Foods, Inc

Corporación PIPASA

Planta Procesadora de Aves AS OROS



Estudiante: Sergio Mora Elizondo

TEMAS:

- 1. Diseño de un control de calibración de las romanas**
- 2. Codificación de las secciones, máquinas y sistemas**
- 3. Rediseño del sistema de suministro de agua**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el grado de
Bachiller en Ingeniería en Mantenimiento Industrial**

Profesor Guía: Ing. Arnoldo Ramírez

Asesor Profesional: Ing. Roy Ramírez

La Garita de Alajuela, Noviembre 2002

1. AGRADECIMIENTO

“Agradezco en primera instancia a Dios, ya que gracias a ÉL me mantuve con la salud y la perseverancia necesaria a lo largo de mi carrera”.

“Mis padres son la segunda razón por la cual soy lo que soy, por ello agradezco enormemente su apoyo en los momentos no dificultades, dándome las herramientas necesarias y las bases ideológicas para llevar a cabo la finalización mi carrera”.

“Agradezco también a mis compañeros, ya que sin ellos no hubiera podido levantarme en algunos momentos difíciles y salir adelante de algún problema suscitado a lo largo del camino estudiantil”.

“Por último manifiesto mi más sincero agradecimiento al Ing. Arnoldo Ramírez, a la Corporación PIPASA, principalmente al Ing. Roy Ramírez, al Sr. Juan Ramón Agüero y al resto del personal del departamento de mantenimiento, por abrirme las puertas y enseñarme tantas cosas que en la universidad es imposible aprender”.

2. DEDICATORIA

“Dedico este trabajo y mis años de estudio a mi familia, especialmente a mis padres ya que sin su presencia, apoyo y herramientas brindadas me hubiera sido imposible llegar a culminar con éxito mi educación superior”.

3. INDICE	Página
1. Agradecimiento -----	2
2. Dedicatoria -----	3
3. Índice -----	4
4. Introducción -----	6
5. Información General	9
5.1. Historia de la empresa -----	13
5.2. Organigrama -----	14
5.3. Descripción del proceso productivo -----	18
5.4. Marca certificadora de calidad (HACCP) -----	19
5.5. Departamento de Mantenimiento -----	
6. Gestión del Mantenimiento (Proyecto #1): “Control de calibración en todas las romanas de la planta”	23
6.1. Introducción -----	24
6.2. Problemática actual -----	25
6.3. Objetivo General -----	25
6.4. Objetivos Específicos -----	25
6.5. Descripción del proyecto -----	
7. Gestión del Mantenimiento (Proyecto #2): “Codificación de las secciones, máquinas y sistemas de la planta en su totalidad”	28
7.1. Introducción -----	29
7.2. Problemática actual -----	29
7.3. Objetivo General -----	29

7.4. Objetivos Específicos -----	Página
7.5. Descripción del proyecto -----	30
8. Capítulo 4. Ingeniería del Mantenimiento (Proyecto #3): <i>“Rediseño del sistema de suministro de agua hacia la planta de producción”</i>	
8.1. Introducción -----	40
8.2. Problemática actual -----	41
8.3. Objetivo General -----	44
8.4. Objetivos Específicos -----	44
8.5. Descripción del proyecto -----	45
9. Análisis de Costos	
9.1. Enfoque 1 -----	69
9.2. Enfoque 2 -----	70
10. Conclusiones y Recomendaciones	
10.1 Proyecto 1 -----	74
10.2 Proyecto 2 -----	75
10.3 Proyecto 3 -----	76
11. Bibliografía -----	78
12. Anexos:	
12.1 Anexo 1: Proyecto 1-----	81
12.2 Anexo 2: Proyecto 2 -----	79
12.3 Anexo 3: Proyecto 3 -----	80

4. INTRODUCCIÓN

El presente documento es un informe final de los proyectos realizados en la empresa AS OROS, los cuales forman y pertenecen a la práctica profesional en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, y que - además - se utilizaron con el fin de solventar algunos problemas en dicha empresa.

Básicamente el informe incluye, desde aspectos generales como historia de la empresa, proceso productivo, organigrama, control de calidad, etc., hasta detalles relacionados con cada uno de los proyectos.

El mayor interés de esta práctica, es el aprovechamiento máximo de las dos partes involucradas, para que la empresa solvete sus respectivas necesidades y se enriquezca tanto académica como socialmente al estudiante, quien recién iniciará sus labores profesionales.

Por ello, esta práctica de especialidad viene siendo-en algunos casos-un trabajo de medio tiempo, en la cual se evidencia la realidad de situaciones vividas y comentadas por los diferentes profesores. Con todo esto se llega a concluir que, lo aprendido durante los estudios, es de gran importancia en la creación de una base, la cual permite salir adelante en un momento dado, mas el aprendizaje está iniciando.

He de ahí, la gran importancia en obtener el máximo aprovechamiento de las situaciones vividas, sean algunas buenas o malas, ya que - todas unidas - serán las experiencias con las cuales se enfrentará a una realidad venidera a corto plazo: el trabajo profesional como Ingeniero en Mantenimiento Industrial.

Los proyectos realizados en la empresa se llevaron a cabo bajo la supervisión de dos personas. La primera fue el “asesor profesional” que en este caso se trataba del Jefe de Manteniendo de la planta: Ing. Roy Ramírez, quién en todo momento brindó sus servicios de guía para concretar cada uno de los proyectos, siendo él uno de los principales interesados. Por otra parte, el segundo supervisor fue el profesor guía, que en este caso se trataba del Ing. Arnoldo Ramírez, el cual fue de gran ayuda para orientar correctamente los pasos de cada uno de los proyectos, por medio de consejos, experiencias, conocimientos, etc.

De esta manera se llevaron a cabo tres proyectos; los dos primeros relacionados con la gestión del mantenimiento y el último involucraba análisis o cálculos de carácter ingenieril. En este informe vienen contemplados cada uno de estos tres proyectos, describiendo aspectos como: problemática, objetivos, descripción detallada del proyecto, así como las conclusiones y recomendaciones generales.

En el proyecto #1 se hizo un detallado estudio de los registros existentes en cada una de las romanas activas de la planta¹, con el fin de diseñar un control de calibración que refleje todo un historial de reparaciones, así como todos sus detalles de calibración y revisiones generales, que se han llevado a cabo con el tiempo.

Por otra parte, el segundo proyecto se centró en elaborar la codificación de todas las secciones, máquinas y sistemas presentes en toda la planta de proceso, la cual es parte de un peldaño más, en la pirámide que simboliza la obtención de un mantenimiento clase mundial, que toda la corporación PIPASA está propuesta a obtener en un período de corto plazo.

¹ Entiéndase a las “romanas activas” como las que se encuentran funcionando en la actualidad

La empresa, al ser un matadero que procesa pollo congelado o fresco, requiere gran cantidad de agua, ya que se consumen alrededor de 900 m³ al día, donde existe una problemática en su trasiego hacia la planta. Por ello se hace necesario un rediseño en toda la alimentación, el cual se viene a establecer como tercer y último proyecto.

5. INFORMACIÓN GENERAL

5.1. Historia de AS OROS

Identificación de la empresa.

Como se mencionó anteriormente la práctica profesional se llevó a cabo en la Planta Procesadora de Aves AS OROS, ubicada en La Garita de Alajuela, la cual es parte de la Corporación PIPASA. Conformada por capital tanto extranjero como nacional, el matadero La Garita (como se le conoce dentro de la Corporación) es una subsidiaria más de la empresa norteamericana de producción avícola Rica Foods Inc.

Tratándose de una corporación en la cual están unificadas varias plantas de proceso, que comprenden la elaboración de productos cárnicos, pecuarios y de concentrados, se hará una reseña histórica centrada y enfatizada en el nacimiento de la corporación PIPASA.

Misión de la compañía.

La misión es superar las expectativas del cliente con productos alimenticios que sean de excelente calidad y que contribuyan a su salud nutricional, fortaleciendo el liderazgo de la empresa y protegiendo el medio ambiente.

Reseña Histórica:

Inició sus labores hace 30 años, agrupando diferentes empresas independientes en todo el proceso productivo avícola, desde la incubación del huevo hasta la distribución del pollo para llegar a la mesa del consumidor.

En el año 1991, se creó bajo una sola denominación social: Corporación PIPASA, integrando verticalmente todos los procesos, que intervienen en la producción y comercialización de la carne de pollo, así como sus derivados.

Desde su inicio PIPASA, ha ofrecido productos sanos, nutritivos y de fácil preparación para su consumo. Su calidad y la preferencia por parte del consumidor, han dado a la empresa una posición de liderazgo en el mercado nacional.

Para ello se ha desarrollado una amplia red de distribución, la que incluye puntos de venta propios consolidados en todo el país, a través de 37 agencias distribuidoras, y con la flotilla de transporte más grande en el ámbito nacional para carne de pollo, la cual cubre todo el territorio nacional, atendiendo las necesidades de clientes y distribuidores.

La Organización.

Desde el punto de vista de la Corporación, la estructura organizativa se encuentra dividida en cuatro grandes áreas (Financiera, Administrativa, Producción y, Mercadeo y Ventas), las cuales brindan el mejor servicio a todos los clientes y consumidores. Todas estas áreas son supervisadas por el Comité Ejecutivo.

Área Financiera.

El Área Financiera, esta compuesta por las divisiones de Desarrollo Financiero, Compras y Contraloría. Brinda apoyo objetivo y soporte técnico en la toma de decisiones estratégicas para el desarrollo de la Corporación. Entre sus funciones se pueden citar las compras a proveedores, crédito y cobro a agentes, racionalización de procesos en la captación de recursos.

Área Administrativa.

Conformada por las divisiones de Recursos Humanos, Ingeniería, Mantenimiento, Informática, Legal, Administración de Riesgos, Servicios Generales y Estadísticas. Tiene como objetivo coordinar y vigilar el adecuado funcionamiento del personal y brindar asesoramiento legal, apoyo estadístico - entre otras funciones - de carácter administrativo.

Área de Producción.

Esta Área es la responsable del proceso de producción de los diferentes productos que PIPASA ofrece al consumidor. Tiene a su cargo todos los procesos, desde la reproducción de las aves, hasta el empaque de los diferentes productos mercadeados.

Área de Mercadeo y Ventas.

El Área de Mercadeo y Ventas se encarga de dirigir y supervisar todo el aparato de distribución de los productos de la empresa, tanto en el ámbito nacional como internacional, garantizando una buena disponibilidad a disposición del consumidor. Asimismo, implementa y supervisa tanto las estrategias de mercadeo de todas las líneas de productos, como los diferentes esfuerzos publicitarios que se realizan.

Auditoría Interna.

Funciona como un órgano de asesoría y consultaría, el cual tiene a su cargo la evaluación del control interno de las diversas áreas de la empresa y canalizar la información financiera, contable y gerencial que se genere dentro de la Corporación. La revisión de políticas, procedimientos y reglamentos internos, figuran entre otras actividades, con el fin de lograr la mayor eficiencia y eficacia en distintos procesos de la empresa.

Número de empleados.

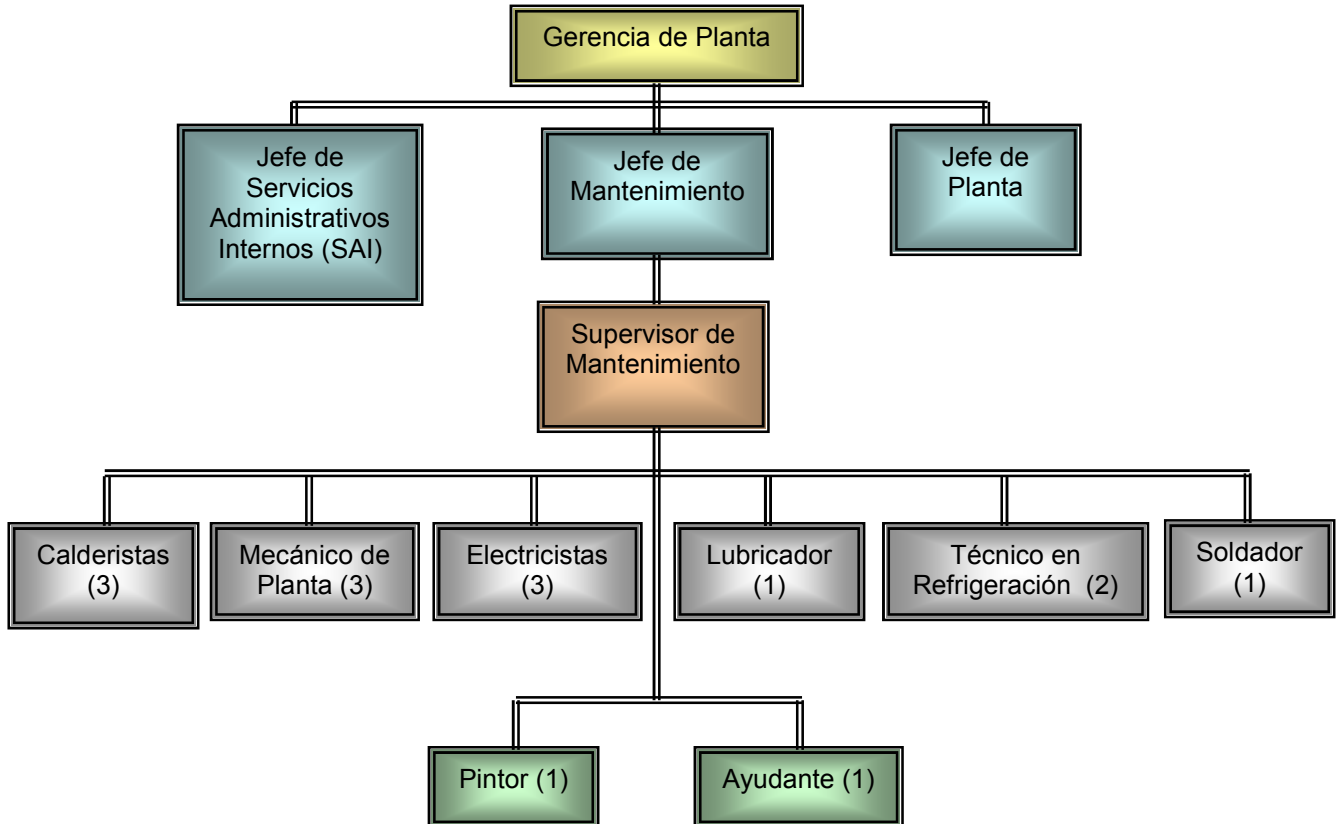
El número de empleados que conforman la Corporación suman un total de 2000, de los cuales 350 trabajadores laboran en la Planta Procesadora de Aves AS OROS.

Tipos de productos.

La gama de productos que se distribuyen son todos de carácter alimenticio, dentro de los que destacan pollo entero o deshuesado y alimentos para animales. Dichos productos se comercializan (de acuerdo a su tipo) a través de todo el país, ya sea en supermercados, pulperías o agencias distribuidoras, y cabe mencionar que el mercado de exportación de estos productos comprende países como Nicaragua, Guatemala, El Salvador, Honduras, México y Colombia.

5.2. Organigrama de AS OROS

Figura 1.



El grupo PIPASA, como se mencionó anteriormente, está formado por una serie de empresas, las cuales son dirigidas por una Junta Directiva a fin de lograr el cumplimiento de sus respectivas metas, dividiendo sus funciones en cuatro vicepresidencias: Producción, Cárnicos, Concentrados, División Agropecuaria y, Comercialización y Ventas.

La Planta Procesadora de Aves de La Garita AS OROS forma parte de la producción cárnica, y su administración está encabezada por una Gerencia de Planta, la cual distribuye obligaciones a las jefaturas de planta, Servicios Administrativos Internos y de Mantenimiento (ver organigrama de la Figura 1).

El departamento de Producción tiene a su cargo el proceso de pollo el cual se lleva a cabo en diferentes secciones como; evisceración, chiller, corte, empaque, rendering, cámaras y otros.

Por otro lado el Departamento de Servicios Administrativos Internos (SAI) se divide dos secciones las cuales son el Departamento de Recursos Humanos y la asistencia al Departamento Financiero Administrativo. Este último delega labores a la bodega central, tesorería, contabilidad de los inventarios y las proveedurías, mientras que el departamento de Recursos Humanos administra los servicios generales, de salud y seguridad ocupacional de la empresa.

La toma de decisiones, son asumidas por los niveles superiores hacia los diferentes departamentos (de acuerdo a su grado de importancia), los cuales a su vez, delegan funciones en otros subordinados.

Por último el Departamento de Mantenimiento es el encargado de velar por el buen funcionamiento de los equipos, ya sea corrigiendo o previendo algún tipo de falla evidenciada en ellos. Los detalles de las funciones en este departamento serán descritos más adelante.

5.3. Descripción del Proceso Productivo

Descarga y colgado del pollo

Todo inicia en las granjas, desde la respectiva incubación de los huevos hasta el momento en que se encuentran los pollos con un peso, tamaño y edad requeridos para el resto del proceso.

Una vez que se despachan en las granjas, los pollos se envían por medio de jabas² a los respectivos mataderos en San Rafael (PIPASA) o en La Garita (AS OROS), pasándolos a un refrescador que disminuye la agitación y los descansa del viaje.

Degolle

Al estar los pollos listos para continuar, los camiones llegan a un andén para descargar las jabas. En ese momento los operarios las acomodan y ubican a una banda transportadora que se dirige a la sección de degolle.

Los pollos son sometidos a una diferencia de voltaje que la propina un “aturdidor”, con el fin de mejorar las labores de degolle y desangrado.

Posteriormente el animal es degollado manualmente por un operario, pasando a la zona de desangrado la cual dura alrededor de tres minutos.

Desplume

Una vez que los pollos se desangran completamente, son sumergidos en unas escaldadoras con agua a 60°C. Su objetivo es suavizarle las plumas al ave de corral, para mejorar la eficiencia en el desplumado.

Al salir los pollos de las desplumadoras, les cortan las patas y la cabeza, enviándolos a la línea de evisceración.

² Recipientes donde se transporta el pollo en los camiones.

Evisceración

En esta sección se extraen las vísceras, buches, cloacas y pescuezos de los pollos mediante una serie de módulos. Las mollejas también son extraídas y procesadas por aparte, así como el resto de los menudos.

Chiller

En esta zona se utiliza una serie de mecanismos para bajar la temperatura de los pollos así como lavar los mismos. Para ello se descarga inicialmente los cuerpos a un pre-chiller con el fin de someter al animal a un enfriamiento previo. Posteriormente se pasan al chiller, el cual recircula agua fría proveniente de una cortina o intercambiador de calor que trabaja con refrigerante amoniaco, para obtener una temperatura deseada en el pollo antes de enviarlo al resto del proceso.

Empaque, Cortes y Deshuese

Una vez con la temperatura deseada para el producto, se clasifica el pollo de manera que se indique si será utilizado como producto entero o como partes por separado. De esta clasificación depende el destino que tenga dicho producto.

Al encontrarse empacado el producto, se lleva a diferentes cámaras donde dependiendo del tipo de producto, se determinará si se almacena en mantenimiento fresco o congelado.

Despacho

Es en esta sección se despachan en paquetes: el pollo congelado, fresco y demás productos en los camiones repartidores, los cuales se encargarán de repartirlos en los diferentes puntos dentro y fuera del país.

Rendering

Para obtener los productos que se despachan en las cámaras, se tiene que proceder a desechar varias partes del animal, como las vísceras, plumas, sangre, entre otras partes. Con el fin de aprovechar al máximo toda la materia prima, estos desechos son enviados a un edificio de subproductos llamado Rendering, el cual toma todos los desechos del pollo antes mencionados, además de procesar restos de pescado y de otros animales.

En el Rendering se toman estos desperdicios y se utilizan como materia prima, la cual es transportada a unas cocinas a vapor, donde las procesan durante un tiempo determinado. Posteriormente se distribuyen a un molino el cual - terminado su proceso - descarga hacia unos sacos el producto terminado llamado "harina de tortave", el cual es un ingrediente más, en la fabricación de concentrados para tilapia, ganado vacuno o cerdo.

Tratamiento de Aguas Residuales

El proceso de la planta AS OROS, presenta un consumo de agua bastante considerable, al llevarse a cabo matanzas de cuarenta mil pollos por día, si se toma en cuenta que por cada pollo se consume aproximadamente 28 litros de agua. Toda esta cantidad de agua contaminada no se puede descargar en el exterior, ya que provocaría una multa de gran proporción por parte del Ministerio de Salud al estar contaminando el medio ambiente.

Es por ello que dicha agua es conducida por medio de tuberías hacia unas fosas que poseen un tamiz giratorio el cual filtra todos los desechos sólidos que vienen con el fluido. Posteriormente se transporta a una serie de piletas con el fin de inyectarle químicos especiales.

Luego del tratamiento químico, el agua es bombeada hacia un flotodecantador (DAFF) el cual mediante un tamíz hidrostático y varios filtros, le hacen extraída la grasa, la cual se desecha por aparte.

Al terminar el proceso en el DAFF, se envía el agua hacia una laguna de oxidación, en la cual varios aireadores y filtros terminan de obtener los parámetros que el Ministerio de Salud exige, antes de descargarla al exterior.

5.4. HACCP

El papel principal de los involucrados en la producción de alimentos es - sin lugar a dudas - la protección de la salud del público consumidor. Es cierto que el trabajo involucra aspectos económicos, legales y administrativos; pero el objetivo principal debe ser el proteger a las personas contra el peligro de la enfermedad producida por la contaminación de los alimentos, ya sean microorganismos, toxinas o sustancias venenosas. Para lograr este propósito se debe mantener los alimentos libres de contaminación y evitar el desarrollo de bacterias que puedan llegar al alimento durante los procesos de almacenamiento, producción y venta.

Es por ello que la empresa Corporación PIPASA está implementando una marca certificadora de calidad en sus procesos productivos. En este caso se trata de el HACCP, la cual es un sistema productivo de control para la prevención de las enfermedades transmitidas por los alimentos, y sus siglas en inglés significan “Análisis de Riesgos en los Puntos Críticos de Control”.

Este sistema fue desarrollado en los años 60 por la NASA y Pinsbury Co para el programa de desarrollo de alimentos para el espacio; en los años 90 fue adoptado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y por el Servicio de Inspección, implementando el sistema en la evaluación de la calidad en los procesos de la industria cárnica.

La aplicación pretende definir en qué etapas de un proceso se debe aplicar métodos de vigilancia, asegurando que los riesgos asociados con el alimento se vean minimizados, neutralizados o eliminados.

La implementación de este control de calidad, lleva implícito un programa de sanidad, el cual ayuda a garantizar los alimentos libres de riesgos. Es así como se requiere de un procedimiento de organización estándar de sanidad, el cual pretende un conocimiento del control sanitario en la producción de la planta.

El desarrollar y describir un plan del HACCP, consiste básicamente en crear un diagrama de flujo, con el objetivo de analizar los riesgos y sus respectivas áreas críticas, que necesiten y puedan ser controladas.

5.5. Departamento de Mantenimiento

Funciones

El departamento de mantenimiento como tal, es indispensable en una industria y por ello cumple con una serie de funciones que permiten llevar a cabo el proceso productivo. Es por ello que coordina, organiza y distribuye todo lo relacionado a las tareas de mantenimiento autónomo, preventivo o correctivo de las maquinarias.

En este caso, AS OROS establece dentro de su estructura organizativa, al Jefe de mantenimiento en un mismo nivel al de los jefes tanto de oficinas administrativas como de planta. Es por ello que las respectivas funciones del departamento requieren de una buena administración y ejecución por parte de los involucrados, encabezados por el ingeniero a cargo.

Encargados y toma de decisiones

El departamento cuenta con 15 personas desglosadas en el organigrama expuesto anteriormente en la figura 1, donde sobresalen puestos como jefe, supervisor, mecánicos, electricistas, etc.

En lo referente a la toma de decisiones, la estructura organizativa dispone que las medidas a tomar dependen del grado de importancia, ya que se ven involucrados tanto los niveles inferiores como los superiores. Por ejemplo, si se una máquina de proceso presenta algún tipo de avería, Producción la envía al Departamento de Mantenimiento o informa a éste para su reparación.

El jefe de mantenimiento es el encargado y responsable de tomar decisiones en todas las actividades que realiza su departamento y en todo tipo de relación que se mantenga con cualquier tercero o contratista.

Tareas comunes

Los procesos productivos a los que son sometidos los pollos, utilizan máquinas muy complejas donde su buen funcionamiento depende del tipo de mantenimiento que se les brinde. Dentro de las tareas comunes del departamento de mantenimiento están:

- Administrar el “stock” de repuestos de las máquinas existentes.
- Cotización y compra de repuestos o materiales a los proveedores.
- Administrar y ejecutar todo lo relacionado con las órdenes de trabajo (OT)
- Reparación y mantenimiento del equipo de la planta.

- Velar por el correcto funcionamiento en los equipos mecánicos (vapor, aire comprimido, equipo frío), eléctricos (cableado, motores, iluminación, planta de emergencia), etc.
- Estructura física y mantenimiento de pintura del edificio.
- Coordina y resuelve las solicitudes de reparaciones y de mantenimiento hechas por los diferentes departamentos
- Sistema de iluminación y aire acondicionado de todas las oficinas administrativas y de la planta de proceso.
- Tramitación de facturas
- Análisis de los tratamientos de aguas residuales y laguna de oxidación.

Por otro lado el Jefe de Mantenimiento lleva el control de horas trabajadas por todos los operarios de este Departamento, asimismo debe asignar, coordinar e inspeccionar todos los trabajos de mantenimiento. Esta persona es llamada también a participar en los proyectos de la empresa junto con la Gerencia de

Formas de Comunicación

Hace un tiempo, el Departamento de Mantenimiento presentaba varios tipos y formas de comunicación, los cuales - dependiendo de la importancia del mensaje - se hacían de manera oral o escrita. Desde que se está procesando la obtención del Mantenimiento Clase Mundial (MCM), se implantó la comunicación de la “orden de trabajo” (OT), donde se harán los trabajos que únicamente vengán con la respectiva boleta de solicitud de trabajo, de lo contrario no se atenderá.

Otra manifestación de la comunicación escrita es la distribución de los trabajos pendientes entre el personal del Departamento, ya que el Supervisor o Encargado de Mantenimiento digita e imprime una hoja que se coloca en el taller, con el fin de informar al personal de los respectivos horarios y trabajos asignados a cada uno durante el día.

Normas de Seguridad

El taller de mantenimiento dispone de un equipo de seguridad personal, que incluye - entre otras cosas - lentes delantales de cuero, guantes, cascos y, para las zonas frías como las cámaras de refrigeración se utilizan capas protectoras.

Con el fin de evitar caídas, todos los empleados utilizan botas de hule y el uso de turbantes, gabachas y bozales es con fines de higiene en la producción.

Sistema de Mantenimiento

El tipo de mantenimiento utilizado en la planta es el correctivo, debido a que no existe tipo alguno de control periódico de inspecciones. En la actualidad el mantenimiento preventivo se da en una pequeña escala y para muy pocas máquinas.

Como ya se mencionó, PIPASA se encuentra en un proceso de acreditación como una empresa de mantenimiento clase mundial (MCM), es por ello que se están haciendo los trámites y procesando los proyectos que conducen a dicha calificación. Dentro de los peldaños que se tienen que superar, está la implementación de un “programa de mantenimiento preventivo” (PMP) de toda la planta, el cual es un proyecto a aprobar a corto plazo.

6. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO (PROYECTO #1):

“Control de calibración en las romanas de la planta para el programa de metrología”

6.1. Introducción

La Corporación AS OROS es procesadora de productos alimenticios, los cuales llevan un alto control de calidad asesorado por el HACCP (detallada anteriormente), la cual se dedica al control tanto de las máquinas críticas como eventualmente de los instrumentos metrológicos, utilizados durante el proceso que puedan conllevar a un producto contaminado.

Para ello, esta marca certificadora de calidad tiene clasificadas como máquinas críticas las que se incorporaron a un programa de metrología, el cual se encargará de llevar un registro de todo lo relacionado con la calidad del producto terminado, y los instrumentos de medición (termómetros, romanas, voltímetros, amperímetros, frecuencímetros, etc.) utilizados en el proceso, y los cuales requieren de una constante calibración.

Dentro de este programa, se solicitó al Departamento de Mantenimiento un control de reparación y revisiones generales de las romanas en la planta. Por ello, el primer proyecto realizado en la práctica profesional fue el montaje de este control para las romanas activas, que calificaron para el programa, tanto electrónicas como mecánicas (ver fotos) , ya que su utilización era de carácter urgente.

Tipos de Romanas



**Romana
Electrónica**



**Romana
Mecánica**

6.2. Problemática Actual

La empresa utiliza - en todo su proceso productivo - alrededor de 33 romanas entre mecánicas y electrónicas. Estas balanzas necesitan tener un ajuste o calibración perfecto para cumplir con las normas de producción y calidad establecidas. Es por ello que constantemente son sometidas a regímenes de mantenimiento preventivo o correctivo para lograr este cometido. Todas estas labores de mantenimiento son llevadas a cabo por contratación a terceros, los cuales se encargan de calibrar, reparar o revisar todo lo referente a las mismas.

Una vez concluido cualquier tipo de trabajo, la empresa contratada entrega un reporte, en el cual se detallan los aspectos relacionados en la operación, a que fue sometida la romana.

Básicamente, el problema radica en el almacenamiento de dichos registros de manera desordenada, el cual no distingue entre las romanas activas y las que salieron de funcionamiento, así como el resto de detalles que conforman un historial de reparaciones.

6.3. Objetivo General

Diseñar un control de calibración en las romanas activas – mecánicas y electrónicas - dentro de la planta (Anexo 1), que pueda retroalimentarse con información registrada y que funcione como un historial de reparaciones.

6.4. Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo general se requiere una serie de pasos, los cuales forman parte de los objetivos específicos citados a continuación:

- Establecer una codificación en cada una de las balanzas activas dentro de la planta, con el fin de avanzar en la implementación del Mantenimiento Clase Mundial (MCM).
- Realizar el plaqueo correspondiente en las romanas, para identificarlas en un momento determinado.
- Recopilar los datos técnicos de cada una de las balanzas, ya sea el peso máximo, incertidumbre, división de la escala, marca, modelo, etc.
- Llevar un control preventivo de las romanas.

6.5. Descripción del Proyecto

Básicamente este proyecto consistió en una serie de pasos, que requerían un trabajo tanto dentro de la planta como fuera de ella, donde según la sección en que se encontrara la romana, variaría la aplicación y el tipo (mecánica, electrónica, camionera) a utilizar.

Para iniciar con el proyecto, se recopilaron todos los registros existentes de todas las balanzas activas y no activas, los cuales se encontraban desordenados en varios ampos. En los registros se observaban datos como: fecha de realización, fallas reportadas, trabajos realizados, fecha de próxima calibración, # de reporte, etc.

Con todos los registros existentes, se procedió a acomodarlos con un orden lógico que consistía en clasificarlos por el tipo de romana, marca, modelo, # de serie, # de activo, y organizándolos según la fecha.

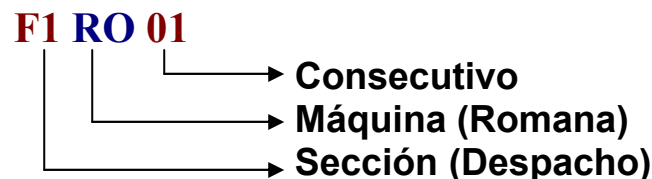
En el momento que se contó con todos los registros perfectamente ordenados y clasificados, se procedió a seleccionar las balanzas existentes o activas dentro de la planta, ya que existía información de romanas que habían dejado de funcionar o simplemente ya no formaban parte del proceso productivo. Para ello se hizo un trabajo de campo en el cual se recopilaran datos de las balanzas en uso como: números de activo y serie, modelo, marca, sección en la cual se utilizan, aplicación, etc.; los cuales servirían para ratificar la información del departamento y a la vez rellenar los campos cada de uno de los registros de calibración que se irían a diseñar posteriormente.

Una vez recopilada la información, se procedió a seleccionar los archivos de las balanzas identificadas en el trabajo de campo realizado, agrupando por separado las que eran activas y las que no.

La codificación respectiva de cada una de las romanas activas fue otro paso más dentro del proyecto, y significó llevar un control más ordenado y que facilitara su manejo. El criterio utilizado, para llevar a cabo la codificación fue el establecido por la Corporación PIPASA.

En primera instancia, se tenía que indicar el código de la planta, el cual se omitió por tratarse de información de manejo interno. La estructura siguiente involucraba al código de la sección con dos dígitos, seguidos de otros dos, que identificaban la máquina y cerrando con un consecutivo. A continuación se muestra un ejemplo, que ilustra de una mejor manera lo citado anteriormente:

Ejemplo



En el momento en que se contó con la codificación completa y revisada por el asesor profesional, se pasó a realizar el plaqueo correspondiente de todas las romanas de la planta, donde se buscó nuevamente cada una de ellas para estamparle el código asignado. Esto iba a ser de gran importancia, ya que de ahora en adelante los terceros que realizan las labores de mantenimiento a las balanzas, así como las personas que solicitan un trabajo en alguna romana, tendrían que identificar la balanza por su código, facilitando el control de calibración.

El paso siguiente fue llenar cada uno de los registros de calibración para cada una de las balanzas activas, separándolas por sección, con el historial de mantenimiento lleno (según los registros existentes).

Para dar el proyecto por concluido, se separó toda la información recopilada y los respectivos controles de calibración en dos ampos. Con el fin de facilitar su manejo, se ubicó al inicio de cada uno de los ampos, un índice de las balanzas que contenía, el cual indicara aspectos como: sección, código, marca, modelo y número de serie o activo.

7. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO (PROYECTO #2):

“Codificación de las secciones, máquinas y sistemas de la planta”

7.1. Introducción

Como se ha mencionado, la Corporación PIPASA se ha propuesto formar parte de un proceso con el fin de acreditarla como poseedora de un *mantenimiento clase mundial* (MCM). Para llegar a la culminación de este proceso, se requiere pasar por una serie de escalones en una pirámide (Anexo 2) dentro de las cuales se encuentran aspectos que conforman un MCM tales como formación de archivos técnicos, programa de cinco eses (5S), programa de mantenimiento preventivo (PMP) y codificación entre otros.

De esta manera, la Corporación ha establecido un cronograma de actividades referente al proceso, con el fin de ir culminando cada uno de los escalones en un determinado tiempo y un orden lógico.

Como la Corporación PIPASA está conformada por una serie de plantas de proceso a lo largo y fuera del país, este cronograma está administrado por el departamento centralizado de ingeniería que posee la empresa en sus oficinas centrales, ubicadas en San Antonio de Belén.

Este departamento de ingeniería se encarga también de corroborar cada uno de los avances presentados en las respectivas plantas. Para ello coordina reuniones, capacitaciones y auditorías que se detallan en un informe de los avances de la acreditación para el MCM.

Para finales del presente año, el “Matadero La Garita” se había comprometido en completar varios ladrillos de la pirámide del MCM. Dentro de los objetivos estaba la implementación de la apertura y cierre de las ordenes de trabajo (OT) además de la codificación de la planta.

Las ordenes de trabajo se venían ejecutando con éxito desde mediados del año 2002, quedando la codificación como el segundo proyecto detallado en este informe.

7.2. Problemática Actual

Como se ha indicado, se dispuso montar la codificación de la planta de proceso, ya que no se contaba con ningún tipo de avance o existencia que permitiera identificar algún equipo, sección o sistema de algo determinado.

Las plantas de la Corporación PIPASA requieren de tener identificado todo lo que concierne a la producción, con el fin de llevar un control en la compra de repuestos, intercambio de equipos internamente, elaborar un programa de mantenimiento preventivo, inventario por sección, etc.

De esta manera no se podía realizar eficientemente todas labores anteriormente citadas, y mucho menos avanzar en la obtención del MCM.

7.3. Objetivo General

Elaborar el Manual de Códigos de la Planta Procesadora de Aves AS OROS de la Corporación PIPASA.

7.4. Objetivos Específicos

- Codificar en la planta todo lo relacionado con las secciones, las máquinas y los respectivos sistemas de cada uno.

- Codificar las secciones, máquinas y sistemas de toda la planta en base al formato estipulado por la corporación PIPASA.
- Facilitar por medio de la codificación las labores del Departamento de Mantenimiento de AS OROS, implementando labores preventivas e historial de reparaciones.
- Avanzar un peldaño más de la pirámide que califica a la empresa como poseedora de un mantenimiento clase mundial.
- Iniciar el trabajo en otro peldaño, que consiste en el montaje de un programa de mantenimiento preventivo, donde dentro de sus requisitos está en contar con una codificación respectiva.
- Identificar las máquinas activas de la planta, agilizando las labores de inventario de equipo.

7.5. Descripción del Proyecto

Una codificación es la representación o designación de un objeto por medio de símbolos como números, letras, colores y figuras³, pero en este caso la corporación PIPASA ha establecido una normativa o formato con el objetivo de codificar todas sus plantas de la misma manera.

Por eso la codificación respectiva de las máquinas, sistemas y secciones se llevó a cabo mediante los datos suministrados por la Corporación en relación a los campos de cada código y el tipo de numeración o conjunto de letras que lo conformarán.

³ Folleto de Administración del Mantenimiento del Ing. Jorge Valverde, página 54, año 2001

La codificación tiene que llevarse a cabo con un orden lógico. Es por ello que se tuvo que determinar qué información se identificaría por medio del código.

El orden adoptado en cuanto a información, involucraba denotar en primera instancia la planta de proceso, seguido por la sección respectiva de la planta, donde si fuera el caso, se identificaría el tipo de máquina con su número y los sistemas contuviera.

Codificación de la planta de proceso

Esta parte del proyecto, ya estaba determinada por la Corporación, donde se encontraba identificado a el “Matadero la Garita” con el código de planta número 03.

Cada uno de los códigos de la planta tiene que contar en un inicio con el respectivo código de planta, el cual se omitió para efectos del proyecto. Esto fue porque se trata de una información de carácter interno del matadero en primera instancia, y sería el mismo código de planta (03) para todos. Cabe mencionar que si se tuviera que entregar alguna información a las oficinas centrales referente a la codificación, no se tendría que omitir dicho código.

Codificación de las Secciones

Como se observó en la descripción del proceso anteriormente detallado, el proceso que se le hace a los pollos se reparte en varias secciones, tanto desde su posición en pie hasta su final en producto terminado.

Esto fue de gran ayuda para determinar gran parte de las secciones existentes en la planta, quedando únicamente por recopilar las que trabajan de manera indirecta con el proceso como las salas de compresores o el cuarto de calderas.

El respectivo código para cada una de las secciones fue de dos dígitos, donde se utilizaron letras para el primero y números para el último.

Básicamente las letras se diferenciaban según el tipo de sección, agrupando a las secciones que tuvieran labores similares con una misma letra mientras que el número termina siendo un consecutivo (para evitar repeticiones) según de la cantidad de dependencias ubicadas en la misma sección.

En un ejemplo, el Anden de Pollo se determinó con la letra A y al ser la primera sección de esta letra lleva el número 1 para completar el código de sección respectivo.

A continuación se muestra un listado de todas las secciones con los respectivos códigos en la tabla 1.

Tabla 1.

Codificación de las secciones en la planta de proceso AS OROS

CODIGO	SECCION
A2	Andén pollo en pie
A3	Degolle
A5	Desplume
B1	Evisceración
C1	Chiller y menudos
F1	Empaque
F3	Marinados
E1	Cortes
F2	Empaque bandejas
G1	Deshuese
I1	Despacho
I2	Cámara mantenimiento fresco #1
I3	Cámara mantenimiento fresco #2
I4	Cámara mantenimiento fresco #3
J1	Cámara mantenimiento congelado nueva
J2	Cámara mantenimiento congelado vieja
K1	Túnel de congelación #1
K2	Túnel de congelación #2
T1	DAFF
T2	Laguna de tratamiento
S2	Rendering
Q1	Cuarto de transformadores
N1	Calderas
R1	Sala de compresores #1
R2	Sala de compresores #2
R3	Sala compresores de aire
R5	Torres de enfriamiento #1
R6	Torres de enfriamiento #2
U1	Romana camionera
V9	Tanque de búnker
V1	Pozos
A1	Refrescador
P5	Edificios

Tipos de Máquina de la planta de proceso

Cada una de las diferentes secciones goza de una gran cantidad de máquinas, donde su tipo varía según la parte del proceso en que se encuentre el pollo.

Es por eso que, antes de iniciar la codificación de las máquinas dentro de la planta se requiere de un formato para cada una de ellas. Para ello se hizo un estudio de los diferentes tipos de máquina existentes y así poder indicarle su respectivo código.

El proceso fue semejante al de las secciones, donde - en este caso - los dos campos respectivos se conformaron por letras, las cuales se combinarían de tal manera que no se repitiera el mismo código para dos tipos distintos de máquina.

Por ejemplo, a la hora de identificar un compresor de refrigerante se hizo con las letras “CR”, mientras que un compresor de aire se estableció como “CO”. De esta manera se codificó la totalidad de los tipos de máquina presentes dentro del proceso productivo y que se denotan a continuación en la tabla 2.

Tabla 2.

Codificación de los tipos de máquinas en la planta de proceso AS OROS

Tipo de Máquina	Código	Tipo de Máquina	Código
Aires acondicionados	AA	Línea de proceso	LI
Aturdidor	AT	Lavadoras (cajas,jabas,manuales)	LA
Aireador	AI	Módulo desbuchador	MB
Banda	BA	Módulo descloacador	MD
Botador de patas	BP	Módulo eviscerador	ME
Bomba	BO	Mód. quiebra pescuezo	MQ
Blow tank	BW	Máquina quita piel	MA
Banco de transformadores	BT	Molino	MO
Banco de capacitores	BC	Máquina de hielo	MH
Compresor de aire	CA	Mód. quiebra pescuezo	MQ
Cortador de patas	CP	Peladora (mollejas,auto,o manual)	PD
Cortador de pescuezos	CZ	Planta de emergencia	PE
Compresor de refrigeración	CR	Peladora de patas	PP
Chiller	CH	Páneles electricos	PN
Clipeadora	CL	Prensa	PS
Cocina (cooker)	CS	Recirculador	RC
Condensador	CO	Recibidor de líquido	RE
Caldera	CD	Romana	RO
Si. De porcionar (cort. Manuales)	CM	Selladora de bandejas	SE
Desplumadora	DE	Secador (aire,plumas)	SC
DAF	DA	Suavizador de agua	SU
Descolcador de pollo	DC	Cosedora de sacos	SA
Edificio	ED	Silo	SL
Escaldadora	ES	Torres	TE
Equipo de cocina	EC	Tornillo sin fin	TS
Equipo de oficina	EO	Tolva	TV
Equipo lavadora de pollo	EQ	Tamíz	TZ
Evaporadores	EV	Tanque	TA
Factor de potencia	FP	Unidad médica	UM
flotodecantador	FD	Abanicos(ventil.,ext.aire,turb)	VE
Herramienta de mantenimiento	HM		
Lavadora de ganchos	LG		
Lavadora de pollo (aut.,manual)	LP		

Codificación de las máquinas de la planta

Una vez que los tipos de máquina se encontraban con un formato específico, se inició las respectivas labores para la codificación de los equipos existentes en cada una de las secciones de la planta.

La estructura del código, básicamente se conformaba en un inicio con el código de la planta (03), que - como se indicó anteriormente - se omitió. Por ello, los primeros dos dígitos se utilizaron para exponer el tipo de máquina con sus respectivas iniciales, las cuales se determinaron anteriormente.

El código de la máquina, se finalizó con dos campos que correspondían al consecutivo de la máquina para la sección correspondiente. Esto con el fin de no formar códigos iguales dentro de una misma sección.

Por ejemplo, en la Sección de Cortes (código de Sección E1) se cuentan con siete sierras de porcionar (código de tipo de máquina CM), se identificaron de manera que la primera tuviera el código E1-CM01; mientras que la última utilizará el E1-CM07.

Es por ello que para realizar correctamente el proceso de codificación, especialmente la identificación del número consecutivo, se requirió hacer un trabajo de campo en el cual se recopilara una información que indicara los equipos presentes dentro de cada sección, registrando tanto su tipo como la cantidad.

Para efectos de ilustración, se detalló en la tabla 3 la codificación de la sección de Chiller y Menudos que contiene gran variedad de equipos.

Tabla 3.

Codificación de las Máquinas en la sección Chiller y Menudos de la planta de proceso AS OROS

<i>PLANTA</i>	<i>SECCION</i>	<i>TIPO MAQUINA</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>CODIGO</i>
03	C1	BA	Banda de empaque de menudos	C1-BA01
03	C1	BA	Banda de guindado de pollo	C1-BA02
03	C1	BO	Bomba de recirculación del Chiller	C1-BO01
03	C1	BO	Bomba de recirculación del Pre-Chiller	C1-BO02
03	C1	BO	Bomba de Cloro 1	C1-BO03
03	C1	BO	Bomba de Cloro 2	C1-BO04
03	C1	CH	Chiller	C1-CH01
03	C1	CH	Pre-chiller	C1-CH02
03	C1	CH	Chiller de menudos	C1-CH03
03	C1	CL	Clipeadora	C1-CL01
03	C1	ED	Edificio	C1-ED01
03	C1	LI	Línea de cortes	C1-LI01
03	C1	RO	Romana de producto	C1-RO01
03	C1	RO	Romana de producto	C1-RO02
03	C1	RO	Romana de producto	C1-RO03
03	C1	TZ	Tamíz (giratorio)	C1-TZ01
03	C1	VE	Abanico #1	C1-VE01
03	C1	VE	Abanico #2	C1-VE02
03	C1	VE	Abanico #3	C1-VE03
03	C1	IC	CORTINA	C1-IC01

Codificación de los sistemas en las máquinas de la planta de proceso

La estructura del sistema de codificación que la Corporación PIPASA estableció en todas sus industrias de producción, se basaba en una relación de uno a muchos. Esta disponía dividir las plantas en secciones y estas últimas en máquinas. Esto porque en una planta se ubican muchas secciones y en estas últimas se encuentran instaladas gran cantidad de máquinas.

Como existen máquinas que requieren diverso tipo de sistemas como eléctricos, mecánicos, de aire comprimido, de vapor, etc.; la siguiente relación de uno a muchos indujo a dividir los equipos en sistemas, siendo esta la última parte de este proyecto.

Primeramente se requirió identificar todos los tipos de sistemas involucrados en el sistema productivo, con el fin de codificarlos y así facilitar el manejo de la información que se indicaría en el manual de códigos.

Una vez que se tuvieron identificados por un código todos los sistemas, se podía iniciar el análisis para cada una de las máquinas. Los tipos de sistemas y sus códigos de identificación se resumen en la tabla 4, mostrada a continuación.

Tabla 4.

Codificación de los tipos de sistemas en la planta de proceso AS de OROS

CODIGO	DESCRIPCION
AP	Sistema de Agua Potable
AC	Sistema de Agua Caliente
VA	Sistema de Vapor
NE	Sistema Neumático
EL	Sistema Eléctrico
HI	Sistema Hidráulico
ME	Sistema Mecánico
TP	Sistema de Transmisión
ES	Sistema Estructural
GE	Sistema General
RI	Sistema de Refrigeración Industrial
RC	Sistema de Refrigeración Comercial

Seguidamente se realizó un análisis profundo en cada una de las máquinas, mediante catálogos, manuales, detalle de funcionamiento e información brindada por los mecánicos y encargados, con el fin de contar con una información que permitiera identificar cada uno de los sistemas presentes en el funcionamiento de las máquinas.

Al contar con toda esta información para todas las máquinas de la empresa, se incluyó en el manual de códigos y así se pretende mejorar las labores de análisis e identificación de fallas en cada uno de los equipos. La tabla 5 mostrada a continuación, ejemplifica la codificación de los sistemas en la Cocina #1 de la sección de sub-productos (Rendering), la cual lleva el mismo principio para el resto de los equipos.

Tabla 5.

Codificación de los sistemas de la Cocina de Vapor #1 del Rendering

CODIGO	MAQUINA	SISTEMA	DESCRIPCION
S2-CS01	Cocina # 1	EL	Panel de control
		ME	Motor, paletas, fajas, cadenas, muñoneras, válvulas de seguridad
		VA	Tubería de vapor, trampas de vapor
		ES	Cocina, compuertas, tuberías
		NE	Pistones, válvulas

8. INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO (PROYECTO #3)

“Rediseño del sistema de alimentación de agua hacia la planta”

8.1. Introducción

Con el fin de mejorar y asegurar una adecuada práctica profesional en las diversas ramas de la ingeniería, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA) ha establecido una serie de requisitos básicos, que aseguren una calidad adecuada en las obras. De ahí se reconoce que, la existencia de un abastecimiento seguro y suficiente de agua potable, así como el pronto y eficiente tratamiento de los desechos humanos, domésticos e industriales, son los elementos esenciales para llevar una vida con buena salud.

Para lograr esto, en los servicios de abastecimiento de agua potable y la disposición de las aguas negras deben existir conexiones entre el inicio de la alimentación y el destino respectivo por medio de tuberías, las cuales forman parte de un sistema de fontanería interna y accesorios en el interior, los cuales constituyen lo que se denomina “instalaciones hidráulicas y sanitarias”. Esto implica que, cualquier trabajo que involucre este tipo de instalaciones, se tiene que remitir al Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones para Costa Rica, elaborado por el CFIA.

En el último proyecto realizado en la Empresa AS OROS, se rediseñó el abastecimiento de agua de la planta, el cual incluía aspectos y situaciones que requerían utilizar dicho código y – prácticamente - todo su contenido se basó con el mismo.

8.2. Problemática Actual

Como se mencionó anteriormente, el agua es - dentro de la empresa - un elemento vital para su proceso productivo y prácticamente de ahí nace el interés de contar siempre con la cantidad necesaria del preciado líquido a fin de solventar las respectivas necesidades de la planta.

La situación de hoy en día es muy inestable, debido a que se presentan una serie de problemas periódicos que interrumpen o entorpecen el abastecimiento, y que constituyen el fundamento principal en el momento de justificar este proyecto ante la corporación.

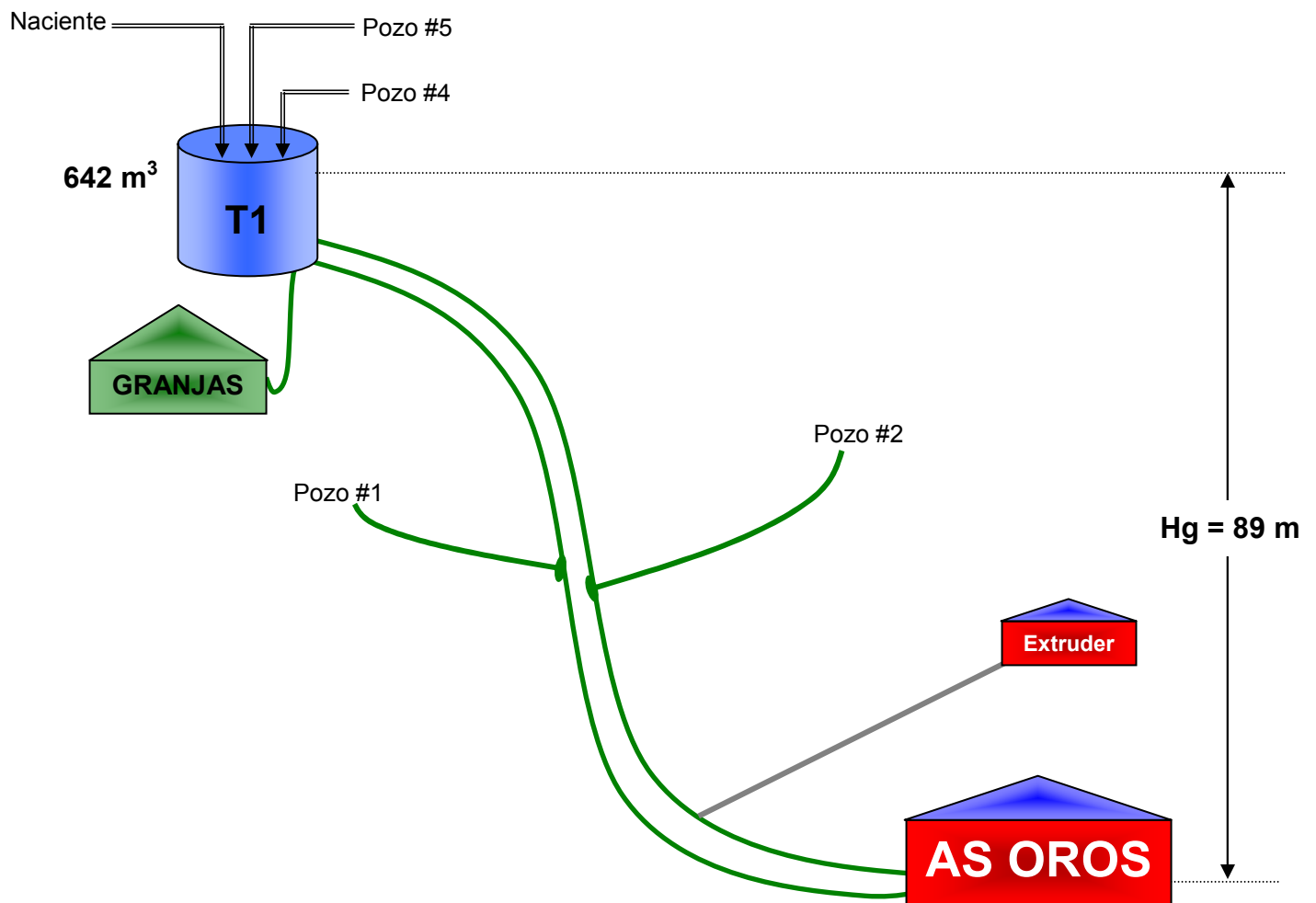
La alimentación de agua es proporcionada de varias maneras. Como se muestra en la figura 2, la situación actual denota el aporte de varios contribuyentes para tal fin.

La empresa cuenta con un tanque de 642 m³, el cual capta el aporte de la naciente “Los Llanos”, y dos pozos de profundidad. Existen otros dos pozos más, que inyectan agua a las dos tuberías que van hacia la planta. Esta tubería es de PVC con un diámetro de 3” , la cual se encuentra enterrada, y presenta una longitud de 1000 m. Cabe mencionar que, el agua que se transporta del tanque a la planta, utiliza prácticamente la diferencia de alturas existente, ya que la columna de agua provocada por el relieve del terreno es de alrededor 89 metros (ver topografía en Anexo 3).

Existe un tercer tramo de tubería que se utiliza para abastecer las granjas avícolas, en las cuales el consumo es mínimo con respecto al matadero.

Es así como en AS OROS se abastece de agua para un proceso que mata un promedio de 40 mil pollos diarios donde cada uno de ellos consume alrededor de 28 litros de agua.

Figura 2
Situación Actual



Como ya se mencionó anteriormente, este sistema presenta gran cantidad de problemas, los cuales son citados y explicados a continuación:

- En los días que no hay producción (domingos o feriados), el tanque se rebalsa, ya que no es capaz de captar el agua de los pozos y la naciente cuando no trabaja la planta, y no cuenta con dispositivo alguno que controle el nivel del tanque con el fin de apagar los pozos y cerrar el aporte de la naciente.
- En los últimos días de producción en la semana, llega el momento que hace falta el agua para cumplir con el proceso, obligando a la empresa a incurrir en un gasto adicional por la compra de la misma.
- Las tuberías que salen del tanque hacia la planta o granjas, como ya se mencionó, son de PVC y encuentran enterradas a lo largo del trazo de la misma, lo cual entorpece la localización de fugas en un momento dado.
- Los tramos de tubería que alimentan a la planta se encuentran sobrepresionadas por los pozos 1 y 2, siendo una de las principales causas de los fallos en las tuberías.
- Para los últimos ocho meses, en dichos tramos se localizaron alrededor de cinco fugas. La localización de las mismas se agilizó por el clima de esa época, ya que era verano y los lugares del potrero (donde pasa la tubería) que presentaran un zacate verde, daba los indicios de una presencia de fuga. Este método no se podía realizar en invierno, ya que la mayoría del potrero se encuentra verde y fresco para esa época.

- Otro problema de interrupción en el abastecimiento principal, es la formación de bolsas o tacos de aire en algún tramo de la tubería a causa de elevaciones de la misma. En el momento en que se forma dicho fenómeno, es muy engorroso eliminar el mismo, ya que se tiene que empezar por hacer purgas desde la planta hasta la toma de la naciente la cual se encuentra ubicada aproximadamente a 10 Km. de distancia.

8.3. Objetivo General

Mantener siempre la cantidad de agua necesaria para la producción, evitando su desperdicio y disminuyendo los costos respectivos.

8.4. Objetivos Específicos

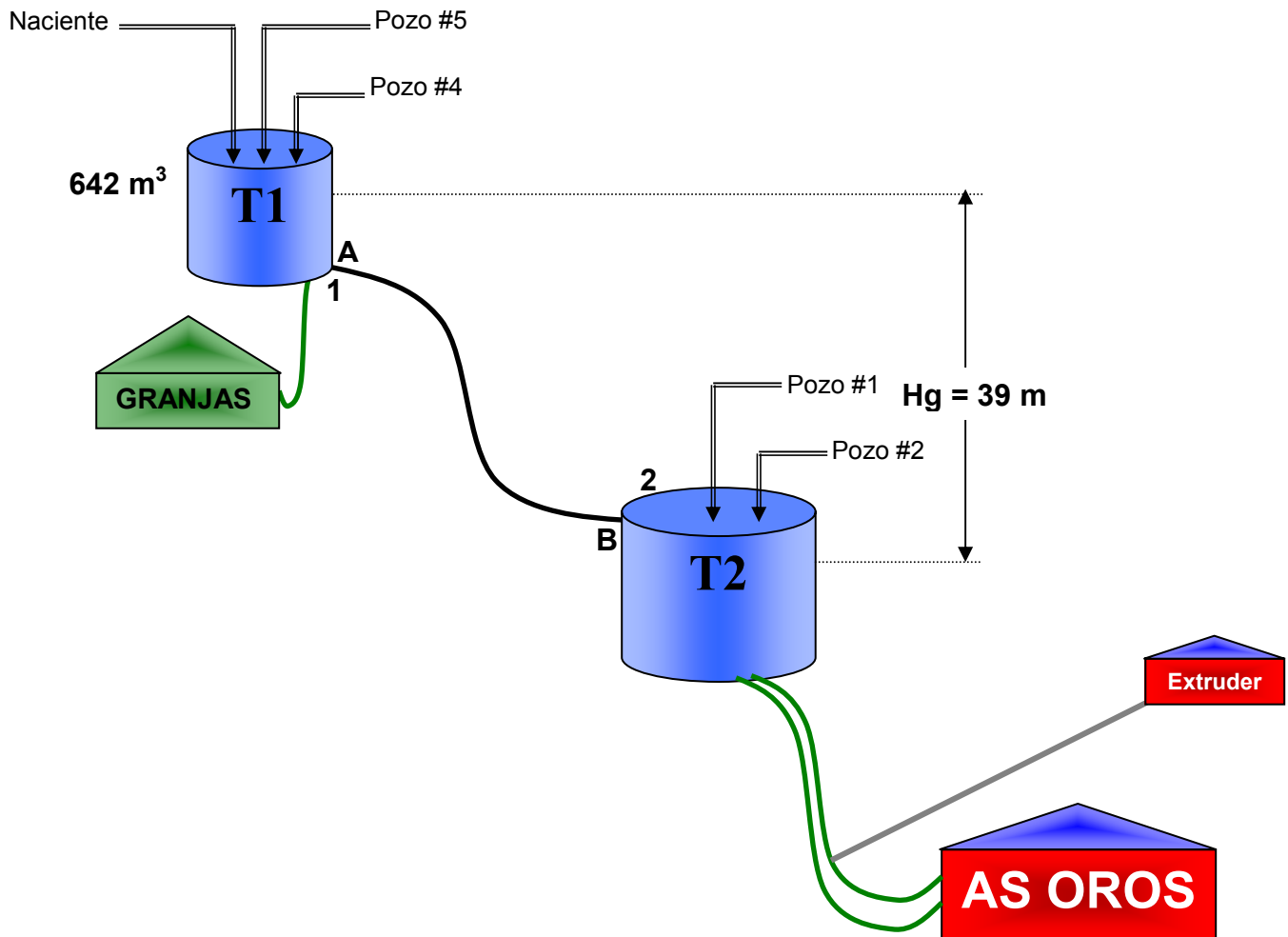
- Establecer un sistema de alimentación de uso diario, con el fin de mantener una reserva para cualquier emergencia.
- Captar el agua de los pozos y la naciente, sin llegar al punto de rebalse en el tanque.
- Eliminar el problema de la ausencia del mantenimiento preventivo y correctivo en las tuberías principales.
- Eliminar las posibles bolsas o tacos de aire que interrumpen el paso del agua.
- Dejar las previstas requeridas para una mayor producción en el futuro.

8.5. Descripción del Proyecto

Al analizar los objetivos propuestos, se hizo un estudio respectivo en el cual se plantearon posibles soluciones para la actual problemática de la empresa. Es por ello que se procedió a escoger el planteamiento que mejor se acercara al cumplimiento de los objetivos propuestos.

Al finalizar la selección, se obtuvo el modelo detallado a continuación en la figura 3:

Figura 3
Situación Propuesta



Observaciones

- Se plantea la construcción de un nuevo tanque (T2), el cual cumplirá funciones de uso diario y captará la contribución de los pozos 1 y 2, además de la cantidad de agua que suministre el tanque viejo (T1).
- El rediseño incluye una nueva tubería AB, la cual se instalará de manera elevada, con el fin de una mejor localización de fugas u otra fallas, además de permitir un control preventivo.
- En dicho tramo AB, se analizará la posible localización en puntos estratégicos, de mecanismos de venteo, los cuales descargan el aire presente dentro de la tubería y así, evitar los tacos o bolsas de aire en la misma.
- La elevación del tramo AB, será de 25 cm sobre el nivel del suelo, trazándola de igual manera que la cerca del potrero, con el fin de aprovechar la sombra de los árboles y no entorpecer las labores ganaderas de la finca.
- El material de las bases, soportes o abrazaderas, así como su respectiva separación; dependerán del diámetro de la tubería y el material de la misma.
- La tubería nueva no estará sobre-presionada, ya que los pozos 1 y 2 alimentarán al nuevo tanque de uso diario, descargando a la presión atmosférica.
- El tanque nuevo (T2) será de un material que mejor se amolde a los recursos disponibles, ya sea de concreto, metal o polietileno y será ubicado en un cerro detrás de la planta, a una diferencia de alturas de cuarenta y ocho metros.
- El modelo propuesto permite captar el agua de los días de no producción.

Una vez seleccionado el plan a realizar, se procedió a efectuar los cálculos pertinentes del tanque y de la tubería.

Tanque de uso diario

Para saber la capacidad que debe tener el nuevo tanque, se tuvo que analizar los caudales promedio los pozos y la naciente, los cuales están anotados en la tabla 6 y fueron extraídos del control de medición de aguas llevado por el Departamento de Mantenimiento (Anexo 3).

Tabla 6.

Caudales promedio de los alimentadores de agua en AS OROS.

Alimentador	Caudal Q (l/s)
Pozo # 1	158
Pozo # 2	117
Pozo # 4	114
Pozo # 5	74
Naciente	439

Al contar con todos los diferentes caudales, se pasó a calcular el caudal diario que requiere la planta en un día común de proceso, según el código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios (CIHSE) ⁴.

⁴ Artículo 6.35, página 36

$$Q_{Planta} = Q_{Pozo\#1} + Q_{Pozo\#2} + Q_{Pozo\#4} + Q_{Pozo\#5} + Q_{Naaciente}$$

$$Q_{Planta} = (158 + 117 + 114 + 74 + 439) \frac{m^3}{diarios}$$

$$Q_{Planta} = 902 \frac{m^3}{diarios}$$

Como se observa, el caudal máximo promedio que puede consumir la planta es la sumatoria del flujo entregado por la naciente y los cuatro pozos. Es por ello que se requiere de un tanque de uso diario que suministre dicho caudal.

El volumen del tanque, será el que entregue los 902 metros cúbicos en un día laboral. Es por ello que el Tanque T2, utilizando un sobre diseño de un 10% tendrá un volumen de:

$$V_{T2} = (902 * 1,1) \frac{m^3}{dia}$$

$$V_{T2} = 992,2 \frac{m^3}{dia}$$

Tipo de Tanque a utilizar

Como puede observarse, el tanque ronda los 1000 m³, brindando una mayor confianza en la producción, ya que en un posible caso (remoto) que se consumiera ese volumen, se contaría con los 640 m³ del tanque viejo.

Para el proyecto, se pagó a realizar un estudio de suelos en el lugar destinado al nuevo tanque, con el fin de asegurarse la suficiente resistencia del cerro en soportar la estructura del tanque como el contenido de agua.

Con respecto al tipo de tanque a utilizar, se solicitó una serie de cotizaciones o proformas (Anexo 3) a empresas dedicadas en la fabricación de tanques de metal y polietileno.

La mayoría de las empresas consultadas no trabajan con capacidades tan grandes, a menos de que se utilice un conjunto de varios tanques o importar el mismo del exterior. Es por eso que, la construcción del tanque se realizará utilizando concreto como material del mismo, de la misma forma en que se encuentra el tanque existente (T1).

El diseño del tanque de concreto se encargó a un ingeniero estructural que realiza este tipo de trabajos para la Corporación, y para ello se requirió contar con un estudio de suelos realizado por un topógrafo también contratado, con el fin de saber la resistencia con que cuenta el cerro donde se ubicará el nuevo tanque.

Una vez que el tanque de 1000 m³ se seleccionó, el siguiente paso fue determinar los aspectos relacionados con la tubería que conectarían los dos tanques. Para ello, se llevó un orden lógico con el fin de conocer el material, tamaño o longitud que se utilizarían.

Tipo de Tubería

Como se denotó con anterioridad, el sistema actual presenta muchos problemas en la tubería de PVC, a causa de la presencia de fugas por una mala instalación de las uniones y tramos reventados por el constante deslizamiento de los suelos. Pero éstos constituyen solo una parte de la toda la problemática existente, ya que lo principal recae en la dificultad para localizar fallas en cualquier parte del trasiego respectivo, por la sencilla razón de encontrarse enterrada sin ningún tipo de acceso.

Con el fin de dar por concluido esto último, se planteó montar una nueva tubería que conectara los dos tanques (T1 y T2), la cual estuviera a la intemperie, elevada a una distancia determinada del suelo. Con ello, las labores de mantenimiento (correctivo y preventivo) se mejorarían notablemente.

Material de la Tubería

Al tratarse de una tubería a la intemperie, se consultó a empresas como Amanco y Durman Esquivel que las fabrican en Plástico de Cloruro de Polivinilo (PVC), con el fin de conocer si manejaban algún tipo de tubería para utilizarla en ambientes exteriores. El interés estriba en todas las ventajas que presenta un sistema bien diseñado e instalado en PVC, como su bajo costo, poco mantenimiento y gran resistencia a la fatiga y corrosión⁵.

Los proveedores brindaron una respuesta negativa a la inquietud planteada, ya que ambos recomendaron no utilizar tubería de plástico en el proyecto, a menos de instalarla bajo la tierra siendo un proyecto poco innovador a la situación actual. Las principales razones para no utilizar PVC a la intemperie fueron la poca resistencia que presenta a los rayos ultravioleta de la luz solar, así como la vulnerabilidad de los golpes que le propiciara un cuerpo extraño o el mismo ganado del potrero.

Debido a la imposibilidad de utilizar una tubería de PVC, en el resto del proyecto se trabajó con hierro galvanizado, el cual se conforma de acero con un bajo contenido de carbono (0,1%) y recubierto de una película de Zinc que permite aplicarlo en instalaciones exteriores para el trasiego de agua potable.

Los diámetros reales en internos y externos de los conductos y tubos estándar de HG disponibles en el mercado, pueden ser bastante diferentes del tamaño nominal dado.

⁵ Folleto de Tuberías y Accesorios del Ing Juan Rojas Vargas, página 7

Para los tamaños disponibles todavía se utilizan las unidades en pulgadas para su pedido, a pesar de que la adopción del SI⁶ es una tendencia internacional.

El HG (hierro galvanizado) como material en las tuberías ha sustituido al hierro forjado en muchas aplicaciones. Junto con los tubos se proporcionan conectores estándar para una instalación adecuada, ya sea subterránea o no. Varias clases de tubos de HG están disponibles para su uso en sistemas que manejan un intervalo de presiones, donde se diferencian por el número de cédula. El Sch (# de cédula) es la razón entre la presión de trabajo y el esfuerzo hidrostático de diseño o punto de fatiga del material del tubo, es por esto que a mayor Sch se contará con una tubería con un grosor de pared mayor el cual soportará una mayor presión y por ende presentará un costo económico más elevado.

Trazo de la Tubería

La tubería nueva de hierro galvanizado no puede tener el mismo trazo que tenía la de PVC (vieja), ya que al ir elevada entorpecería las labores que se realizan en el potrero, además de interceptar varias calles de lastre que comunican a otras fincas.

Para seleccionar el trazo de la nueva tubería, se analizaron varios aspectos. Uno se centró en aprovechar al máximo la topografía del terreno con el fin de obtener una buena cabeza de agua entre los tanques. Por otro lado se quería poner la tubería de manera que su longitud fuera la mínima, a manera de disminuir los costos de la obra. Por último sobresalió el interés en ubicar la tubería de manera que se proteja al máximo de los rayos ultravioleta y cualquier tipo de golpe.

Una vez realizados todos estos análisis, se llegó a la conclusión de tirar la tubería con el mismo trazo que presenta la cerca de la finca (Anexo 3), ya que de esta manera la sombra de los árboles la protegen del sol, además de contar con una buena ubicación topográfica que a su vez la aleja del ganado.

⁶ Sistema Internacional de Unidades

Longitud de la Tubería

Para calcular los costos de la obra y las pérdidas en la tubería, es un requerimiento contar con la longitud de la misma. Por ello, en el momento que se determinó donde se instalarán los tramos, se hizo la medida respectiva ubicando estacas de madera cada cincuenta metros, con el fin de facilitar la medición. Al finalizar, se contabilizaron veintiséis estacas para una distancia de 1300 metros.

Tamaño de la Tubería

En la mayoría de los problemas concernientes al flujo de los fluidos en tubos implican la predicción de las condiciones en una sección del sistema, cuando se conocen las condiciones de alguna otra sección. En cualquier sección de dicho sistema, - por lo general - las principales preocupaciones recaen en la localización de datos de presión, velocidad del flujo y elevación de la sección⁷.

Para determinar el diámetro de la tubería se utilizó la ecuación general de la energía⁸, la cual es una expansión de la ecuación de Bernoulli⁹, que hace posible resolver problemas en los que se presentan pérdidas y adiciones de energía al trasegar un fluido no compresible.

La ecuación de la energía se aplica en dos puntos a convenir y permite explicar el cambio en las cabezas de elevación, de presión y de velocidad, además de tomar en cuenta las pérdidas o ganancias de energía entre los puntos analizados, de modo que la cabeza total permanece constante.

Cuando se traten flujos en conductos o tuberías, se supondrá que el fluido llena completamente el área de flujo disponible, o sea que el perímetro mojado será igual al perímetro del diámetro interno de la tubería a seleccionar, a menos que se diga lo contrario. Dicha ecuación se muestra a continuación:

⁷ Término utilizado para la distancia vertical de algún nivel de referencia a un punto de interés.

⁸ Mott, Mecánica de Fluidos, página 195

⁹ Mott, Mecánica de Fluidos, página 157

Ecuación de la Energía

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

donde al utilizar agua a 25 °C tenemos que:

P: Presión manométrica (mH₂O)

Z: altura geométrica (mH₂O)

V: Velocidad del Fluido (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

γ: Peso específico del fluido (9,78 kN/m³ para el agua, ver tabla en Anexo 3)

h_A: Adición de energía (mH₂O)

h_R: Remoción de energía (mH₂O)

h_L: Pérdidas de energía (mH₂O)

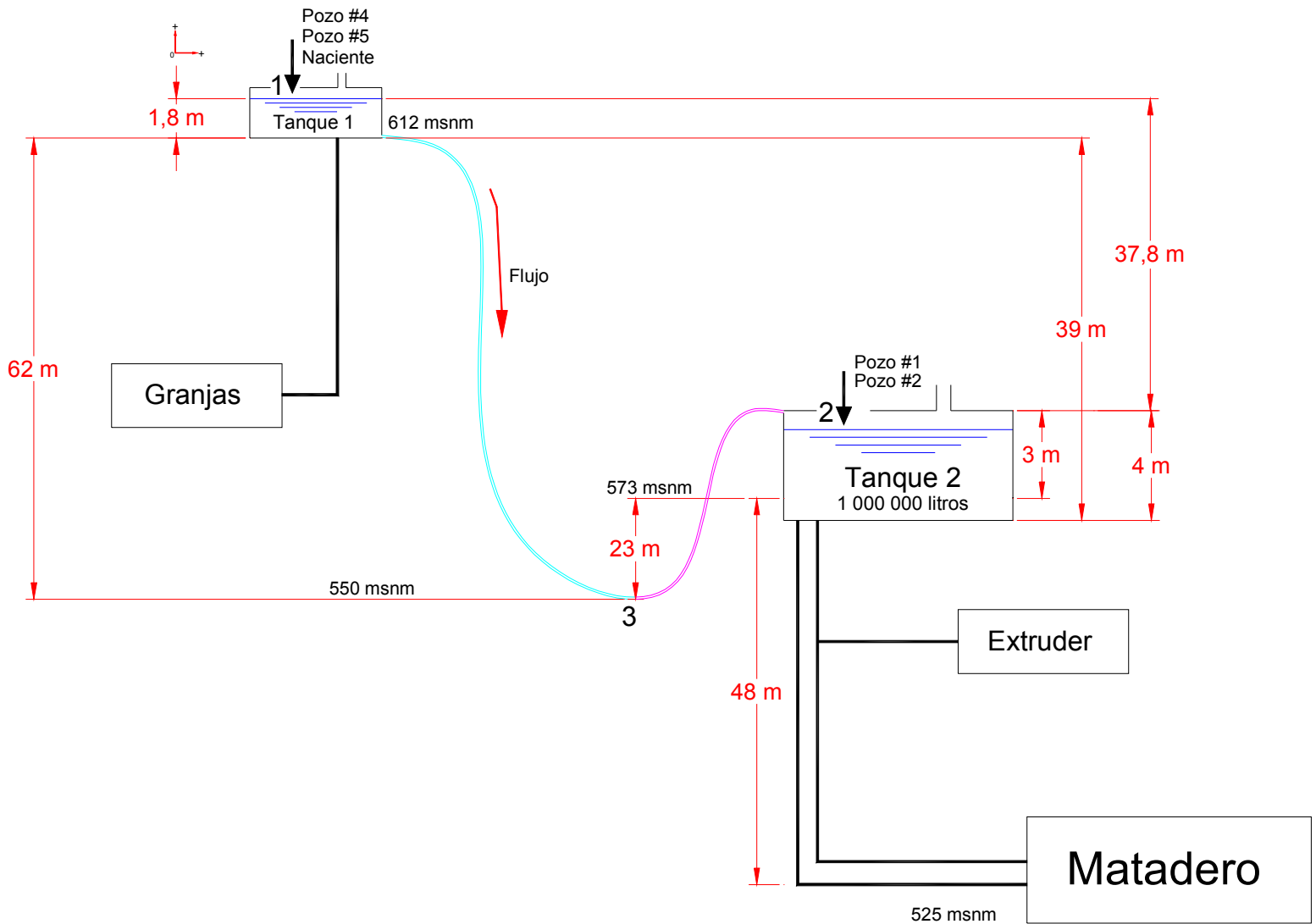
Cabe mencionar que Z se conoce como *cabeza de elevación*, el término $\frac{V^2}{2g}$ se le llama *cabeza de velocidad* y por último *cabeza de presión* es como se conoce al término $\frac{P}{\gamma}$. El término *cabeza* se refiere a una altura por encima del nivel de referencia y la suma de las tres cabezas anteriores serán la *cabeza total* del sistema.

Cálculo del diámetro requerido para la Tubería

Para el análisis pertinente que determinará el diámetro requerido, se utilizará el diagrama de la figura 4.

Figura 4

Rediseño de la Alimentación de Agua



El diagrama anterior (figura 4) muestra el estado topográfico de la planta y los tanques de almacenamiento de agua. En el sistema existe un tramo “crítico” (magenta), en el cual el agua tiene que llegar con la suficiente presión para elevarse una de altura de veintiséis metros.

Las secciones del sistema que se utilizarán en la ecuación de la energía están señaladas por 1, 2 y 3; donde las dos primeras serán las requeridas para determinar el diámetro correspondiente.

Por lo tanto al analizar 1 y 2 tenemos que:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Los puntos 1 y 2 se seleccionaron de manera que se conocieran la mayoría de los datos. Como puede observarse las presiones son la misma (Presión atmosférica), la cabeza de elevación está en el nivel de referencia y por lo tanto es cero. La velocidad de la columna del tanque 1 es de muy poca magnitud con respecto a la velocidad dos y por ello se desprecia. A todo esto se le asocia el no contar con ningún dispositivo mecánico como una bomba, que le agregue energía al sistema ($h_A = 0$); ni la presencia de algún mecanismo como un motor de fluido que remueva algún tipo de energía ($h_R = 0$).

Es por ello que:

$$\cancel{\frac{P_1}{\gamma}} + \cancel{Z_1} + \cancel{\frac{V_1^2}{2g}} + \cancel{h_A} - \cancel{h_R} - \cancel{h_L} = \cancel{\frac{P_2}{\gamma}} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

donde se obtuvo la siguiente ecuación simplificada:

$$-Z_2 = \frac{V_2^2}{2g} + h_L \quad (\text{Ecuación 1})$$

Básicamente, dentro de los datos restantes en la ecuación, Z_2 se determinará por la topografía del sistema y la aceleración gravitacional es constante ($9,81\text{m/s}^2$). Por otra parte, lo referente a la velocidad con que saldrá el fluido en 2 y las pérdidas de todo el tramo se identificaron por aparte.

Velocidad (V)

Los factores que afectan la elección de una velocidad de flujo satisfactoria en los sistemas de fluidos como el agua son numerosos. Algunos de los más importantes son el tipo de conducto o tubería, longitud del sistema de flujo, la caída de presión que puede tolerar, los dispositivos (como bombas, válvulas, etc.), la temperatura, presión y el ruido.

En un sistema de trasiego de un fluido como el agua, las pérdidas de energía y las correspondientes caídas de presión aumentan drásticamente a medida que aumenta la velocidad del flujo. Es por esta razón que es deseable mantener velocidades bajas. Pero debido a que los tubos y conductos grandes son más costosos, es necesario establecer algunas limitaciones.

Para el sistema de la figura 4, una velocidad de flujo razonable para el trasiego de agua entre dos tanques por medio de la fuerza de gravedad es de aproximadamente $1,5 \text{ m/s}$; siendo este el valor seleccionado para el diseño.

Pérdidas del Sistema (h_L)

Como se mencionó anteriormente, las pérdidas de energía en el sistema, son principalmente la causa de la fricción en los conductos y pérdidas menores producidas por accesorios como válvulas, uniones, codos, etc.

Es por ello que las pérdidas totales del sistema (h_L) serán:

$$h_L = h_f + h_S$$

donde h_f son las pérdidas de carga en la tubería y h_S la provocada en los accesorios.

Para efectos de diseño, se asumió que las pérdidas por accesorios serían un 10% de las de carga. De esta manera, las pérdidas totales serán:

$$h_L = (h_f) \times 1,1 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Como se cuenta con una topografía bastante favorable, el diseño se hizo de tal manera que los costos no fueran un impedimento a la hora de realizar el proyecto. Es por ello que las pérdidas con que contará el sistema serán las máximas y para lograrlo se consumirá toda la columna de agua en las mismas.

Para ello, basado en la información de la figura 4, tenemos que:

$$-Z_2 \geq \frac{V_2^2}{2g} + h_{L_{MAX}}$$

$$-(-37,8) \geq \frac{(1,5m/s)^2}{2 \times 9,81} + h_{L_{MAX}}$$

$$37,8 - 0,115 \geq h_{L_{MAX}}$$

$$h_{L_{MAX}} \leq 37,7mH_2O$$

Como puede observarse, las pérdidas no pueden ser mayores que los 38 metros de columna de agua, y con ello se hizo el cálculo respectivo del diámetro utilizando este valor dentro de la fórmula Hazen Williams¹⁰ expuesta a continuación.

Formula Hazen Williams

$$\frac{h_f}{L} = 10,675 \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

en donde:

L: longitud de la tubería (m)

h_f : pérdidas de carga (m H₂O)

Q: caudal de la tubería (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad (125 para HG según tabla 6.3 del Anexo 3)

D: diámetro interno de la tubería

¹⁰ Fórmula recomendada por el CIHSE, para calcular las pérdidas de carga. Artículo 6.20, página 30

Sustituyendo la ecuación 2 en 3, y simplificando esta última se llega al siguiente resultado:

$$\frac{h_f}{L} = 10,675 \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \Rightarrow h_f = 10,675 \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times L$$

Como

$$h_L = (h_f) \times 1,1 \rightarrow \frac{h_L}{1,1} = h_f$$

Tenemos _ que :

$$\frac{h_L}{1,1} = 10,675 \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times L$$

$$h_L = 10,675 \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times L \times 1,1 \quad (\text{Ecuación 4})$$

como el caudal está definido por la ecuación:

$$Q = A \times V \quad (\text{Ecuación 5})$$

donde V es la velocidad del fluido, A es el área transversal interna de la tubería y definida por la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Al sustituir la ecuación 6 en 5, se obtiene:

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \times V$$

$$Q = 0,785 \times V \times D^2 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Como se obtuvo el caudal en términos de la velocidad del fluido y el diámetro de la tubería, se procedió a encontrar las pérdidas totales sustituyendo la ecuación 7 en la 4.

$$h_L = 10,675 \frac{\left(\frac{0,785 \times V \times D^2}{C} \right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times L \times 1,1$$

Para realizar el cálculo, se hizo un proceso de iteración en la selección del diámetro interno de la tubería, donde se requería que produjera una cantidad de pérdidas totales que se acercara más al valor máximo permitido.

De esta manera para una tubería de 6" en HG cédula 40 y con un diámetro interno de 154 mm (tabla en Anexo 3), se obtuvo el siguiente resultado:

$$h_L = 10,675 \frac{\left(\frac{0,785 \times 1,5 \times 0,154^2}{125} \right)^{1,85}}{0,154^{4,87}} \times 1300 \times 1,1$$

$$h_L = 24,32 \text{ mH}_2\text{O} \leq h_{L_{MAX}}$$

El valor obtenido de las pérdidas totales está por debajo del máximo permitido, pero sin conseguir el objetivo de consumir al máximo la columna de agua brindada por el tanque viejo (T1) y la topografía del terreno.

Con el fin de utilizar otro diámetro más económico y que permita consumir más la cabeza en la sección 2 del sistema en pérdidas, y al no conseguirse en el mercado la tubería en hierro galvanizado de 5", se hizo el cálculo pertinente para una tubería de 4" en HG cédula liviana, la cual tiene un diámetro interno¹¹ de 106 milímetros.

$$h_L = 10,675 \frac{\left(\frac{0,785 \times 1,5 \times 0,106^2}{125} \right)^{1,85}}{0,106^{4,87}} \times 1300 \times 1,1$$

$$h_L = 37,6 \text{ mH}_2\text{O} \leq h_{L_{MAX}}$$

La pérdida total obtenida al utilizar tubería de 4", es prácticamente la que se deseaba por acercarse al valor de la máxima permitida. A razón de seleccionar este tamaño, disminuirían considerablemente los costos de la obra, que utilizando un diámetro de 6".

Se podría cuestionar que se maneja un grado de inseguridad al consumir la totalidad la cabeza de presión en 2, pero se toma en cuenta que las pérdidas en accesorios están con un valor poco modesto (10% de las pérdidas de carga), siendo éste a su vez, un tipo de porcentaje que aumenta la de seguridad del diseño.

¹¹ Valor obtenido de la tarjeta de consulta rápida del Ing. Juan Rojas Vargas.

Para seleccionar la tubería de hierro galvanizado de 4" con cédula liviana, fue necesario corroborar que la presión de diseño de la tubería soportara la presión máxima del sistema mostrado en la figura 4. Para ello se realizó la sumatoria de la presión estática y dinámica en el punto más crítico del sistema, el cual se denota con el número 3 en la figura 4.

Antes de realizar el cálculo, se consultó a la empresa TUBOTICO SA, la cual se dedica a la fabricación de tubos en HG, con el fin de saber el valor de presión a que se puede someter una tubería de 4" cédula liviana. El dato que brindó dicha empresa es de 1200 psi a condiciones normales de funcionamiento.

Al contar con el valor de presión máximo de la tubería, se pudo contar con un criterio más amplio en el momento de hacer la selección de la misma una vez realizado el siguiente cálculo basado siempre en la figura 4:

$$P_3 = P_{Estática} + P_{Dinámica}$$

$$P_3 = \rho_{agua} \cdot g \cdot Z_3 + \frac{V^2 \rho_{agua}}{2}$$

$$P_3 = \frac{997Kg}{m^3} * \frac{9,81m}{s^2} * 63,8m + \frac{1,5^2 m^2 * 997Kg}{2m^3 s^2}$$

$$P_3 = 625121,991 _ Pa$$

$$P_3 = 625121,991 _ Pa * \frac{1psi}{6894,75Pa}$$

$$P_3 = 90,66 _ psi$$

Al obtenerse un resultado bastante alejado del permitido, está confirmada la tubería de 4" en hierro galvanizado cédula liviana, para trasegar el agua entre los tanques (T1 y T2) del sistema de alimentación propuesto.

El caudal que entregaría la tubería seleccionada se esperaría que fuera mayor al consumido por la planta con el objetivo de que la velocidad de llenado sea mayor que la de vaciado y así asegurar que el tanque no se quede sin agua.

De esta manera, el caudal que se trasegará entre los tanques será de:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = V \left(\frac{\pi}{4} D^2 \right)$$

$$Q = \frac{1,5m}{s} (0,785 \times 0,106^2 m^2)$$

$$Q = \frac{0,013m^3}{s} * \frac{1000litros}{1m^3}$$

$$Q = 13 \text{ l/s}$$

Como se puede observar, el flujo de agua que descargará la tubería será de 13 litros por segundo y es mayor al caudal que conducen las tuberías que van hacia la planta de proceso, ya que en teoría conducirían el aporte de los pozos 4 y 5 además de el caudal de la naciente (tabla 1), los cuales suman alrededor de 8 litros por segundo.

Determinación del caudal promedio aportado

Para analizar más adelante los costos del proyecto realizaron varios aspectos con el fin de conocer el índice de consumo total de agua que presentaría la planta en un proceso real sin restricciones. Para ello se utilizó el mismo control de aguas que lleva el departamento de mantenimiento ya que incluye también los consumos del “Extruder”, las granjas y el ganado, los cuales promediados se resumen en la tabla 7.

Tabla 7.

Consumos aparte de la planta de proceso

Descripción Consumo (m3/día)	
Granjas	51
Extruder	22
Ganado	2

Con respecto a la planta de proceso, el consumo se calculó de manera diferente, ya que se utilizó un índice de consumo, “promediando” los litros por ave registrados en los informes de mantenimiento de los meses anteriores.

El gráfico del comportamiento de los consumos de agua, hechos para la producción, se muestra en el anexo 3; donde también se denota el valor promedio, el cual es de 25,9 litros por pollo procesado.

Estos casi veintiséis litros de agua por ave son los que consume la planta en la actualidad, sin embargo la escasez de agua en la actualidad es la razón principal para no incluir otros valores adicionales dentro de este índice. Tomando en cuenta la importancia de su inclusión, se realizó el cálculo respectivo, que se indica seguidamente:

Índice total del consumo de agua

Como ya se determinó, el índice promedio de la matanza es de 25,9 litros de agua por ave y esta estimación no es verdadera bajo condiciones normales y apropiadas de funcionamiento, ya que no están incluidas las renovaciones del chiller recomendadas por el HACCP, ni el consumo de la lavadora de jabas, la cual se encuentra actualmente desconectada, ya que la demanda actual no permite su utilización.

Es por ello que el índice total de la cantidad de agua consumida por pollo procesado es:

$$I_{Total} = I_{Actual} + I_{RCh} + I_{LJ}$$

donde

I_{Actual} : Índice de la planta (litros/ave).

I_{RCh} : Índice del faltante en las renovaciones del Chiller que recomienda el HACCP (litros/ave).

I_{LJ} : Índice del agua consumida por la lavadora de jabas (litros/ave).

Faltante en las renovaciones del chiller que recomienda la HACCP

El HACCP recomienda renovar el agua del chiller en 0,5 galones por ave, lo cual - en la actualidad - no se cumple, por la gran problemática que posee la Empresa en los recursos hidráulicos.

Hoy en día las renovaciones del chiller presentan un caudal de 0,5 litros por segundo, que al transformarlo a litros por ave¹² presentan el siguiente faltante:

$$I_{RCh} = \left(\frac{0,5gal}{ave} * \frac{3,785l}{1gal} \right) - \left(\frac{0,5l}{seg} * \frac{3600seg}{1hora} * \frac{1hora}{4920ave} \right)$$

$$I_{RCh} = 1,527 \text{ l/ave}$$

¹² Los cálculos se realizaron para una velocidad en la línea de 4920 aves por hora.

Consumo de la lavadora de jabas

Dado que no se cuenta con los catálogos de la bomba que alimenta dicha máquina, la determinación del caudal se hizo de forma experimental.

Para ello el tanque del cual la bomba succiona el agua se llenó una altura inicial ($h_i = 0,34$ m). Dicho tanque posee un área transversal de $1,824$ m².

Una vez que el proceso de llenado terminó, se encendió la máquina lavadora de jabas, donde la bomba empezó a trabajar, disminuyendo progresivamente el nivel del tanque.

Al contabilizar 2 minutos se registró el dato de la altura final ($h_f = 0,304$) apagando la máquina de inmediato. De esta manera, en base a los datos recopilados se procedió a calcular el caudal que requiere la bomba, el cual se muestra a continuación:

$$Q_{Bomba} = \left(\frac{AreaTransversal(m^2) * (h_i - h_f)(m)}{tiempo(min)} \right)$$

$$Q_{Bomba} = \left(\frac{1,824m^2 * (0,34 - 0,304)m}{2 \text{ min}} \right) * \frac{1000l}{1m^3}$$

$$Q_{Bomba} = 32,83 \text{ l/min}$$

Obteniendo el valor que consume la lavadora de jabas, se realizó el cálculo pertinente con el fin de conocer el índice de consumo hidráulico por ave, detallado seguidamente:

$$I_{LJ} = \frac{32,83l}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{4920 \text{ ave}}$$

$$I_{LJ} = 0,4 \text{ l/ave}$$

Por lo tanto, el índice total en el consumo de agua sería:

$$I_{Total} = I_{Actual} + I_{RCh} + I_{LJ}$$

$$I_{Total} = (25,9 + 1,527 + 0,4) \text{ l/ave}$$

$$I_{Total} = 27,9 \text{ l/ave}$$

Una vez finalizados los cálculos respectivos, se muestra a continuación una tabla “resumen” en la cual se encuentran recopilados los datos de mayor importancia dentro del rediseño.

Tabla 8.

Recopilación de los datos obtenidos

Dato	Valor
Q_{requerido}	10,44 l/s
V_{Tanque 2}	1000 m ³
h_{Lmax}	37,7 mH ₂ O
V	1,5 m/s
L	1300 m
I_{Total}	27,9 l/ave
↵Tubería	4"
h_L	37,6
P₃	91 psi
Q	13 l/s

9. ANÁLISIS DE COSTOS

Una vez seleccionados el tipo de tanque y la tubería que se instalarán, con el motivo de buscar la aprobación del proyecto por parte del comité ejecutivo de la corporación, se hizo un análisis de los ahorros, gastos e inversiones por medio de un análisis de costos, para concluir si el proyecto era rentable o no.

Se solicitó una serie de pro-formas a diferentes proveedores (Anexo 3) con el fin de hacer un análisis comparativo para seleccionar la opción más adecuada.

Una vez hecho el análisis, los resultados se incluyeron dentro un cuadro de inversiones, detallado a continuación en la tabla 9.

Tabla 9.

Cuadro de Inversiones del Proyecto

Descripción	Precio (I.V.I.)
Tanque de concreto de 1200 m3	¢20.000.000,00
Diseño del tanque de concreto	¢900.000,00
Estudio de suelos	¢134.000,00
217 Tubos de 4" en hierro galvanizado con rosca y unión	¢3.686.487,14
21 Codos de 45	¢39.629,10
1 Válvulas de globo de 4" en bronce con rosca	¢113.000,00
2 Válvulas de bola con rosca y en bronce	¢192.100,00
6 Uniones de tope	¢37.493,40
Instalación de la Tubería + bases y soportes	¢1.600.001,00
Sistema de control de nivel de los pozos	¢1.500.000,00
2 Bolas para control de nivel del tanque	¢300.000,00
Gastos legales	¢1.000.000,00
Imprevistos	¢500.000,00
TOTAL DE LA INVERSION	¢30.002.710,64

Como puede observarse, el proyecto requiere de una inversión de alrededor de treinta millones de colones, la cual se califica de rentable por los siguientes enfoques:

9.1. ENFOQUE 1

Este enfoque se basa principalmente en los volúmenes no aprovechados de agua, que hoy en día se realizan, ya que no solo afectan a la producción, sino que pueden acarrear otros problemas de orden legal.

Como se mencionó al inicio del proyecto, la producción de agua de los domingos no se capta de manera alguna, desperdiándose gran cantidad de agua proporcionada por los pozos, además del aporte de la naciente “Los Llanos”.

Cabe mencionar que todos los domingos a las ocho de la mañana inicia el rebalse del tanque, hasta las cinco de la mañana del lunes siguiente, que es cuando empieza el proceso, transcurriendo unas 21 horas de rebalse. A razón de calcular la cantidad de agua no utilizada, se realizó el siguiente cálculo:

$$V_{NC} = (Q_{Pozo\#1} + Q_{Pozo\#2} + Q_{Pozo\#4} + Q_{Pozo\#5} + Q_{Naaciente}) * tiempo$$

$$V_{NC} = ((158 + 117 + 114 + 74 + 439) m^3/dia) * \frac{1 dia}{24h} * 21 h_{rebalse}$$

$$V_{NC} \approx 790 _ m^3$$

donde V_{NC} es el volumen no captado por semana.

De esta manera, prácticamente el volumen requerido para un día normal de producción no se almacena. Esta es una observación de peso, ya que la empresa registra gastos millonarios anualmente (\approx \$13 millones, ver anexo 3), los cuales se ocasionan en los constantes requerimientos de agua en la planta.

Como el costo del metro cúbico en actualidad es de $\phi 1500$, prácticamente el costo de agua que no aprovechada mensualmente es:

$$\begin{aligned} \text{Costo}_{no_aprovechado}_{mes} &= V_{NC} * \text{Costo} * 4,33 \text{semanas} \\ \text{Costo}_{no_aprovechado}_{mes} &= 790 \frac{m^3}{semana} * 1500 \frac{\phi}{m^3} * 4,33 \text{semanas} \\ \text{Costo}_{no_aprovechado}_{mes} &= \phi 5.126.179,00 \end{aligned}$$

Al relacionar la cantidad económica en el volumen no aprovechado de agua y el monto del proyecto, se obtiene como resultado:

$$\begin{aligned} \text{T tiempo} &= \frac{\text{Monto}_{Pr oyecto}}{\text{Costo}_{no_aprovechado}_{mes}} \\ \text{T tiempo} &= \frac{\phi 30.000.000,00}{\phi 5.126.179,00_{mes}} \\ \text{T tiempo} &= 5,85_{meses} \end{aligned}$$

De esta manera se concluye que durante un semestre se estaría recuperando la inversión del proyecto.

9.2. ENFOQUE 2

Este análisis demostrará la rentabilidad del proyecto mediante una serie de argumentos, los cuales están basados en proyecciones futuras de la compra de agua por parte de la planta.

Hoy en día, según el índice de consumo actual, la planta consume 27.9 litros de agua por ave procesada, en matanzas que rondan los ochocientos mil pollos por mes. Para estas producciones se espera contar con un volumen mensual de:

$$\bar{V}_{mensual} = (\bar{V}_{Pozo\#1} + \bar{V}_{Pozo\#2} + \bar{V}_{Pozo\#4} + \bar{V}_{Pozo\#5} + \bar{V}_{Naaciente} + \bar{V}_{Tanque})_{mensual}$$

$$\bar{V}_{mensual} = \left(\left(\frac{(158+117+114+74+439)m^3}{1dia} * \frac{6dia}{1semana} \right) + \frac{630m^3}{1semana} \right) * \frac{4,33semana}{1mes}$$

$$\bar{V}_{mensual} \approx 26162 _ m^3$$

Como se observa, el volumen promedio (\bar{V}) de agua disponible para la planta es de prácticamente veintiséis mil metros cúbicos, para unas matanzas que requerirán de compra de agua.

Con el objetivo de proyectar la cantidad de volumen de agua, que se tendría que comprar, para las matanzas venideras, primero se consultó al Departamento de Producción sobre la cantidad de aves que se procesarán en los próximos meses. Los resultados se detallan en la tabla 10 y la gráfica que ilustra su comportamiento forma parte del anexo 3.

Tabla 10.

Proyecciones en la Producción de la Planta de Nov-02 a Sep-03.

Mes	Aves
Nov-02	825.271
Dic-02	937.030
Ene-03	774.983
Feb-03	699.060
Mar-03	882.032
Abr-03	862.401
May-03	1.021.213
Jun-03	975.373
Jul-03	963.293
Ago-03	1.008.194
Sep-03	935.582

Al no presentar la producción a futuro un comportamiento constante, el producto - entre el índice de consumo y dicha producción - brinda como resultado el volumen de agua esperado en cada producción, tomando en cuenta el volumen consumido por el “Extruder”, las granjas y el ganado.

Por ejemplo, en Junio de 2003 se tiene programado matar 975.373 pollos, que a un índice de 27,9 litros por ave, requerirá de un volumen de:

$$V_{Junio} = \left(\frac{975373 \text{ pollos}}{\text{abril}} * \frac{27,9 \text{ litros}}{\text{pollo}} \right) * \frac{1m^3}{1000l} + V_{Extruder} + V_{Ganado} + V_{Granjas}$$

$$V_{Junio} = 27212,9m^3 + \left(\frac{(22 + 51 + 2)m^3}{\text{dia}} \right) * \frac{7 \text{ dia}}{1 \text{ semana}} * \frac{4,33 \text{ semana}}{\text{abril}}$$

$$V_{Junio} = 29486 _ m^3$$

De esta manera, para el mes de junio se requerirán 29.486 metros cúbicos de agua para satisfacer un proceso productivo del que se dispone únicamente de 26.162 m³, lo cual evidencia un faltante de:

$$\text{Faltante}_{Junio} = V_{requerido} - V_{disponible}$$

$$\text{Faltante}_{Junio} = (29486 - 27212,9)m^3$$

$$\text{Faltante}_{Junio} = 3324,3 _ m^3$$

Esta cantidad de agua que faltará para el mes de junio (según las proyecciones), y hará incurrir a la Empresa en un gasto millonario, ya que si se considera el precio del metro cúbico a ¢1500 aproximadamente la compra proyectada será de:

$$\text{Costo} = \frac{\text{¢}1500}{m^3} * \text{Faltante}$$

$$\text{Costo} = \frac{\text{¢}1500}{m^3} * 3324,3m^3$$

$$\text{Costo} = \text{¢}4.986.445,00$$

Con el fin de obtener un criterio más amplio, a continuación se resume en la tabla 11 los costos de compra en agua, proyectados para los meses de noviembre de 2002 a septiembre de 2003. En el gráfico ubicado del anexo 3, ilustra claramente las compras esperadas para el mismo intervalo.

Tabla 11.

Costos Proyectados para la compra de agua

Mes	Aves	Consumo Esperado	Faltante (m3)	Compra
Nov-02	825271	25298,31	-863,55	¢0,00
Dic-02	937030	28416,39	2254,53	¢3.381.790,50
Ene-03	774983	23895,28	-2266,58	¢0,00
Feb-03	699060	21777,02	-4384,84	¢0,00
Mar-03	882032	26881,94	720,08	¢1.080.124,20
Abr-03	862401	26334,24	172,38	¢258.566,85
May-03	1021213	30765,09	4603,23	¢6.904.849,05
Jun-03	975373	29486,16	3324,30	¢4.986.445,05
Jul-03	963293	29149,12	2987,26	¢4.480.897,05
Ago-03	1008194	30401,86	4240,00	¢6.360.003,90
Sep-03	935582	28375,99	2214,13	¢3.321.191,70
			TOTAL	¢30.773.868,30

Con base en la tabla anterior, se observa que el proyecto propuesto posee un valor prácticamente igual a los costos proyectados para los próximos meses, ya que ambos rondan los treinta millones de colones. Es por ello que de aprobarse la propuesta se estaría recuperando la inversión aproximadamente en diez meses, lo cual indica que el proyecto es sumamente rentable para la Empresa.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

10.1. Proyecto 1

- Se hizo entrega de dos “amos”, los cuales se llenaron con toda la información necesaria para controlar lo relacionado con las balanzas activas de la planta. Dicho control se empezó a utilizar una vez entregado y se implementó de inmediato al funcionamiento del Departamento, el cual lo trabajará un tiempo antes de entregárselo a la gente de HACCP, donde se utilizará permanentemente.
- En estos momentos se cuenta con un registro de reparaciones de todas las romanas activas de la planta, el cual cumple un papel de relevancia dentro del mantenimiento general, ya sea preventivo o correctivo.
- Los datos de placa de todas las balanzas incluidas dentro del programa de calibración, se encuentran recopilados con el fin de utilizarlos como referencias en la toma de decisiones respecto de las mismas o en relación con terceros que brindan el mantenimiento.
- Las romanas dentro de la planta se encuentran codificadas en su totalidad y con su respectiva placa estampada en la carcasa, lo cual es de gran ayuda en el manejo de toda la información referente a cada una de ellas.
- Se recomienda reportar todo tipo de anomalía evidenciada por las personas, quienes vayan a llevar este control realizado en el proyecto.
- Mantener el orden establecido en los listados de cada uno de los “amos” entregados, para ubicar las balanzas cada vez que se retro-alimenta la información almacenada.

- Indicar la importancia de llenar los registros de calibración con una información verdadera, ya que los controles se podrían utilizar como base en una toma de decisiones y consultas, las cuales se verían entorpecidas con una información incierta.
- Revisar periódicamente que las placas de las romanas se encuentren bien adheridas en sus respectivas carcazas.

10.2. Proyecto 2

- Se hizo entrega al Departamento de Mantenimiento de la Planta Procesadora de Aves AS OROS del Manual de Códigos, ordenado por secciones de la planta, máquinas de las secciones y - por último - se clasificaron los sistemas de los quipos activos de la planta.
- Las secciones de la planta se encuentran debidamente identificadas, al igual que los equipos con sus respectivos sistemas.
- La codificación se encuentra basada en el formato que la Corporación PIPASA adoptó, con el fin de utilizarlo en todas sus plantas.
- Por medio de la codificación de la planta, las labores del Departamento de Mantenimiento de AS OROS se facilitan al implementar labores preventivas, correctivas y de historial de reparaciones.
- Se avanzó en un peldaño más de la pirámide que busca calificar a la empresa como poseedora de un mantenimiento clase mundial (MCM), y quedaron registrados los equipos activos, con los que la planta cuenta hoy en día.

- Se recomienda mantener el orden en el Manual de Códigos, para no entorpecer su manipulación.
- Para un futuro a corto plazo, es recomendable realizar el “plaqueo” correspondiente en cada uno de los aspectos involucrados en el manual, de la misma manera que se hizo con las romanas.

10.3. Proyecto 3

- Con el modelo propuesto, se eliminan los problemas de abastecimiento semanal en la producción, desarrollando un clima de más confiabilidad para la empresa.
- Al construir el tanque de uso diario (T2), el sistema de alimentación de agua es capaz de almacenar y captar todo el aporte de los pozos y la naciente, lo cual disminuye considerablemente los costos en la compra de agua.
- Con base al modelo propuesto, la planta contará con un sistema que se encuentra diseñado para soportar futuras ampliaciones en la producción, ya sea con la inclusión de más productos o establecer otro turno de matanza.
- Al contar con una tubería que se instalará de manera elevada, las labores de mantenimiento preventivo y correctivo se verán muy favorecidas.
- Ya que se trata de tubería de hierro galvanizado, se recomienda realizar las uniones de la tubería utilizando algún tipo de sellador (Teflón), con el fin de evitar fugas.

- Como la planta procesa productos alimenticios, el agua tiene que presentar un alto grado de higiene; es por eso el tanque de concreto tiene que aprestarse a los requerimientos del caso para su fabricación.

- La tubería que irá a la intemperie, debe estar protegida para golpes eventualmente ocasionados por objetos extraños y principalmente por el ganado vacuno.

- Se recomienda instalar mecanismos de control con el fin de arrancar y apagar las bombas de los pozos, además de brindar una mayor eficiencia al sistema y disminuir los costos en electricidad.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Mott, Robert L. “**Mecánica de fluidos aplicada**”. Prentice Hall, Cuarta Edición. México, 1996.

- Colegio federado de ingenieros y arquitectos de Costa Rica. “**Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios**”. Febrero, 1996.

- Rojas Vargas, Juan. “**Folleto de Tuberías y Accesorios**”.

12. ANEXOS

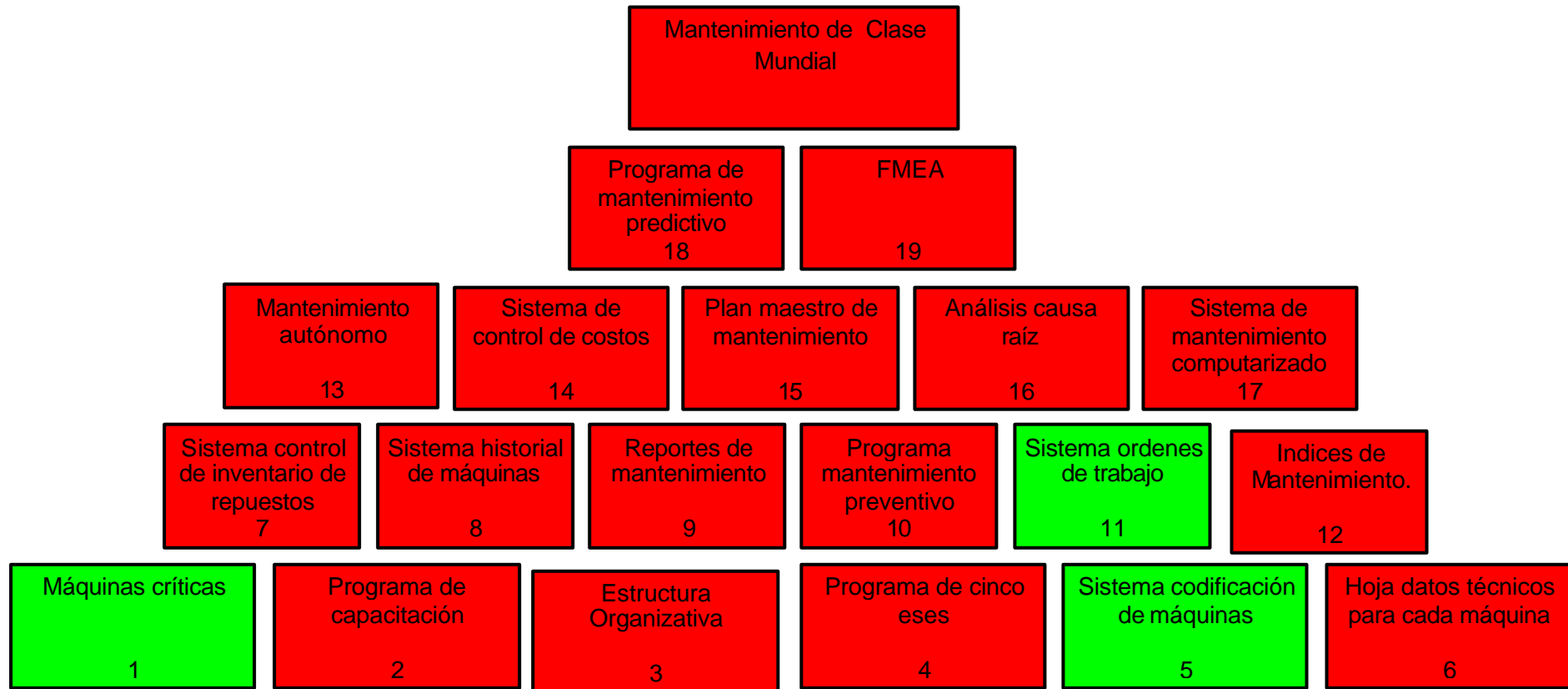
Anexo 1

Anexo 2

CORPORACIÓN PIPASA / CORPORACIÓN AS DE OROS

PIRÁMIDE DE MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL

1



Anexo 3

Turrúcares, Alajuela.
02 de octubre, 2002

Señor
Corporación Pipasa
Presente

Cotización

- Por instalar 1300 metros de tubería HG de 4", del tanque al cerro, atrás de la Planta.
- Sobre basas de concreto de 0.25 cms x 0.30 cms.

Costo materiales y mano de obra: ₡1 600 000⁰⁰
(Un millón seiscientos mil colones 00/100)

Nota: la corporación suministrará la tubería.

Duración de la obra: 4 semanas
Póliza # 9229253
Pago: A convenir.


Norberto Villalobos Santamaria
Constructor
Céd. 2-334-287
Tel: 487-7915-Cel: 389-3191

A.T.C. **TECNOVAL, S.A.**

Para nosotros es un placer servirte

Cod. Juridica. 3-101-159271-21

Tel. (506)286-2233 - Fax (506)286-2286

Email. tecnoval@mesa.co.cr

Oficina Ventas: 200 metro sur de rotonda Garantias Sociales, Zapata, San José

FACTURA

Proforma

40369

Fecha 24/10/2002

Señores	CORPORACION AS DE OROS, S.A.				Código	1060			
Dirección	OFICINAS CONTIGUO A PIELES COSTARRICENSES								
Telefono	293-4801	Fax	293-4971	Orden		Age.	6	Vend.	17
Atención	SR. SERGIO MORA								

Código	Cantidad	Descripción	Precio	Total
0103010028	217.00	TUBO HIERRO GALVANIZADO ASTM-A53 CED-40 4"	38,172.00	8,283,324.00
0504020028	6.00	UNION TOPE. HIERRO GALVANIZADO 150# ROSCADAS 4"	11,273.00	67,638.00
0204020028	25.00	CODO HIERRO GALVANIZADO 150# C/ROSCA 4" X 45S	7,810.00	195,250.00
1430010228	1.00	VALVULA GLOBO BRONCE 150V-300A MARCA MIPEL 004 4"	110,449.00	110,449.00
9901010901	2.00	VALVULA DE BOLA BRONCE 125# STARMET 4"	37,000.00	74,000.00

Adriana Romero Cortes
 Depto. de Ventas
 ES UN PLACER SERVIRLES

Observaciones	FAX: 487-7993	Subtotal	8,730,661.00
		Descuento	873,066.10
Tiempo Entrega	INMEDIATA	Subtotal	7,857,594.90
Vigencia	8 dias	Imp. Ventas	1,021,487.33
Forma Pago	CREDITO	Total	8,879,082.23

Vendedor	ADRIANA ROMERO C. EXT=330	Firma	Adriana Romero Cortes Depto. de Ventas
----------	---------------------------	-------	---

LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIAR SIN PREVIO AVISO, Y ESTAN SUJETOS A PREVIA VENTA.

Escribanos: atc@tecnoval.com
 o visítenos: www.tecnoval.com

ES UN PLACER SERVIRLES

TUBERIA SEGUN BS 1387 (UTILIZADA PARA LA TUBERIA GALVANIZADA)

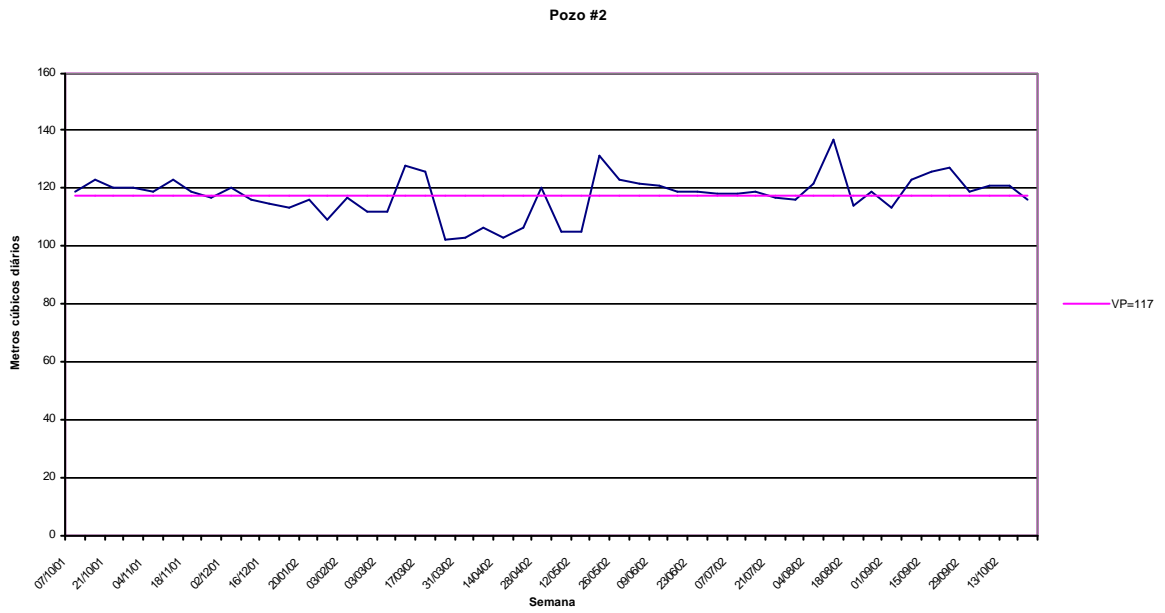
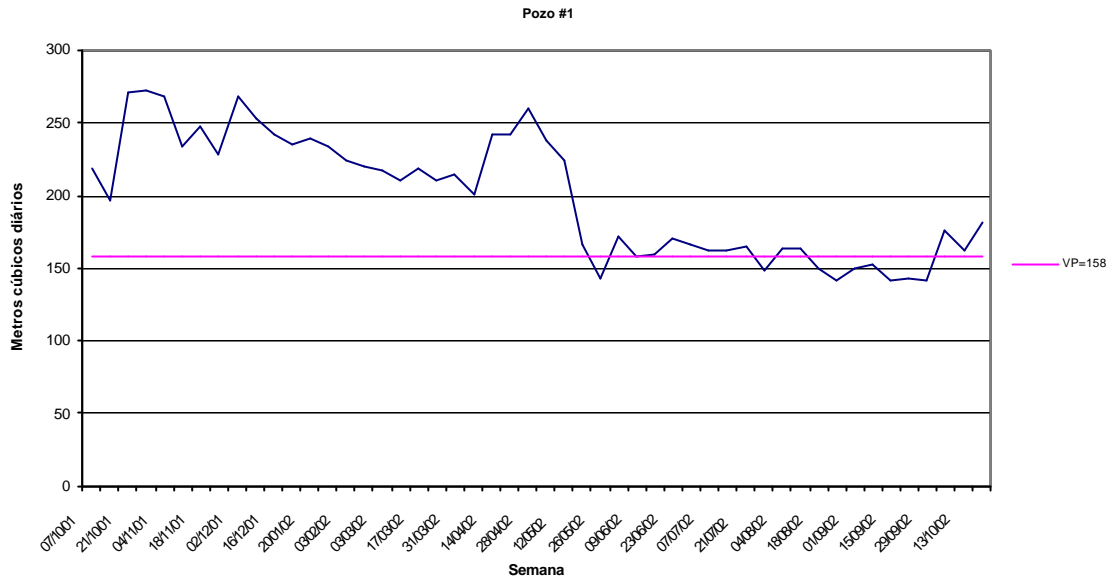
TUBO	TAMANO EXTERNO NOMINAL		DIAMETRO EXTERNO DEL TUBO NEGRO				Espesor de Pared		PESO DEL TUBO NEGRO					
			MAX.		MIN.				ESQUINAS LISAS			ROSCADO Y CON ACOPLES		
	in	mm	in.	mm	in.	mm	in	mm	ib/ft	kg/ft	kg/m	ib/ft	kg/ft	kg/m
* LIVIANO	1/2	15	0.841	21.4	0.825	21.0	0.080	2.00	0.640	0.290	0.952	0.646	0.293	0.961
	3/4	20	1.059	26.9	1.041	26.4	0.092	2.35	0.944	0.428	1.410	0.954	0.433	1.420
	1	25	1.328	33.8	1.309	33.2	0.104	2.65	1.350	0.612	2.010	1.360	0.617	2.030
	1 1/4	32	1.670	42.5	1.650	41.9	0.104	2.65	1.730	0.785	2.580	1.750	0.794	2.610
	1 1/2	40	1.903	48.4	1.882	47.8	0.116	2.90	2.190	0.993	3.250	2.220	1.010	3.290
	2	50	2.370	60.2	2.347	59.6	0.116	2.90	2.760	1.250	4.110	2.810	1.270	4.180
	2 1/2"	65	2.991	76.0	2.960	75.2	0.128	3.25	3.900	1.770	5.800	3.980	1.810	5.920
	3	80	3.491	88.7	3.460	87.9	0.128	3.25	4.580	2.080	6.810	4.690	2.130	6.980
	4	100	4.481	113.9	4.450	113.0	0.144	3.65	6.640	3.010	9.890	6.840	3.100	10.200
MEDIO	1/2	15	0.856	21.7	0.831	21.1	0.104	2.65	0.822	0.373	1.220	0.828	0.376	1.230
	3/4	20	1.072	27.2	1.047	26.6	0.104	2.65	1.060	0.481	1.580	1.070	0.485	1.590
	1	25	1.346	34.2	1.316	33.4	0.128	3.25	1.640	0.744	2.440	1.650	0.748	2.460
	1 1/4	32	1.687	42.9	1.657	42.1	0.128	3.25	2.110	0.957	3.140	2.130	0.966	3.170
	1 1/2	40	1.919	48.8	1.889	48.0	0.128	3.25	2.430	1.100	3.610	2.460	1.120	3.650
	2	50	2.394	60.8	2.354	59.8	0.144	3.65	3.420	1.550	5.100	3.470	1.570	5.170
	2 1/2"	65	3.014	76.6	2.969	75.4	0.144	3.65	4.380	1.990	6.510	4.460	2.020	6.630
	3	80	3.524	89.5	3.469	88.1	0.160	4.05	5.690	2.580	8.470	5.800	2.630	8.640
	4	100	4.524	114.9	4.459	113.3	0.175	4.50	8.140	3.690	12.100	8.340	3.760	12.400
	5	125	5.534	140.6	5.469	138.7	0.190	4.85	10.900	4.940	16.200	11.200	5.080	16.700
6	150	6.539	166.1	6.459	164.1	0.200	4.85	12.900	5.850	19.200	13.300	6.030	19.800	

* Fabricación nacional

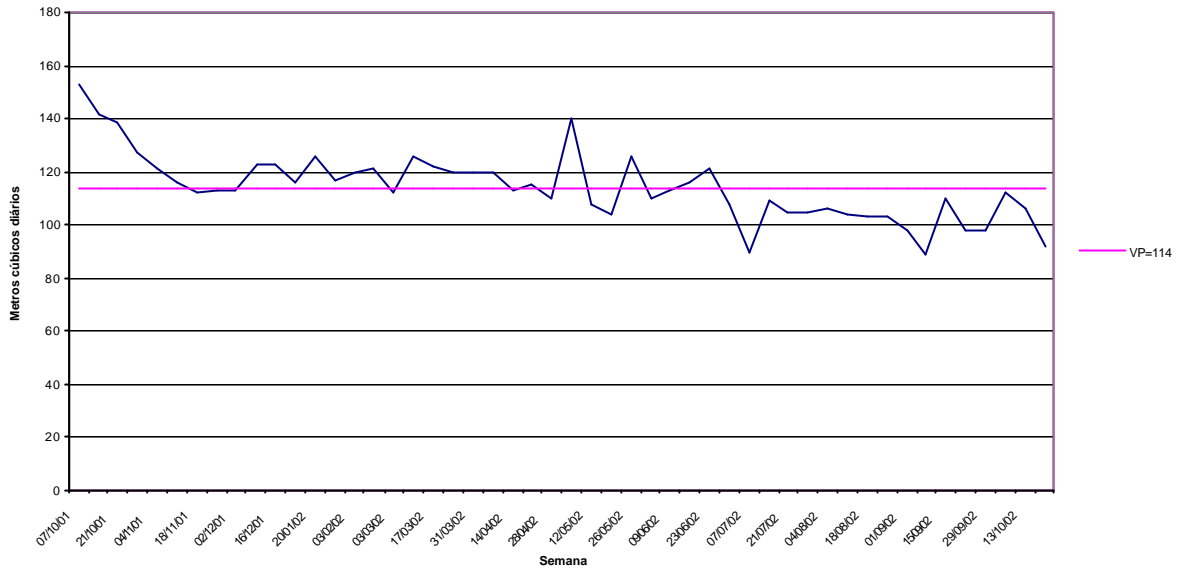
NOTA: Dimensiones y pesos de acuerdo al ISO R65

*Presión hidrostática de prueba 50 Kg/cm² (700 lbs/cm²)

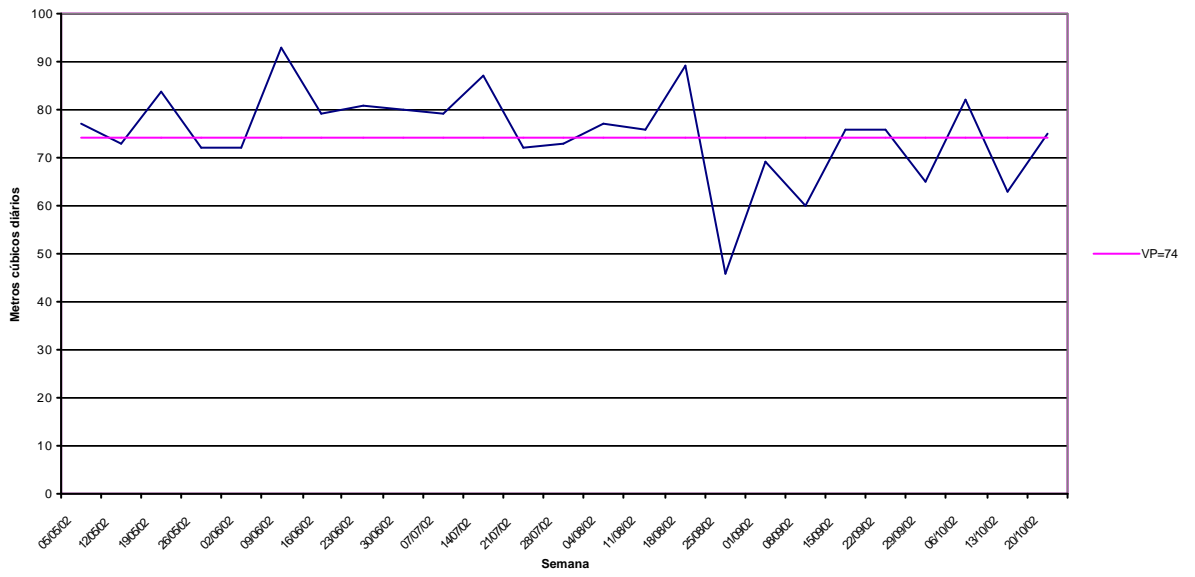
GRÁFICAS



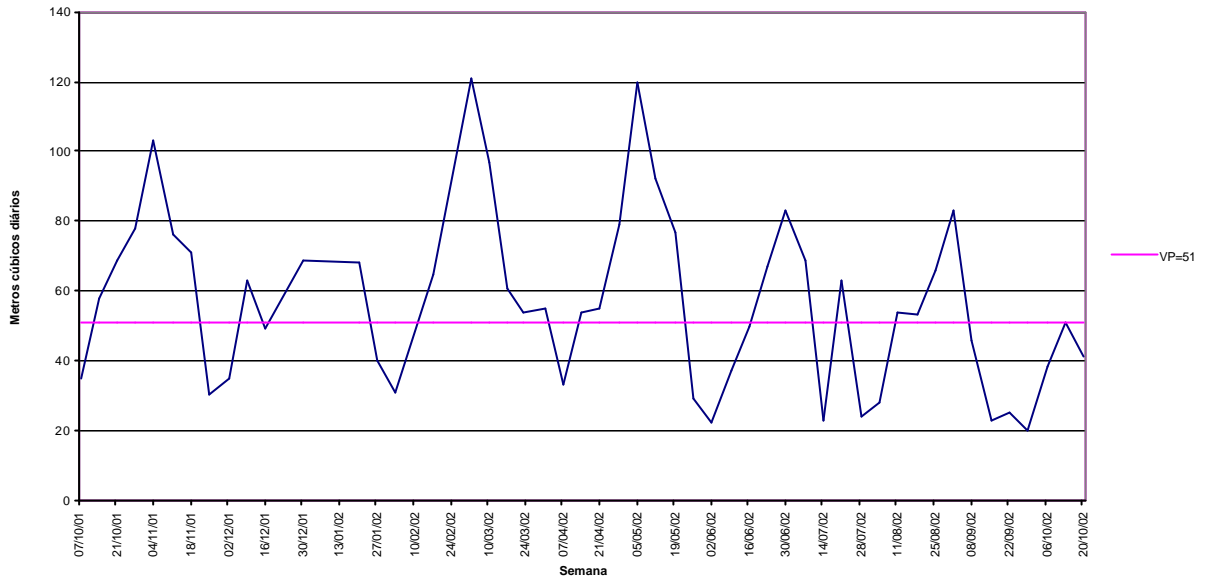
Pozo #4



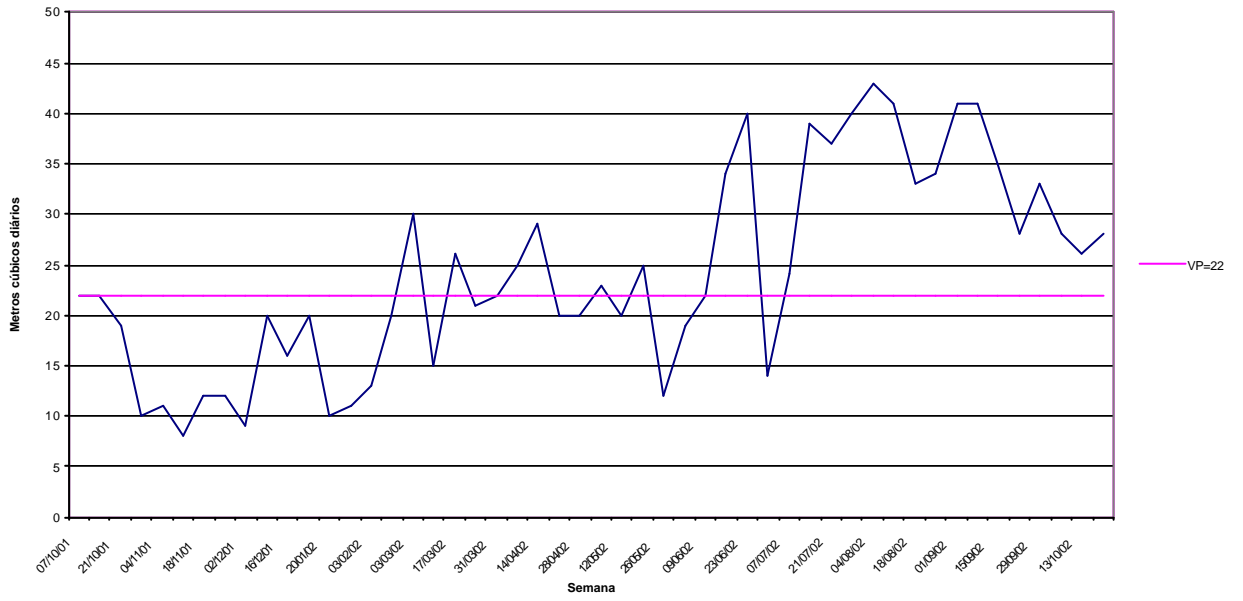
Pozo #5



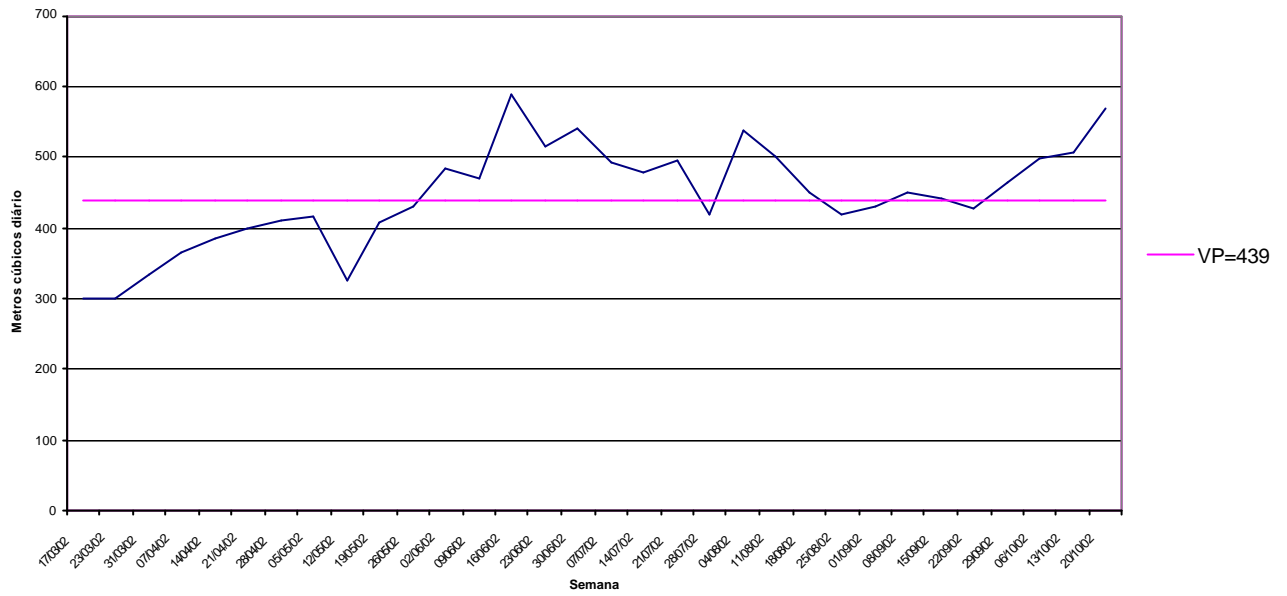
Granjas



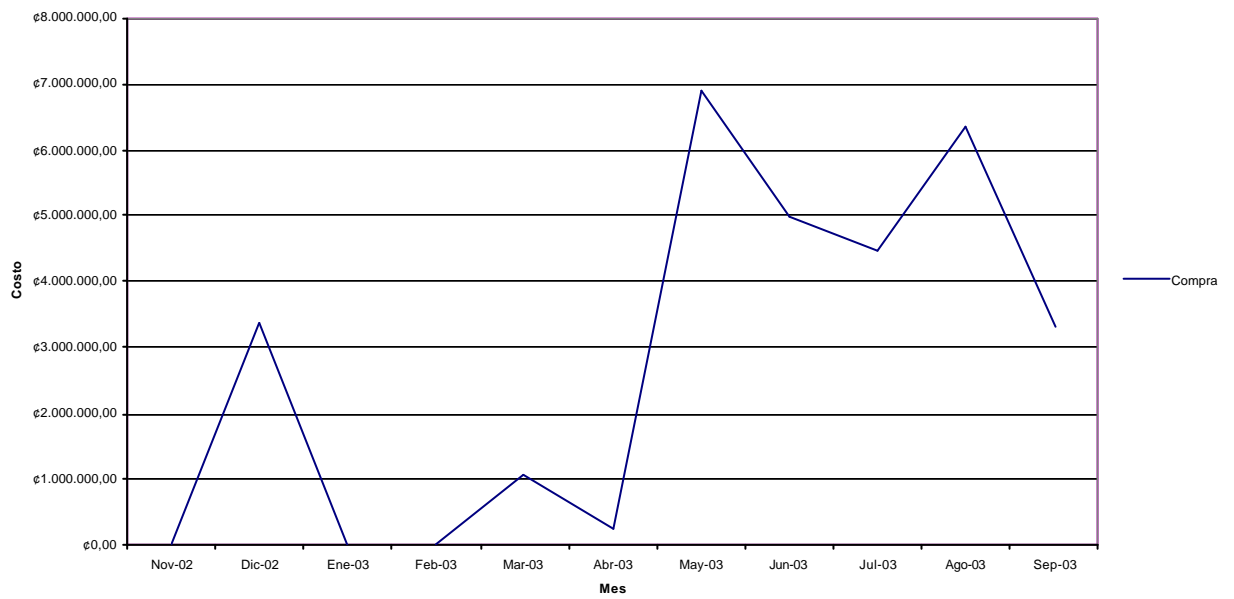
Extruder



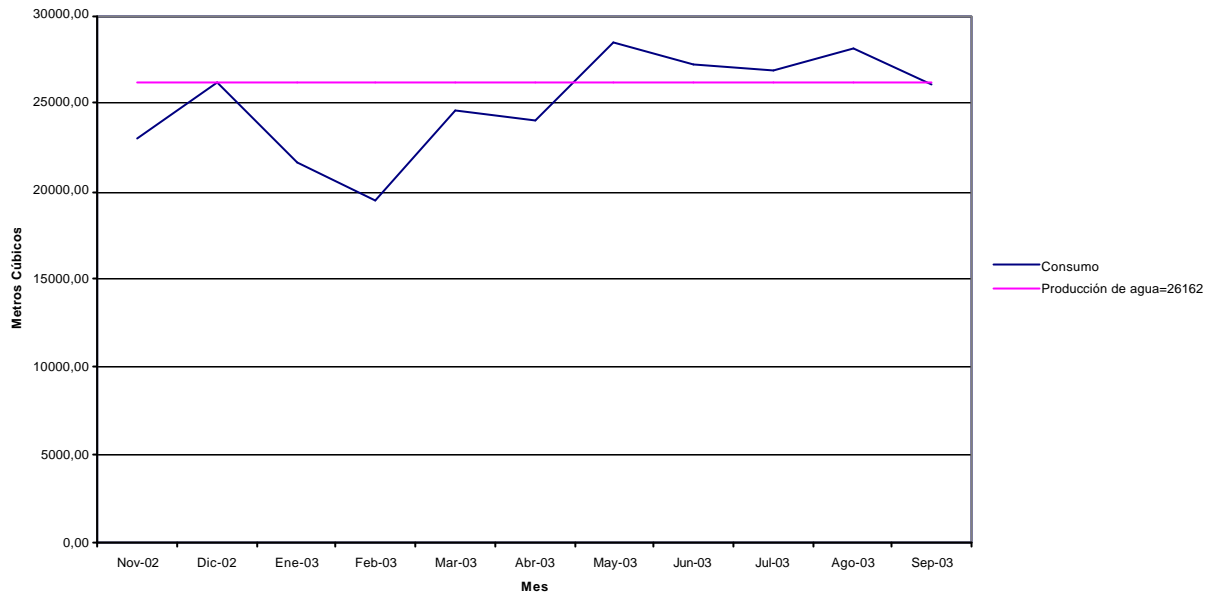
Naciente Los Llanos



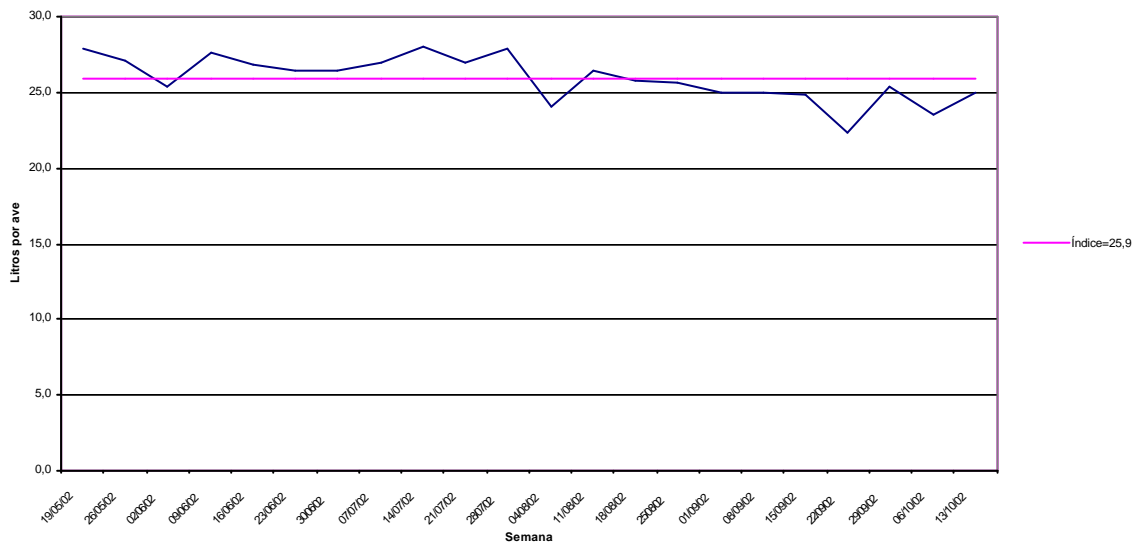
Compra Proyectada de agua



Producción Futura Proyectada



Índice de Consumo



Control de producción y consumo de agua
Planta de Proceso As de Oros

Semana del 24 al 30 de 06 del 2009.

166	Pozo #1		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	258458	6:25AM	769 M3
Martes	258623	6:10AM	768 M3
Miércoles	258797	6:05AM	768 M3
Jueves	258959	6:15AM	768 M3
Viernes	259124	6:20AM	763 M3
Sábado	259290	6:20AM	765 M3
Domingo	25952	4:00pm	764 M3

	Pozo #2		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	30492	6:25AM	778 M3
Martes	30910	6:10AM	778 M3
Miércoles	31098	6:05AM	780 M3
Jueves	31148	6:13AM	778 M3
Viernes	31266	6:20AM	776 M3
Sábado	31382	6:10AM	775 M3
Domingo	31543	4:00pm	766 M3

	Pozo #3		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	41993	6:25AM	777 M3
Martes	49104	6:10AM	770 M3
Miércoles	42274	6:05AM	769 M3
Jueves	42323	6:15AM	769 M3
Viernes	42432	6:20AM	763 M3
Sábado	42535	6:20AM	765 M3
Domingo	42685	4:00pm	765 M3

	Pozo #4		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	3967	6:25AM	84 M3
Martes	4045	6:10AM	82 M3
Miércoles	4124	6:05AM	79 M3
Jueves	4206	6:15AM	78 M3
Viernes	4284	6:20AM	79 M3
Sábado	4363	6:20AM	79 M3
Domingo	4481	4:00pm	79 M3

	Nacimiento 5		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	70385	6:25AM	503 M3
Martes	70888	6:10AM	515 M3
Miércoles	71403	6:05AM	517 M3
Jueves	71920	6:15AM	524 M3
Viernes	72444	6:20AM	517 M3
Sábado	72955	6:10AM	521 M3
Domingo	73506	4:00pm	525 M3

	Tanque		
	Centímetros	Hora	Observaciones
Lunes	705	6:25AM	
Martes	795	6:10AM	
Miércoles	795	6:05AM	
Jueves	780	6:15AM	
Viernes	755	6:20AM	
Sábado	730	6:10AM	
Domingo	7100	4:00pm	

	Granjas		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	23779	6:25AM	88 M3
Martes	23800	6:10AM	83 M3
Miércoles	23883	6:05AM	77 M3
Jueves	23960	6:15AM	87 M3
Viernes	24041	6:20AM	86 M3
Sábado	24127	6:10AM	195 M3
Domingo	24202	4:00pm	58 M3

	Extruder		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	5452	6:25AM	8 M3
Martes	5460	6:10AM	00
Miércoles	5460	6:05AM	molde
Jueves	5460	6:15AM	
Viernes	5463	6:20AM	002 M3
Sábado	5466	6:10AM	005 M3
Domingo	5471	4:00pm	007 M3

	Planta #1		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	417896	6:25AM	262 M3
Martes	418158	6:10AM	293 M3
Miércoles	418381	6:05AM	271 M3
Jueves	418652	6:15AM	291 M3
Viernes	418949	6:20AM	294 M3
Sábado	419184	6:10AM	249 M3
Domingo	419436	4:00pm	60 M3

	Planta #2		
	Metros cúbicos	Hora	Observaciones
Lunes	355606	6:25AM	403 M3
Martes	356009	6:10AM	402 M3
Miércoles	356471	6:05AM	424 M3
Jueves	356838	6:15AM	426 M3
Viernes	357264	6:20AM	425 M3
Sábado	357689	6:10AM	416 M3
Domingo	358105	4:00pm	791 M3

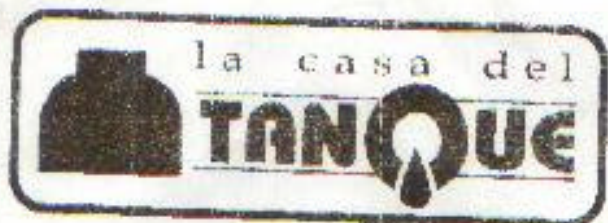
hora 4:00 PM
hora 4:00 PM

PERÍODO 01-02 VS 02-03
CUADRO COMPARATIVO PRODUCCIÓN
PLANTA DE PROCESO LA GARITA

MES	AVES EN PIE			KILOS EN PIE			KILOS EN CANAL		
	01-02	02-03	DIF.	01-02	02-03	DIF.	01-02	02-03	DIF.
OCTUBRE	898.380	971.529	73.149	1.852.700	1.991.634	138.934	1.406.620	1.493.726	87.106
NOVIEMBRE	885.560	825.271	-60.289	1.852.100	1.691.806	-160.294	1.402.510	1.268.854	-133.656
DICIEMBRE	916.070	937.030	20.960	1.950.610	1.920.912	-29.699	1.467.020	1.440.684	-26.336
ENERO	801.180	774.983	-26.197	1.718.130	1.588.715	-129.415	1.295.140	1.191.536	-103.604
FEBRERO	766.085	699.060	-67.025	1.609.370	1.433.073	-176.297	1.204.952	1.074.805	-130.147
MARZO	761.810	882.032	120.222	1.635.900	1.808.166	172.266	1.212.100	1.356.124	144.024
ABRIL	792.560	862.401	69.841	1.665.660	1.767.922	102.262	1.229.930	1.325.942	96.012
MAYO	851.996	1.021.213	169.217	1.870.219	2.093.487	223.268	1.393.183	1.570.115	176.932
JUNIO	766.643	975.373	208.730	1.686.468	1.999.515	313.047	1.276.984	1.499.636	222.652
JULIO	884.767	963.293	78.526	1.813.772	1.974.751	160.979	1.360.329	1.481.063	120.734
AGOSTO	936.700	1.008.194	71.494	1.920.235	2.066.798	146.563	1.440.176	1.550.098	109.922
SEPTIEMBRE	886.983	935.582	48.599	1.818.315	1.917.943	99.628	1.363.736	1.438.457	74.721
TOTAL	10.148.734	10.855.961	707.227	21.393.479	22.254.720	861.241	16.052.680	16.691.040	638.360

** En el caso del período 0-02, los datos de Octubre a Junio son reales. Para los meses de Julio a Setiembre se toman los datos presupuestados.

	01-02	02-03
Producción	16.052.680	16.691.040
Peso Promedio	2,11	2,05
Rendimiento Neto	75,04%	75,00%
Variac. Producc.		3,98%
Ventas	11.308,69	15.664,33
Variac. Vtas		38,52%



COTIZACION Fecha: 27 de Setiembre de 2002.

Para: Sergio Mora
 Cía: Corporacion As de Oros.
 Fax (506) 487-7993
 Tel: (506) 487-7715
 E-mail:

De: David Peña
 Dpto.: de ventas.
 Fax: (506) 226-5218
 Tel: (506) 227-3722
 E-mail: cotanque@racsa.co.cr

CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT	TOTAL
2	Tanques modelo 360 LSTP de acero galvanizado de 396.000 litros cada uno con recubrimiento para fondo y paredes. Diámetro 3.66 metros y 4.37 metros de alto	\$ 23.191.00	\$ 46.382.00
4	Tanques modelo 3004 LSTO acero galvanizado de 274.820 litros cada uno con recubrimiento para fondo y paredes. Diámetro 9.14 metros y 6.86 metros alto	\$ 14.058.80	\$ 56.235.22

- Los precios **NO** incluyen los impuestos de ventas
- Los tanque cuenta con garantía por defectos de fabrica.
- La materia prima de la tela de recubrimiento es aprobada por F.D.A.(Administración de Drogas y Alimentos de U.S.A.)
- Forma de Pago: 60 % anticipado y 40% contra entrega
- Tiempo de entrega: Cuatro semanas a partir de recibo de anticipo
- Lugar de entrega: En nuestra planta en Paso Ancho
- Validez de la oferta: 20 días naturales partir de esta fecha.
- Cada tanque cuenta con procedimientos para su instalación ya que vienen desarmados.

Sin mas por el momento y en espera de que sea de su agrado de despide

Atentamente

21 de octubre del 2002

Señor
Rov Ramirez
CORPORACIÓN PIPASA S.A.
Presente:
Estimado señor

La presente es para informarle sobre el presupuesto para la construcción del tanque de captación, que están proyectando construir en la Garita.

Ya fue elaborado el estudio de suelo en el cual me he basado para hacer el diseño del tanque para luego hacer el presupuesto.

La capacidad del tanque es de 1.200m^3 . Se ha escogido una altura libre de 4m y una base de 300m^2 con dimensiones en planta de 18.75 X 16m. Para sostener la losa superior se construirán 9 columnas dentro del tanque.

El costo del tanque es de $\text{¢}20.000.00$ (veinte millones de colones).

El costo de los honorarios profesionales para el diseño y los planos es de $\text{¢}800.000.00$ (ochocientos mil colones).

Sin otro particular, se despide de usted.

Atentamente,



Ing. Luis Zamora

A Propiedades del agua

SI [101]

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m ³)	Densidad ρ (kg/m ³)	Viscosidad dinámica μ (Pa · s) o (N · s/m ²)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

TRASAGUA

FECHA	FACTURA	MONTO
8/11/01	7798	494.208
28/12/01	8468	487.344
20/12/01	8463	250.538
25/12/01	8438	506.220
26/12/01	8340	324.324
18/1/02	8249	487.344
2/2/02	8489	482.196
7/2/02	8632	494.208
13Y14/02/02	8631	519.948
1/3/02	8785	487.344
6/3/02	8786	473.616
6/3/02	8787	487.840
6/3/02	8549	987.824
14/3/02	9154	494.208
22/6/02	9158	974.888
20/3/02	9155	490.776
3/6/02	9695	316.318
3/6/02	9696	408.408
3/6/02	9697	612.612
3/6/02	9698	408.408
3/6/02	9699	183.784
10/7/02	9306	383.856
10/7/02	9305	365.748
10/7/02	9303	288.076
15/7/02	9353	389.395
17/7/02	9354	481.698
20/7/02	9355	460.430
2/8/02	9858	271.577
12/8/02	9289	227.213
	TOTAL	13.690.292

TABLA 6.3
COEFICIENTES PARA FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS

Tipo de Tuberia	C
Hierro Galvanizado	125
Acero soldado nuevo	120
Acero soldado viejo	90
Acero soldado con revestimiento	130
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido viejo s/incrust.	110
Hierro fundido viejo c/incrust.	90
Plástico, PVC (D ≤ 38 mm)	140
" " (D > 38 mm)	150
Cobre y latón	130
Concreto acabado liso	130
Concreto acabado común	120

