

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **“ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE AGUA EN EL SISTEMA TUY III”**

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela

Por los Brs. Briceño A., Roger A. y  
Montilla N., Leonardo J. E.  
para optar al Título  
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2003

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **“ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE AGUA EN EL SISTEMA TUY III”**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Rafael D' Andrea

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Francisco Rangel

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela

Por los Brs. Briceño A., Roger A. y  
Montilla N., Leonardo J. E.  
para optar al Título  
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2003

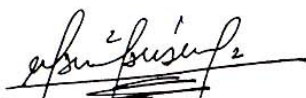
---

Caracas, Noviembre de 2003

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado, presentado por los Bachilleres Roger A. Briceño A., Leonardo J. Montilla N.. Titulado:

**“ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE AGUA  
DEL SISTEMA TUY III”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios, conducente al Título de Ingeniero Mecánico.




Prof. Mandel Martínez

Jurado



Prof. Cristóbal Quevedo

Jurado



Prof. Rafael D'Andrea

Tutor Académico

---

**Briceño A., Roger A.,  
Montilla N., Leonardo J. E.**

**“ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE AGUA  
EN EL SISTEMA TUY III”**

**Tutor Académico: Prof. Rafael D’Andrea. Tutor Industrial: Ing. Francisco Rangel. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2003,**

**159 Pág.**

**Palabras Claves: Estimación, Costos, Tuy, HIDROCAPITAL, Sistema de Suministro de Agua**

Este Trabajo Especial de Grado, tuvo como finalidad, estimar los costos de suministro de agua en los distintos puntos de entrega que se encuentran a lo largo del Sistema Tuy III, que inicia en el Embalse Camatagua y termina en los Tanques Morochos de Baruta.

En el desarrollo del trabajo, se recolectaron una gran cantidad de datos involucrados con el funcionamiento del sistema, siguiendo la Estructura General de Estimación de Costos, dentro de los cuales están: los costos directos, costos indirectos, costos generales, etc.

Luego de recolectar toda la información necesaria, se seleccionaron dos Criterios de Estimación de Costos, mediante los cuales se distribuyen de forma equitativa dichos costos. Estos criterios se fundamentan en: los costos anuales asociados al Sistema Tuy III, los kilómetros recorridos hasta los distintos puntos de entrega y el caudal de agua entregado.

**DEDICATORIA**

A mis padres, por haber sido un pilar fundamental durante mi desarrollo integral, y fuente de inspiración para lograr siempre mis metas. También son un apoyo para lograr mis aspiraciones, y esta es una de ellas, obtener el Título de Ingeniero Mecánico.

A mí hermana; la cual aprecio y quiero mucho, siendo ella parte de mi motivación para no decaer en momentos difíciles.

A mí Sobrina Deborah, por ser fuente de ternura e inocencia, la cual me llevo a pensar que para todo siempre hay una solución y también a sonreír más a menudo.

Roger A. Briceño A.

A mis padres, por haberme enseñado a conseguir lo que se desea con esfuerzo propio, honestidad y mucho trabajo y por siempre haberme acompañado en las buenas y malas ocasiones que en la vida se me han presentado, también por ser mi mayor apoyo no sólo a lo largo de mi carrera sino de mi vida, y por haber logrado formar ese hogar tan especial con amor y mucha comprensión. Gracias a ustedes soy quien soy y estoy logrando todo esto.

A mis hermanos, por siempre ser mis mejores amigos y apoyarme en todo momento. Esto es para que tengan presente que siempre se puede lograr con mucho esfuerzo lo que se desea de verdad.

Leonardo J. Montilla N

**AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme dado las fuerzas para alcanzar esta meta tan importante para mí y voluntad para seguir adelante.

A mis padres, gracias por haber tenido paciencia e inculcarme valor fundamentales que nunca olvidare durante mi vida y aplicarlos de una manera responsable para que siempre se sientan orgullosos de mi persona así como yo estoy de ellos.

A la Universidad Central de Venezuela, por haberme dado la oportunidad de desarrollarme de manera integral dentro de sus aulas, para llevar con orgullo el respecto que siento hacia ella, sé que nunca la defraudare.

A todos mis compañeros que conocí durante mi carrera universitaria, con los cuales compartí mis sueños y me dieron apoyo para nunca decaer en los tiempos difíciles.

A mi mejor amiga Mari, la cual respeto y admiro mucho. Ella sabe que siempre será una persona muy especial para mí.

Roger A. Briceño A.

En primer lugar le agradezco a Dios por haberme dado las fuerzas para alcanzar esta meta.

A la Universidad Central de Venezuela, porque en ella aprendí muchos de los conocimientos que tengo ahora y ahí fue donde realicé este sueño y en especial a todos aquellos compañeros que a lo largo de la carrera me apoyaron no sólo en los estudios sino también como amigos.

A HIDROCAPITAL, por haberme dado la oportunidad de realizar este Trabajo Especial de Grado, y a todas las personas que forman parte de la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor, quienes me ayudaron a aprender lo que es trabajar en una empresa aplicando todos los conocimientos adquiridos no sólo en la carrera sino en la vida, de forma especial a mis compañeros de oficina y amigos, Luis, Gabriel, Alexis, Luis Enrique, Nelson, Roberto, Nelly, Maria y en general a todo el grupo del Departamento de Producción por su apoyo, asesoramiento técnico, orientación y colaboración.

Al Ingeniero Francisco Rangel, por ser mi tutor industrial y por permitirme trabajar a su lado y en su equipo de trabajo logrando que aprendiera no sólo a realizar el trabajo especial de grado, sino también a trabajar dentro del grupo de Producción (“La Fábrica del Agua”), lo cual fue muy importante y valioso para mí.

Al profesor Rafael D’ Andrea, por ser mi tutor académico y por su incondicional compromiso por ayudar a completar el presente estudio de la mejor forma posible y en el tiempo previsto.

Leonardo J. Montilla N



**ÍNDICE**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>NOMENCLATURA.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>7</b>
<b>SUMINISTRO DE AGUA PARA LA ZONA METROPOLITANA .....</b>	<b>7</b>
<i>Fuentes que surten de agua el área Metropolitana de Caracas.....</i>	<i>8</i>
<i>Descripción de los Sistemas de Suministro de Agua .....</i>	<i>9</i>
<i>SISTEMA TUY I .....</i>	<i>9</i>
<i>SISTEMA TUY II.....</i>	<i>9</i>
<i>SISTEMA TUY III.....</i>	<i>9</i>
<i>Embalse Camatagua .....</i>	<i>15</i>
<i>Características de las Estaciones de Bombeo .....</i>	<i>16</i>
<i>ESTACIÓN DE BOMBEO 31:.....</i>	<i>16</i>
<i>ESTACIÓN DE BOMBEO MAMONAL:.....</i>	<i>16</i>
<i>ESTACIÓN DE BOMBEO 32:.....</i>	<i>17</i>
<i>ESTACIÓN DE BOMBEO 33:.....</i>	<i>17</i>
<i>Planta de Tratamiento Caujarito.....</i>	<i>17</i>
<i>Suministro de Energía Eléctrica.....</i>	<i>18</i>
<i>TRAMO CAMATAGUA-CAUJARITO (CAMATAGUA).....</i>	<i>20</i>
<i>TRAMO CAUJARITO-BARUTA (CAMATUY).....</i>	<i>20</i>
<i>PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO .....</i>	<i>20</i>
<i>Principales Activos Fijos que forman parte de Las Estaciones de Bombeo... </i>	<i>21</i>
<i>EQUIPOS PERTENECIENTES AL SISTEMA ELÉCTRICO .....</i>	<i>21</i>
<i>EQUIPOS PERTENECIENTES AL SISTEMA MECÁNICO .....</i>	<i>28</i>

---

<i>SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATISMO</i> .....	31
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>37</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>37</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>38</b>
<i>Objetivo General:</i> .....	38
<i>Objetivos Específicos:</i> .....	38
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>40</b>
<b>ASPECTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>40</b>
<i>Estructura General de Estimación de Costos</i> .....	40
<i>Definiciones Económicas</i> .....	42
<i>CLASIFICACIÓN DE COSTOS</i> .....	42
<i>REVALORIZACIÓN DE ACTIVOS</i> .....	42
<i>REHABILITACIÓN DE ACTIVOS</i> .....	43
<i>DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS</i> .....	43
<i>CAUSAS DE LA DEPRECIACIÓN</i> .....	44
<i>VIDA ÚTIL ESTIMADA</i> .....	45
<i>VALOR DE LIBROS O VALOR CONTABLE</i> .....	47
<i>VALOR RESIDUAL</i> .....	47
<i>Métodos de Depreciación</i> .....	47
<i>MÉTODO DE LA LÍNEA RECTA (LR)</i> .....	48
<i>MÉTODO DE SALDO DECRECIENTE (SD)</i> .....	48
<i>MÉTODO DE LA SUMA DE LOS DÍGITOS DE LOS AÑOS (SDA)</i> .....	49
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>52</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>52</b>
<i>Estimación de Costos</i> .....	52
<i>PRODUCTOS QUÍMICOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO</i> .....	52

---

---

<i>OPERADORAS Y CUADRILLAS.....</i>	52
<i>GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR.....</i>	52
<i>DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS Y OBRAS CIVILES.....</i>	54
<i>CONSUMO DE ELECTRICIDAD.....</i>	55
<i>MANTENIMIENTO MAYOR O REHABILITACIONES.....</i>	56
<i>OFICINA CORPORATIVA.....</i>	56
<i>CAUDALES ENTREGADOS Y DISTANCIAS RECORRIDAS.....</i>	56
<i>Selección de los Criterios de Estimación.....</i>	57
<i>CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO.....</i>	57
<i>CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO.....</i>	57
<i>Estimación de Costos Para Cada Punto de Entrega.....</i>	57
<i>ESTIMACIÓN DE COSTOS APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO.....</i>	57
<i>ESTIMACIÓN DE COSTOS APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO.....</i>	57
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>59</b>
<b>CÁLCULOS Y RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
<i>Costos Asociados al Consumo de Productos Químicos.....</i>	59
<i>Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema Tuy III.....</i>	60
<i>Costos Asociados a la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor.....</i>	61
<i>Costos de Depreciación.....</i>	62
<i>DEPRECIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO ..</i>	63
<i>DEPRECIACIÓN DE OBRAS CIVILES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO Y GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR.....</i>	64
<i>DEPRECIACIÓN TOTAL DE EQUIPOS EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO.....</i>	66

---

---

<i>DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS EN TUBERÍAS</i> .....	71
<i>COSTO DE DEPRECIACIÓN EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN</i> .....	72
<i>Costos de Consumo de Energía Eléctrica del Sistema Tuy III</i> .....	72
<i>Costo Asociados al Mantenimiento Mayor</i> .....	74
<i>Costos Asociados a la Oficina Corporativa</i> .....	74
<i>Resumen de los Costos Involucrados en la Estimación</i> .....	76
<i>Criterios de Estimación</i> .....	78
<i>CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO</i> .....	78
<i>CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO</i> .....	81
<b>CAPITULO VI</b> .....	<b>86</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>86</b>
<i>Estimación de Costos</i> .....	86
<i>Desarrollo de los Criterios de Estimación de Costos</i> .....	86
<i>Estimación de Costos para cada Punto de Entrega</i> .....	87
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>Glosario</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>97</b>
<i>Anexo 1:Índice General de Precios al Consumidor de la Republica Bolivariana de Venezuela</i> .....	97
<i>Anexo 2: Índice de Precios al Consumidor de Estados Unidos de América</i>	103
<i>Anexo 3: Paridad Cambiaria Bolívar-Dolar</i> .....	109
<i>Anexo 4: Fotos del Sistema Tuy III</i> .....	110
<i>Anexo 5: Estructura General de Costos de Producción</i> .....	114
<b>TABLAS</b> .....	<b>122</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>143</b>

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Ilustración 1 Ubicación y Ámbito Geográfico de los Sistemas Tuy .....	11
Ilustración 2 Sistema de Producción de agua de Caracas .....	12
Ilustración 3 Condiciones de Operación de los Sistemas Tuy .....	13
Ilustración 4 Ubicación de Puntos de Entrega en el Sistema Tuy III.....	14
Ilustración 5 Torre Toma Embalse Camatagua.....	16
Ilustración 6 Patio de Bombas E/B 31 .....	16
Ilustración 7 Vista general de la E/B 33.....	17
Ilustración 8 Tanques de Almacenamiento de Agua Tratada .....	18
Ilustración 9 Planta de Tratamiento Caujarito .....	18
Ilustración 10 Esquema General de Energía Eléctrica del Sistema Tuy III.....	19
Ilustración 11 Transformador.....	21
Ilustración 12 Interruptor de Potencia Fuente: <a href="http://www.vazparfotos.tripod.com">www.vazparfotos.tripod.com</a> .....	22
Ilustración 13 Seccionador de Corriente Fuente: <a href="http://www.vazparfotos.tripod.com">www.vazparfotos.tripod.com</a> .....	22
Ilustración 14 Transformadores de Potencial Fuente: <a href="http://www.vazparfotos.tripod.com">www.vazparfotos.tripod.com</a> .....	23
Ilustración 15 Motor de Corriente Alterna de la Estación 32 .....	24
Ilustración 16 Banco de Baterías de la Estación 33 .....	26
Ilustración 17 Bomba Principal de la Estación 33 .....	28
Ilustración 18 Válvula Mariposa ST .....	28
Ilustración 19 Válvula de Compuerta de la Estación 33 .....	29
Ilustración 20 Válvula de Paso Anular, entrada Planta de Tratamiento Caujarito.....	29
Ilustración 21 Válvula de Admisión y Expulsión de Aire, Punto de Entrega Uveritas .....	30
Ilustración 22 Válvulas de Chorro en la Tubería de 100´ pulg. ....	31
Ilustración 23 Sala de Mando E/B 31 .....	31
Ilustración 24 Comparación entre Métodos de Depreciación .....	50
Ilustración 25 Resumen de los costos involucrados en la estimación.....	77

Ilustración 26 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por caudal entregado .....	79
Ilustración 27 Costo unitario en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por caudal entregado .....	80
Ilustración 28 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado.....	83
Ilustración 29 Costo unitario en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado .....	84

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Características Principales del Embalse Fuente: Especificaciones Técnicas del Sistema Tuy III.....	15
Tabla 2 Balance de Carga en Estaciones del Sistema Tuy III.....	19
Tabla 3 Capacidad de Bombeo .....	20
Tabla 4 Método de Depreciación: Suma de los Dígitos de los Años.....	49
Tabla 5 Consumo de productos químicos .....	59
Tabla 6 Costos de operación y mantenimiento .....	61
Tabla 7 Costos asociados a la gerencia de aducción y bombeo mayor.....	62
Tabla 8 Costos de depreciación de la Planta de Tratamiento Caujarito.....	63
Tabla 9 Depreciación de obras civiles en las estaciones de bombeo y oficina de aducción y bombeo mayor .....	65
Tabla 10 Depreciación de equipos estación de bombeo 31 .....	67
Tabla 11 Depreciación de equipos estación de bombeo Mamonal .....	68
Tabla 12 Depreciación de equipos estación de bombeo 32 .....	69
Tabla 13 Depreciación de equipos estación de bombeo 33 .....	70
Tabla 14 Depreciación de equipos en tuberías.....	71
Tabla 15 Depreciación en líneas de transmisión.....	72
Tabla 16 Costos de consumo de energía eléctrica del sistema.....	73
Tabla 17 Costos de mantenimiento mayor.....	74
Tabla 18 Costos asociados a la oficina corporativa .....	75
Tabla 19 Resumen de los costos involucrados en la estimación.....	76
Tabla 20 Criterio de estimación de costos por caudal entregado.....	78
Tabla 21 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por caudal entregado .....	78
Tabla 22 Criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado .....	81
Tabla 23 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado.....	82

Tabla 24 Equipos Estación de Bombeo 31 o Camatagua .....	122
Tabla 25 Equipos Estación de Bombeo Mamonal .....	125
Tabla 26 Equipos Estación de Bombeo 32 .....	128
Tabla 27 Equipos Estación de Bombeo 33 .....	131
Tabla 28 Equipos En Tuberías .....	134
Tabla 29 Equipos en Líneas de transmisión.....	135
Tabla 30 Equipos de Planta de Tratamiento Caujarito.....	136
Tabla 31 Rehabilitaciones.....	137

---



***NOMENCLATURA***

---

**NOMENCLATURA**

A/A: aire acondicionado

AC: corriente alterna

AWG: estándar de diámetro de cable americano (AWG, por American Wire Gauge Standard).

DC: corriente continua

E/B: Estación de bombeo.

MV: mega voltio

MVA: mega voltio-ampere (potencia eléctrica).

m.s.n.m.: metros sobre el nivel de mar.

P/T: planta de tratamiento

S/E: sub-estación eléctrica

***INTRODUCCIÓN***

---

---

## **INTRODUCCIÓN**

En la Empresa HIDROCAPITAL, actualmente se estiman los costos de suministro de agua en el Sistema Tuy III de acuerdo al consumo total del servicio prestado. Sin embargo, esta metodología se considera inadecuada por no reflejar de costos equitativos para los distintos municipios en función de su ubicación respectiva. Tampoco se consideran los Costos de Depreciación, indispensables para reponer los activos en el tiempo.

Con el presente Trabajo Especial de Grado se podrán conocer los costos pertinentes para cada municipio, y así realizar el cobro del consumo de agua de una manera justa y razonable; es por ello, que la empresa considera importante estimar los costos de suministro de agua en cada punto de entrega.

Para obtener la información, es necesario realizar una investigación sobre todos los factores que intervienen o son partícipes en la estimación de costos; de esta manera, también se verificarán los equipos involucrados en dicho proceso, tomando en cuenta su participación e importancia.

Entre los factores que intervienen en la estimación de costos están: costos directos, costos indirectos, costos generales, etc.

Dentro de los costos asociados al Sistema Tuy III, se deben calcular las depreciaciones de los equipos, tuberías y obras civiles mediante un método adecuado. Para la obtención de los costos de depreciación existen diferentes métodos de cálculo, los cuales desarrollaremos con la idea de seleccionar el más conveniente para nuestro estudio. Los métodos de depreciación se utilizan para obtener de forma verdadera cual es el costo asociado al desgaste de los equipos que participan en la operación de transportar el agua desde el Embalse Camatagua hasta los distintos puntos de entrega.

En el sistema de suministro de Agua, también existen otros costos que deben ser tomados en cuenta al momento de realizar la estimación, tales como:

- Los costos asociados al tratamiento de agua
- Los costos de operación y mantenimiento asociados al sistema.
- Los costos de la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor asociados al Sistema de Suministro Tuy III.
- El consumo eléctrico de todo el sistema.

- Los costos de rehabilitaciones o reparaciones mayores de los equipos involucrados.
- El costo de la alícuota corporativa asociado al Sistema Tuy III.

Mediante dos criterios de estimación de costos, le daremos a la Empresa HIDROCAPITAL formas distintas de estimar los costos de agua en cada punto de entrega, utilizando parámetros asociados al Sistema de Suministro de Agua Tuy III, como son: distancia recorrida desde el Embalse Camatagua hasta los distintos puntos de entrega y el caudal de agua entregado en dichos puntos. Así como también, se les proporcionará el costo del suministro de agua en cada uno de los puntos de entrega que existen actualmente en el Sistema de Suministro Tuy III.

*CAPÍTULO I*

*SUMINISTRO DE AGUA PARA LA  
ZONA METROPOLITANA*

---

**SUMINISTRO DE AGUA PARA LA ZONA METROPOLITANA**

Hasta el año 1948, los requerimientos de agua para el abastecimiento de la Ciudad de Caracas fueron satisfechos por las fuentes propias del valle donde se encuentra emplazada. Como primera fuente se puede citar la quebrada Catuche y en épocas posteriores se utilizaron las aguas del Río Macarao, la derivación de las quebradas de la fila norte (Ávila) en forma local y por último la extracción de las aguas del subsuelo.

En los años 1948 y 1949, se comenzaron a utilizar los embalses Agua Fría y La Mariposa. En el año 1956 se puso en servicio el Sistema de Suministro de Agua Tuy I, alimentado inicialmente por las aguas captadas del Río Tuy, sucesivamente también por las almacenadas en los embalses Quebrada Seca y Lagartijo. Este sistema fue considerado para la fecha, como un gran logro de ingeniería, ya que era la primera vez que la ciudad recibía agua impulsada por bombeo.

El Sistema Tuy I, fue diseñado en el año 1966 para un gasto de  $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , luego se amplió a  $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1968 mediante el cambio de frecuencia de 50 a 60 ciclos y la instalación de las Estaciones Booster y la Intermedia, pero al mismo tiempo se estaban realizando las obras de un sistema similar, el Sistema Tuy II; las fuentes del nuevo sistema eran el Río Tuy y el Embalse Lagartijo.

Este sistema de aducción (Tuy II) que proporciona  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$  a la Ciudad de Caracas y sus alrededores, comprende el conjunto de obras destinado a tomar esas aguas a la salida del Embalse Lagartijo, en los Valles del Tuy, a la cota mínima de 158 m.s.n.m. y conducir las a la Planta de Tratamiento La Guairita, a la cota de 945 m.s.n.m.

Tomando en cuenta la modificación del Sistema Tuy I, el caudal de aguas enviadas a la Ciudad de Caracas llega a ser de  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Esta cantidad, suficiente para atender la demanda de una población de 1.400.000 habitantes con una dotación de 320 litros por persona y por día, más los  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$  suministrados por el Sistema Tuy II, aportan a Caracas la cifra de  $11,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , a razón de 360 litros por persona y por día, para abastecer una población de 2.685.000 habitantes.

En esta época se inicia en la cuenca del Río Guárico la construcción del Embalse Camatagua.

De igual forma, durante la década de los 70, mientras se ampliaba la capacidad del Tuy II de 6,0 a 8,0 m<sup>3</sup>/s, se ejecutaban los trabajos del Sistema Tuy III, paralelo a los anteriores y puesto en servicio en abril de 1980 con una capacidad de 15 m<sup>3</sup>/s. Con el continuo crecimiento de la población y por ende del consumo de agua, el problema de suministro de la Ciudad de Caracas y en general de la Zona Metropolitana, ya no puede ser estudiado en el ámbito local, sino a nivel regional y suprarregional, debido al incesante uso de recursos cada vez más alejados.

En este siglo, la satisfacción de las necesidades de suministro de agua en la Subregión Capital: Caracas, Litoral Central, Los Teques, Tuy Medio, Caucagua, Guarenas y Guatire, está supeditada a la incorporación de los Ríos Taguaza y Cuira con el denominado Sistema Tuy IV.

### **Fuentes que surten de agua el área Metropolitana de Caracas**

*Río Macarao*, en el cual se encuentra un pequeño embalse donde se extraen 400 litros por segundo (L/s) en promedio durante todo el año.

*Río El Valle*, proporciona 400 L/s en promedio durante el año, y surte, junto con el agua proveniente del Sistema Tuy I, al Embalse La Mariposa.

*Tomas de la Fila Norte*, constituida por las quebradas de la fila norte del cerro El Ávila, suministra un caudal total aproximado de 150 L/s.

*Embalse Lagartijo*, ubicado sobre el Río Lagartijo, a 4 km de San Francisco de Yare, en el Estado Aragua. Tiene un volumen embalsado de 80 Millones de m<sup>3</sup>, y se le extraen entre 3.500 y 4.000 L/s.

*Río Taguacita*, afluente del Río Tuy, suministra 2.500 L/s.

*Río Tuy*, con capacidad de extracción es de 1.500 L/s. Esta fuente es desincorporada parte del año debido a su alto grado de contaminación.

*Embalse Camatagua*, que además suministra agua a las poblaciones de San Casimiro, San Sebastián, Camatagua, El Sombrero y demás poblaciones aledañas y en un futuro a toda la Ciudad de San Juan de Los Morros.

*Embalse Taguaza*, con una capacidad de extracción de 5.200 L/s (4.000 L/s para el Sistema Tuy II y el restante 1200 L/s para el Sistema Fajardo), constituye la última fuente incorporada.



*Embalse La Mariposa*, posee un volumen almacenado de 64 Millones de m<sup>3</sup>, su fuente de abastecimiento es el Río El Valle y el agua proveniente del Sistema Tuy I, la cual es vertida al mencionado río. A este embalse se le extraen entre 3.000 y 4.000 L/s, a fin de poder garantizar un volumen apreciable de reserva.

*Embalse La Pereza*, su fuente de alimentación es el Sistema Tuy II, desde éste el agua fluye por gravedad a la Planta de Tratamiento La Guarita.

*Embalse Quebrada Seca*, es un reservorio para las aguas del Río Tuy, los excedentes en temporada de lluvias son conducidos al mismo. Cuando hay requerimientos en temporadas de sequía, está agua son enviadas a la Estación de Bombeo 21 (Sistema Tuy II).

## **Descripción de los Sistemas de Suministro de Agua**

### *SISTEMA TUY I*

Este sistema tiene una longitud de 29,26 km Se inicia en la Estación de Bombeo 11, a la altura de la desembocadura del Río Lagartijo en el Río Tuy y se extiende hasta el Embalse La Mariposa.

Esta aducción va desde la toma sobre el Río Tuy hasta la Cortada del Guayabo. El agua fluye por gravedad por el cauce del Río El Valle hasta el Embalse La Mariposa. Posee cuatro (4) Estaciones de Bombeo 11, 12, 13 y 14. La tubería es de acero, de 48 pulgadas de diámetro con capacidad de 3.800 L/s.

### *SISTEMA TUY II*

Este sistema cuenta con diez (10) estaciones de bombeo (Toma II, Toma III, Booster III, Quebrada Seca, Taguacita, 21, 22, 23, 24 y 25). Se inicia en la Estación de Bombeo 21, en las cercanías de Santa Teresa del Tuy y culmina en la Planta de Tratamiento La Guairita (Caracas). La tubería es de acero con una longitud de 56,96 km y con diámetros variables de acuerdo a los diferentes tramos de aducción.

### *SISTEMA TUY III*

El Sistema Tuy III, constituye en la actualidad la columna vertebral del sistema de suministro de agua para la Ciudad de Caracas, y en general para toda la Zona Metropolitana, ya que aporta el 50 % en temporada de lluvia y entre 60 y 70 % en temporada de sequía del agua total suministrada. Por otro lado, aporta también, un 40 % del total de agua suministrada a los Valles del Tuy (entre 1.500 y 2.000 L/s).

El Sistema Tuy III, esta formado por dos grandes tramos, un primer tramo, que se extiende desde el Embalse Camatagua hasta la Planta de Tratamiento Caujarito (Camatagua - Mamonal - Túnel Las Ollas - Caicita - Caujarito) llamado CAMATAGUA y un segundo tramo, que va desde esta planta de tratamiento hasta los estanques Los Morochos de Baruta (Planta de Tratamiento Caujarito - E/B 32 - E/B 33 - Baruta) llamado CAMATUY.

El primer tramo, se inicia en la Estación de Bombeo 31. Con una tubería de acero de 85" de diámetro y 56 km de longitud. El túnel Las Ollas tiene una longitud de 5,4 km, a la salida de éste, se tiene una bifurcación denominada Caicita.

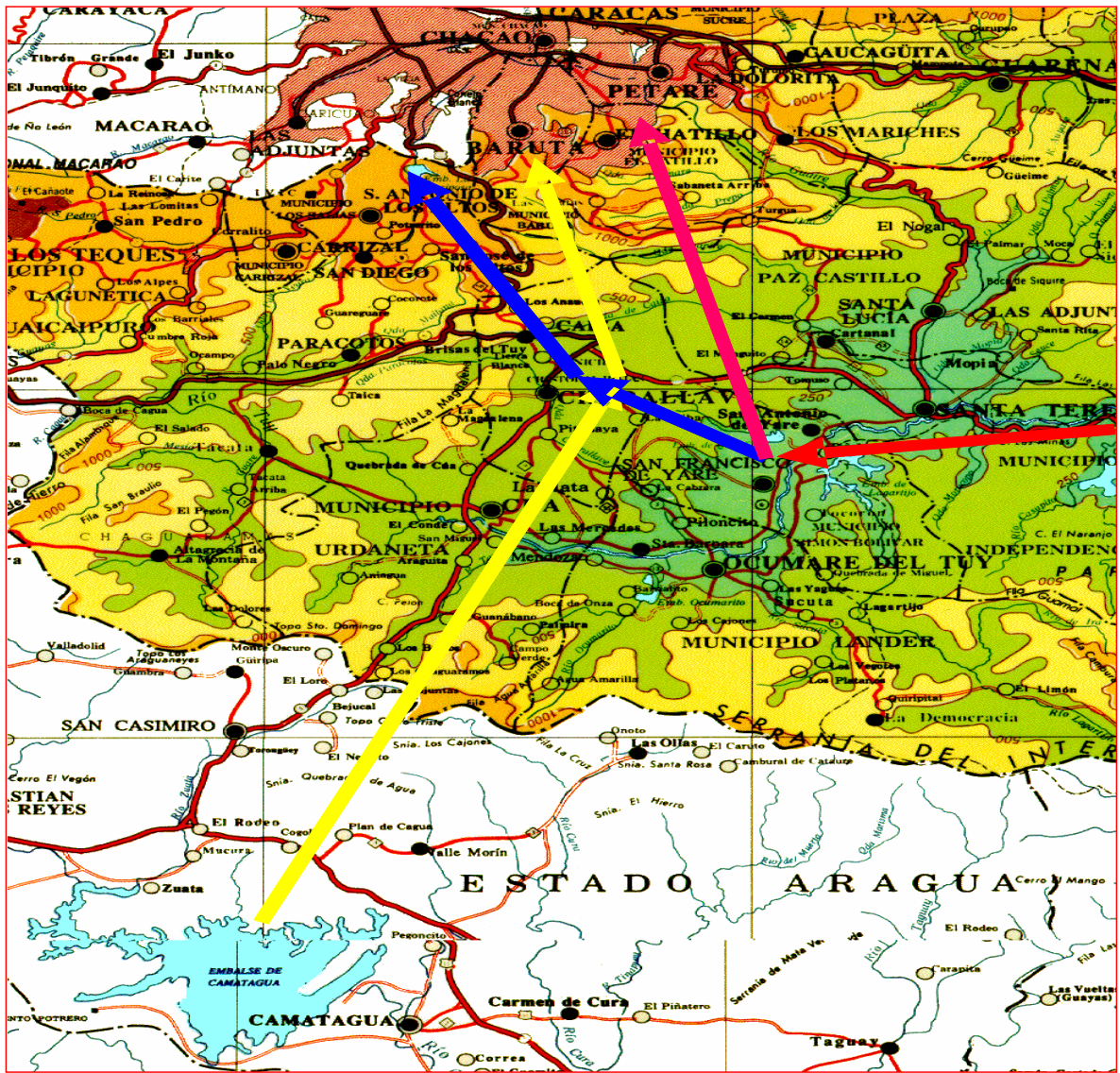
El máximo desnivel estático comprendido entre la entrada del túnel Las Ollas (460 m.s.n.m.) y el nivel mínimo del Embalse Camatagua (280 m.s.n.m.), es salvado mediante las Estaciones de Bombeo 31 y Mamonal.




En Caicita, las aguas provenientes de las mencionadas estaciones, pasan mediante un sistema de vertedero y compuerta al Embalse Ocumarito o continúan hacia la Planta de Tratamiento Caujarito.

Antes de llegar a la Planta de Tratamiento Caujarito se encuentran los puntos de entrega de agua denominados: Uveritas, La Cabrera, Mollejones y la Válvula S-17, que interconecta el Sistema Tuy III con el Sistema Tuy I.

En la planta de Caujarito, las aguas son tratadas y enviadas a la Ciudad de Caracas mediante un segundo tramo de aducción, constituido por una tubería de acero de 100" de diámetro y una longitud de 18,2 km. Inmediatamente después de la planta de tratamiento se encuentra el punto de entrega Válvula ST que abastece a la Ciudad de Santa Teresa. El desnivel estático comprendido entre la Planta de Tratamiento Caujarito y los estanques de Baruta (Sartenejas), es salvado mediante las Estaciones de Bombeo 32 y 33. Después de la Estación de Bombeo 32 se encuentran los puntos de entrega denominados: Los Muñecos, Las Brisas y Aeropuerto Caracas. Al llegar a los estanques Los Morochos de Baruta, el agua se distribuye por gravedad en el área metropolitana de Caracas, dichos estanques, son de concreto, con una capacidad de almacenamiento de 40.000 y 20.000 m<sup>3</sup> respectivamente.

Ilustración 1 Ubicación y Ámbito Geográfico de los Sistemas Tuy

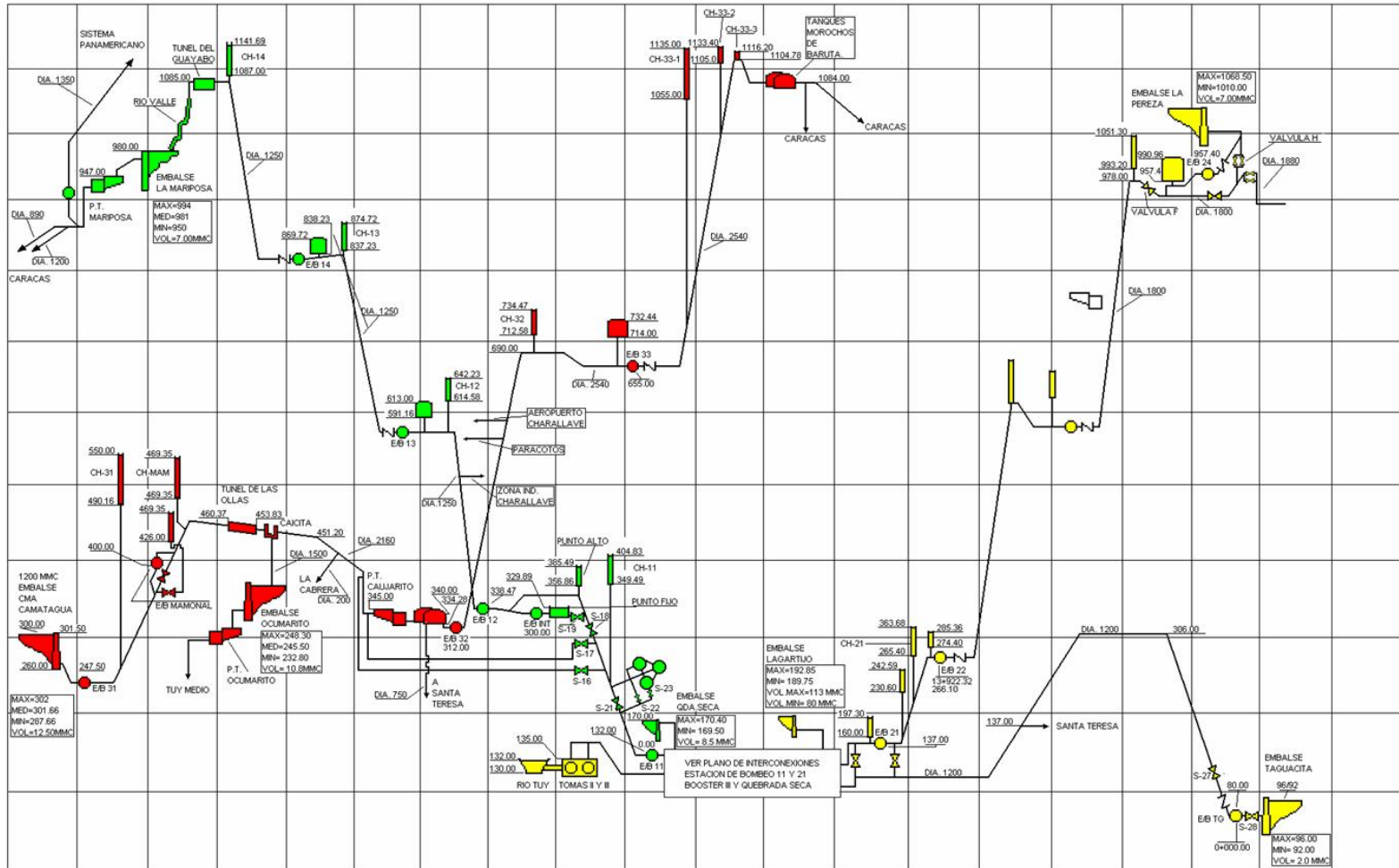


-  TUY I
-  TUY II
-  TUY III

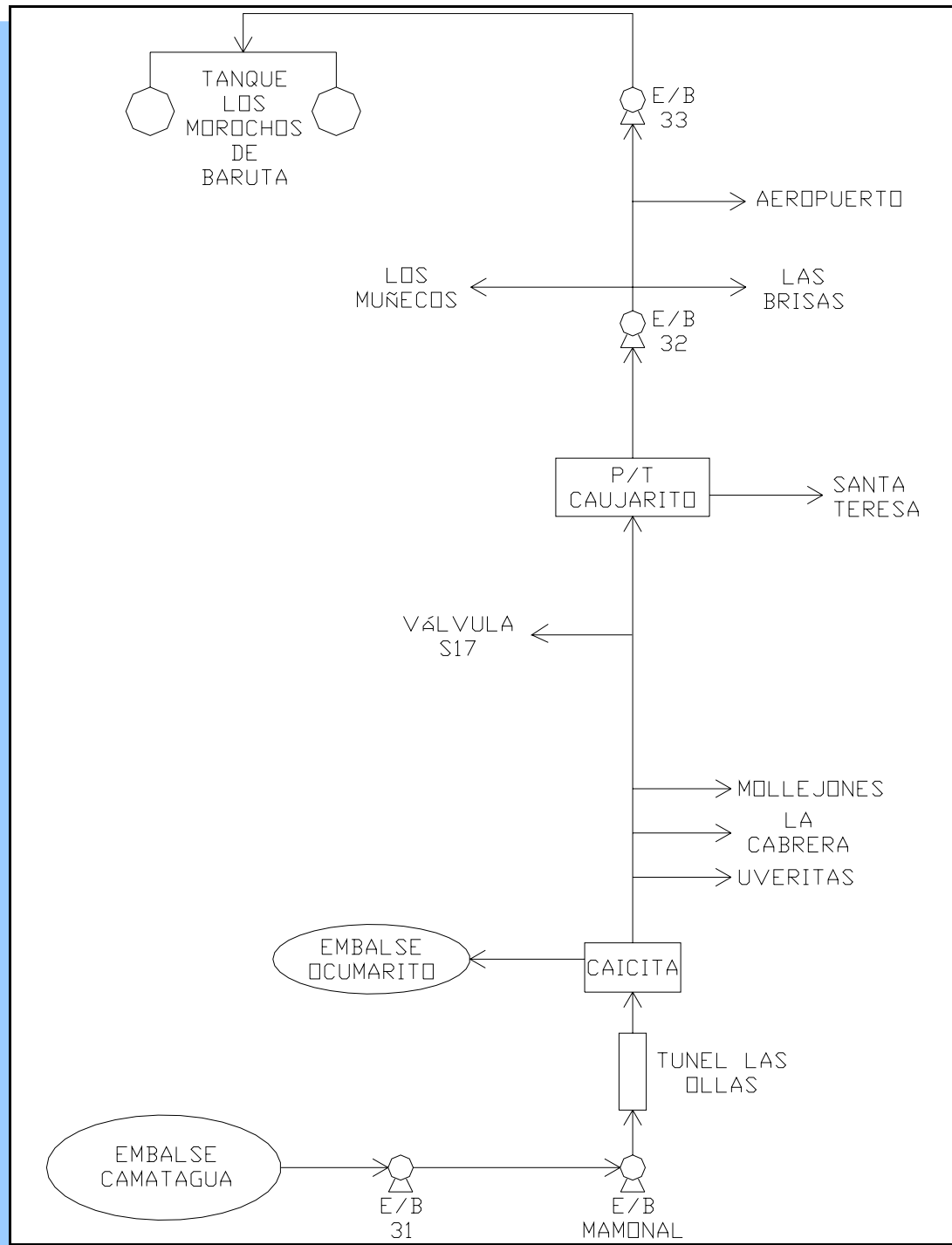


**Ilustración 2 Sistema de Producción de agua de Caracas**  
Fuente: [www.HIDROCAPITAL.com.ve](http://www.HIDROCAPITAL.com.ve)





**Ilustración 3 Condiciones de Operación de los Sistemas Tuy**  
Fuente: HIDROCAPITAL



**Ilustración 4 Ubicación de Puntos de Entrega en el Sistema Tuy III**

El Sistema de Suministro Tuy III está integrado fundamentalmente por los siguientes elementos:

- El Embalse Camatagua sobre el Río Guarico, con un volumen de 1.500 millones de metros cúbicos.
- Un sistema de cuatro estaciones de bombeo identificadas como: Estación 31 (Camatagua), Estación Mamonal, Estación 32 y Estación 33.
- Una tubería de aducción integrada por dos tramos: el tramo Camatagua-Caujarito (llamado Camatagua) y el tramo Caujarito-Baruta (llamado Camatuy).
- Una planta de tratamiento denominada Caujarito.

### Embalse Camatagua

Ubicado sobre el Río Guarico, a cinco (5) kilómetros de la localidad de Camatagua en el Estado Aragua. Su construcción se inició en 1963 y concluyó en 1968. Las principales características del embalse y la presa son:

<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL EMBALSE</b>	
Capacidad a nivel normal	1.250 Millones de m <sup>3</sup>
Cota de aguas máximas	302,00 m.s.n.m.
Cota de aguas normales	301,66 m.s.n.m.
Cota sobre aguas mínimas	278,66 m.s.n.m.
Gasto regulado por toma	19,00 m <sup>3</sup>
Altura	73,00 m
Longitud de la cresta	370,00 m
Ancho de la cresta	10,00 m
Cota de la cresta	306,00 m.s.n.m.
Longitud de la cresta	33,00 m
Capacidad de descarga	270,00 m <sup>3</sup> /s
Longitud del aliviadero	203,34 m

**Tabla 1 Características Principales del Embalse Fuente:  
Especificaciones Técnicas del Sistema Tuy III**

Las obras de toma están constituidas por una torre-toma, equipada con diez compuertas rectangulares para la captación de agua para el abastecimiento y una exclusiva para regular el gasto de riego.



**Ilustración 5 Torre Toma  
Embalse Camatagua**

### **Características de las Estaciones de Bombeo**

#### *ESTACIÓN DE BOMBEO 31:*

- a. Construida en 1973.
- b. Esta ubicada en el Estado Aragua, al pie de la presa Camatagua, a 260 m.s.n.m.
- c. Formada por cinco (5) unidades de bombeo.
- d. Tensión de trabajo de 6,6 kV.
- e. Caudal: 13.000 L/s.
- f. Un patio de alta tensión (subestación eléctrica), con tres (3) transformadores de potencia (115 kV 6,6 kV).



**Ilustración 6 Patio de Bombas E/B 31**

#### *ESTACIÓN DE BOMBEO MAMONAL:*

- a. Construida en 1993.
- b. Esta ubicada en el Estado Aragua, en la localidad denominada Camataguita a 400 m.s.n.m.
- c. Formada por cinco (5) unidades de bombeo.
- d. Tensión de trabajo de 6,6 kV.
- e. Incrementa el caudal bombeado de la estación 31 en 2.500 L/s.
- f. Un patio de alta tensión, con un (1) transformador de potencia (115 kV 6,6 kV).



**ESTACIÓN DE BOMBEO 32:**

- a. Construida en 1978 y puesta en servicio en 1980.
- b. Esta ubicada en el Estado Miranda, en las cercanías de la población de Charallave en la carretera La Raiza, a 312 m.s.n.m.
- c. Formada por seis (6) unidades de bombeo.
- d. Tensión de trabajo de 13,2 kV.
- e. Caudal: 9.000 L/s.
- f. Un patio de alta tensión, con dos (2) transformadores de potencia (230 kV 13,2 kV).

**ESTACIÓN DE BOMBEO 33:**

- a. Construida en 1978 y puesta en servicio en 1980.
- b. Esta ubicada en el Estado Miranda, en la localidad de los Anaucos, a 655 m.s.n.m.
- c. Formada por seis (6) unidades de bombeo.
- d. Tensión de trabajo de 13,2 kV.
- e. Caudal: 9.000 L/s.
- f. Un patio de alta tensión, con dos (2) transformadores de potencia (230 kV 13,2 kV).



**Ilustración 7 Vista general de la E/B 33**

**Planta de Tratamiento Caujarito**

Esta ubicada al noreste de Charallave, carretera La Raiza, en el Estado Miranda. Actualmente procesa el agua enviada desde el Embalse Camatagua y esta constituida por los siguientes elementos:

- a. Canal de ingreso.
- b. Tanque de mezcla rápida.

- c. Canal de entrada a los coaguladores.
- d. Sistema de coaguladores y sedimentadores.
- e. Canal de recolección de sedimentadores a filtros.
- f. Grupo de filtros.
- g. Conducto de recolección de filtrado y vertedero de salida.
- h. Estanque de almacenamiento de agua tratada.

La capacidad de tratamiento de esta planta es de 15 m<sup>3</sup>/s, y cuenta con dos (2) tanques de almacenamiento de agua tratada.



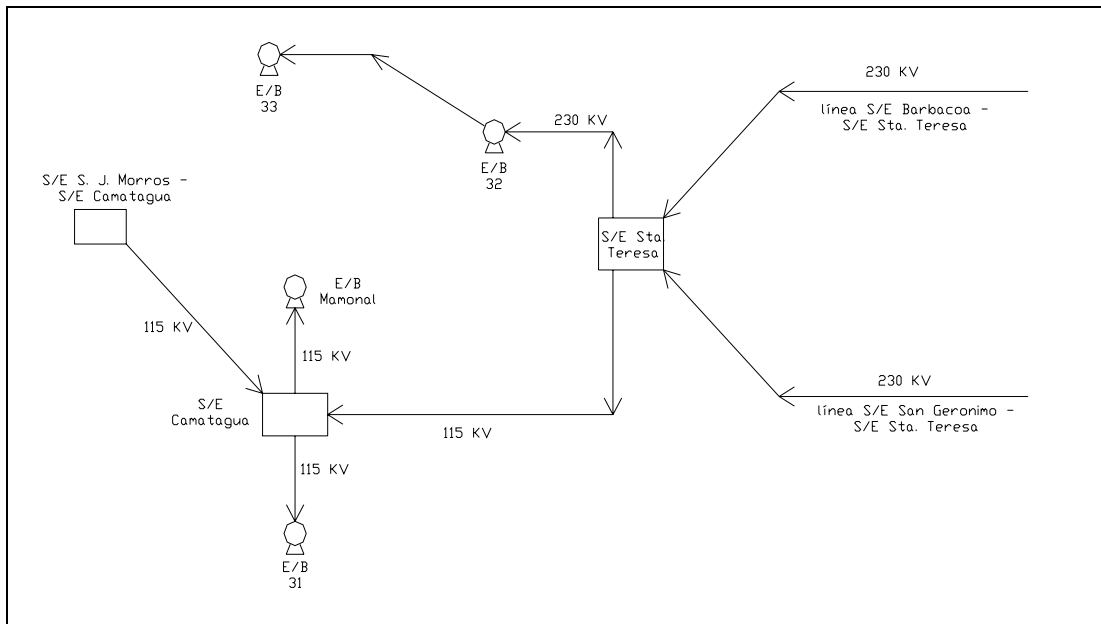
**Ilustración 8 Tanques de Almacenamiento de Agua Tratada**



**Ilustración 9 Planta de Tratamiento Caujarito**

## Suministro de Energía Eléctrica

La energía eléctrica utilizada por el Sistema Tuy III, depende del Sistema Eléctrico Nacional, y subestaciones específicas de dicho sistema, desde las cuales se derivan líneas de alimentación hasta las correspondientes estaciones de bombeo y planta de tratamiento. Cada estación de bombeo, posee un patio de transformación en el cual, se acoplan los niveles de tensión requeridos por los equipos.



**Ilustración 10 Esquema General de Energía Eléctrica del Sistema Tuy III**

En las siguientes tablas, se tiene el balance de carga de las diferentes estaciones de bombeo y las líneas de transmisión asociadas a éstas.

BALANCE DE CARGA EN ESTACIONES DEL SISTEMA TUY III						
ESTACIÓN	GRUPOS DE BOMBEO		CONSUMO GRUPOS (MW)		CAPACIDAD INSTALADA (MVA)	
	INSTALADOS	OPERATIVOS <sup>1</sup>	INSTALADOS	OPERATIVOS <sup>1</sup>		
31	5	5	40	40	85,2	
MAMONAL	5	4	13,5	10,8	32,6	
32	6	3	90	45	160	
33	6	3	90	45	160	
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN						
LÍNEA	TERNA	CONDUCTOR (mcm)	LONGITUD (km)	Nº DE TORRES	CAPACIDAD <sup>2</sup> (A)	TENSIÓN (kV)
CAMATUY	DOBLE	350	21,56	71	420	230
CAMATAGUA-MAMONAL	SIMPLE	350	7	15	420	115
CAMATAGUA-E/B 31	SIMPLE	350	8	17	420	115

<sup>1</sup> Normalmente en funcionamiento

<sup>2</sup> Capacidad en Ampere por conductor

**Tabla 2 Balance de Carga en Estaciones del Sistema Tuy III**

**TRAMO CAMATAGUA-CAUJARITO (CAMATAGUA)**

Las Estaciones de Bombeo 31 y Mamonal se energizan mediante líneas de alimentación a 115 kV, independientes y de una sola terna, conductor 350 mcm, con una longitud de 8 y 7 km respectivamente, construidas sobre torres de acero tipo celosía (17 y 15 torres respectivamente), que se inician en la subestación Camatagua de C.A.D.A.F.E.

**TRAMO CAUJARITO-BARUTA (CAMATUY)**

Una línea de alimentación a 230 kV, doble terna que se inicia en la subestación Diego Losada (C.A.D.A.F.E.) y se dirige directamente hasta la subestación asociada a la Estación de Bombeo 32, desde donde prosigue hasta la Estación de Bombeo 33, con una longitud de 21,6 km

Las líneas están soportadas por torres metálicas de tipo celosía, en doble circuito, con conductores ACSR 3/0 AWG, dúplex y cable de guarda tipo ACSR 176.90 mcm.

**PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO**

Se alimenta desde el tablero de la Estación de Bombeo 32, mediante un circuito subterráneo a 13,2 kV, que culmina en el transformador marca MAY&CHRISTE, 1 MVA, 5,99%, DYN 11, 13,2 kV / 480 V.

CAPACIDAD DE BOMBEO							
CAPACIDAD DE BOMBEO (l/s)							
E/B	1 GRUPO	2 GRUPOS	3 GRUPOS	4 GRUPOS	5 GRUPOS		
31	2330	4660	6990	9320	11650		
MA	2400	4800	7200	9600	12000		
32	3000	6000	9000	12000	15000		
33	3000	6000	9000	12000	15000		
NIVELES DE OPERACIÓN							
E/B	SUCCIÓN (m)			COTAS (m)			
	AVISO	DISPARO	REBOSE	EJE BOMBA	BASE TANQUE	MINIMO TANQUE	MAXIMO TANQUE
31	-	-	-	277	306,4	299,8 (Aliv.)	-
MA	25	24	40	402	246	428	428
32	25	24	30	310	334	337	340
33	60	55	77	656	713	714	732

**Tabla 3 Capacidad de Bombeo**

## Principales Activos Fijos que forman parte de Las Estaciones de Bombeo

En términos generales, los equipos que forman parte de una Estación de Bombeo se pueden clasificar por:

1. Equipos pertenecientes al sistema eléctrico.
2. Equipos pertenecientes al sistema mecánico.
3. Equipos pertenecientes al sistema de control.

### *EQUIPOS PERTENECIENTES AL SISTEMA ELÉCTRICO*

El suministro de energía eléctrica llega a las estaciones de bombeo a través de una línea de transmisión de ternas de 115 kV (Estaciones 31 y Mamonal) y 230 kV (Estaciones 32 y 33), transformándose a 6,6 kV y 13,2 kV respectivamente. Estas tensiones, son las que reciben los interruptores principales ubicados en la sala de mando del edificio de operaciones. Los interruptores principales son utilizados para alimentar la barra de 6,6 y 13,2 kV, los motores principales, el consumo propio de las estaciones y las salidas de reserva.

Las barras de transmisión de 6,6 y 13,2 kV, reciben la corriente por medio de alimentaciones independientes con sus respectivos interruptores, conectadas a un transformador de medición y falla a tierra por medio de seccionadores. Cada alimentación le suministra energía a un número de motores de cada estación, así, como a la alimentación de consumo propio.

Las estaciones 32 y 33 constan de un acople de barras, que permite el funcionamiento de todos los grupos de la estación con una sola alimentación. Estas barras disponen de una protección de sobrecorriente, que sirve a su vez como protección de reserva a los interruptores.

### **Transformadores de Potencia**

Es un aparato estático, el cual mediante inducción electromagnética transfiere la energía eléctrica de un punto del sistema conectado a la fuente de energía a otro conectado a la carga, variando generalmente, parámetros de



**Ilustración 11 Transformador de Potencia de la Estación 32**

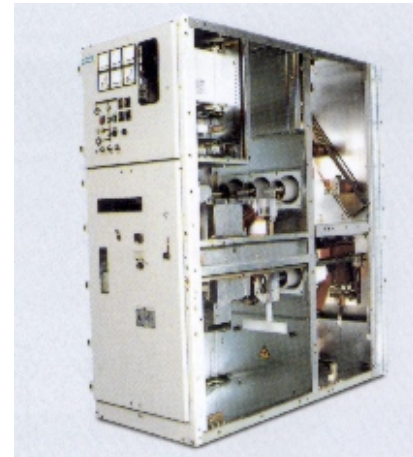
entrada (voltaje y corriente) para adaptarlos al tipo de carga.

En su forma más simple, un transformador está constituido por un circuito magnético, formado por chapas apiladas de material ferromagnético sobre el cual se enrollan las bobinas.

### Disyuntores

Es un equipo de potencia diseñado para abrir o cerrar uno o más circuitos eléctricos, bajo condiciones normales de operación o de falla. Según el medio de extinción existen seis (6) tipos de interruptores: aceite (pequeño volumen o gran volumen), hexafloruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), vacío, aire comprimido y soplado magnético.

Los principales parámetros de selección de un interruptor de potencia son: voltaje máximo de operación, nivel básico de aislamiento (BIL), corriente de carga nominal y corriente de interrupción.



**Ilustración 12 Interruptor de Potencia Fuente:**  
[www.vazparfotos.tripod.com](http://www.vazparfotos.tripod.com)

### Seccionadores

Equipos de maniobra diseñado sólo para abrir o cerrar un circuito eléctrico en condiciones energizadas o no, pero sin circulación de corriente de carga o cortocircuito, pueden ser manejados manualmente, por pértica, eléctricamente o neumáticamente.



**Ilustración 13 Seccionador de Corriente Fuente:**  
[www.vazparfotos.tripod.com](http://www.vazparfotos.tripod.com)

Según las condiciones de operación los seccionadores se clasifican en:

*De línea y barra:* Se emplean para aislar un tramo y/o transferir un circuito.



*Rompearco*: esta equipado con cuernos rompearcos y es utilizado para energizar y desenergizar transformadores en vacío.

*De puesta a tierra*: Tal como su nombre lo indica, se utiliza para la puesta a tierra de líneas o equipos, cuando en éstos se realiza una labor de inspección, mantenimiento o reparación.

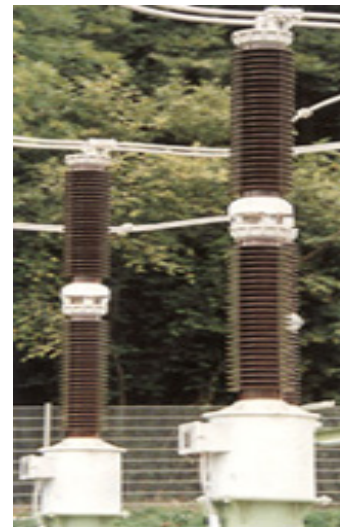
### **Transformadores para Instrumentos**

Son equipos, cuya función es reducir a valores no peligrosos y normalizados, las corrientes o tensiones de una red eléctrica a objeto de alimentar instrumentos de medición, protección y otros aparatos analógicos.

Existen dos tipos de transformadores de medida:

*Transformadores de corriente*: Es aquel en el cual la intensidad secundaria es, en condiciones normales de uso, proporcional a la intensidad primaria y desfasada con la relación a la misma, un ángulo próximo a "cero", para una conexión adecuada.

*Transformadores de potencial*: Es aquel en el cual la tensión secundaria es, en condiciones normales de uso, proporcional a la tensión primaria y desfasada con relación a la misma, un ángulo próximo a "cero" para una conexión adecuada.



**Ilustración 14 Transformadores de Potencial**  
Fuente: [www.vazparfotos.tripod.com](http://www.vazparfotos.tripod.com)

### **Pararrayos**

Es un equipo, cuya función es la de descargar a tierra las sobretensiones producidas en las instalaciones por descargas atmosféricas, maniobras u otras causas.

### **Motores de Corriente Alterna**

Se diseñan dos tipos básicos de motores para funcionar con corriente alterna polifásica: los motores síncronos y los motores de inducción. El motor síncrono, es en esencia un alternador trifásico que funciona a la inversa. Los imanes del campo se montan sobre un rotor y se excitan mediante corriente continua, y las bobinas de la armadura están divididas en tres partes y alimentadas con corriente alterna trifásica. La variación de las tres ondas de corriente en la armadura, provoca una reacción

magnética variable con los polos de los imanes del campo, y hace que el campo gire a una velocidad constante, que se determina por la frecuencia de la corriente en la línea de potencia de corriente alterna.

La velocidad constante de un motor síncrono es ventajosa en ciertos aparatos. Sin embargo, no pueden utilizarse este tipo de motores en aplicaciones en las que la carga mecánica sobre el motor llega a ser muy grande, ya que si el motor reduce su velocidad cuando está bajo carga puede quedar fuera de fase con la frecuencia de la corriente y llegar a pararse. Los motores síncronos, pueden funcionar con una fuente de potencia monofásica mediante la inclusión de los elementos de circuito adecuados para conseguir un campo magnético rotatorio.

El más sencillo de todos los tipos de motores eléctricos es el motor de inducción de jaula de ardilla, que se usa con alimentación trifásica. La armadura de este tipo de motor consiste en tres bobinas fijas y es similar a la del motor síncrono. El elemento rotatorio consiste en un núcleo, en el que se incluyen una serie de conductores de gran capacidad colocados en círculo alrededor del árbol y paralelos a él.

Cuando no tienen núcleo, los conductores del rotor se parecen en su forma a las jaulas cilíndricas que se usaban para las ardillas. El flujo de la corriente trifásica dentro de las bobinas de la armadura fija, genera un campo magnético rotatorio, y éste induce una corriente en los conductores de la jaula. La reacción magnética entre el campo rotatorio y los conductores del rotor que transportan la corriente hace que éste gire. Si el rotor da vueltas



**Ilustración 15 Motor de Corriente Alterna de la Estación 32**

exactamente a la misma velocidad que el campo magnético, no habrá en él corrientes inducidas, y, por tanto, el rotor no debería girar a una velocidad síncrona. En funcionamiento, la velocidad de rotación del rotor y la del campo difieren entre sí de un 2 a un 5%. Esta diferencia de velocidad se conoce como caída.



Los motores con rotores del tipo jaula de ardilla, se pueden usar con corriente alterna monofásica utilizando varios dispositivos de inductancia y capacitancia, que alteren las características del voltaje monofásico y lo hagan parecido al bifásico. Este tipo de motores, se denominan motores multifásicos o motores de condensador (o de capacidad), según los dispositivos que usen. Los motores de jaula de ardilla monofásicos no tienen un par de arranque grande, y se utilizan motores de repulsión-inducción, para las aplicaciones en las que se requiere el par. Este tipo de motores pueden ser multifásicos o de condensador, pero disponen de un interruptor manual o automático que permite que fluya la corriente entre las escobillas del conmutador cuando se arranca el motor, y los circuitos cortos de todos los segmentos del conmutador, después de que el motor alcance una velocidad crítica. Los motores de repulsión-inducción se denominan así debido a que su par de arranque depende de la repulsión entre el rotor y el estator, y su par, mientras está en funcionamiento, depende de la inducción. Los motores de baterías en serie con conmutadores, que funcionan tanto con corriente continua como con corriente alterna, se denominan motores universales. Éstos se fabrican en tamaños pequeños y se utilizan en aparatos domésticos.

### **Transformadores para Servicios Auxiliares**

Los servicios auxiliares, son todos aquellos equipos que permiten suministrar la energía eléctrica necesaria para el control, mando, señalización, protección, registros, mediciones, etc., de los equipos, tanto en condiciones normales de funcionamiento de la fuente de energía principal, como en condiciones de emergencia por desconexión o falla de la misma.

Los transformadores de servicios auxiliares alimentan básicamente a:

- a. Circuitos de iluminación de las Estaciones de Bombeo.
- b. Aparatos de aire acondicionado.
- c. Motores que accionan válvulas y el sistema de enfriamiento e iluminación.
- d. Ventiladores de celdas de media tensión.
- e. Cargador de baterías.
- f. Calefacción del motor principal.

## Plantas de Emergencia

Son aquellas que se utilizan para suplir la falta de energía en los servicios auxiliares de corriente alterna, y además, alimentar los sistemas de comunicaciones.

## Rectificadores de Corriente Continua

Para la alimentación en corriente continua se dispone de un rectificador. Éste, además de suplir corriente continua a la Estación de Bombeo, mantiene cargado el banco de baterías (fuente de energía de reserva en caso de que la alimentación principal falle o cuando el rectificador presente cualquier avería).

Se alimenta con corriente continua los siguientes circuitos:

- a. Interruptores de media y alta tensión.
- b. Paneles de alarma.
- c. Reguladores de tensión.
- d. Relés de control.
- e. Relés de protección.
- f. Microinterruptores.
- g. Presostatos.

## Baterías

Las baterías son las fuentes de acumulación de energía eléctrica, que tienen por finalidad cubrir las cargas más importantes de los servicios de corriente continua cuando falta totalmente la alimentación en la barra de servicios de corriente alterna, y en toda circunstancia las solicitudes de energía para el accionamiento de los sistemas de protección y mando en los equipos de maniobra.



**Ilustración 16 Banco de Baterías de la Estación 33**

**Sistemas de Compensación**

Este sistema está formado básicamente por condensadores estáticos en derivación, en serie y por reactancias, a objeto de controlar la tensión en un circuito o en una barra mediante la inyección de potencia reactiva.

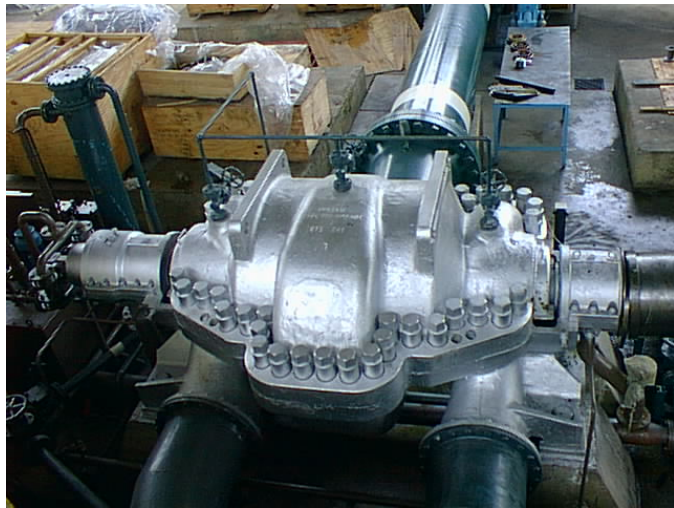
**Fusibles de Media Tensión**

Son fusibles de alto voltaje y alta capacidad de ruptura, están diseñados para interrumpir una sola vez la corriente de cortocircuito, se emplean para proteger transformadores, motores, condensadores, etc.

**EQUIPOS PERTENECIENTES AL SISTEMA MECÁNICO****Bombas Principales**

Encargada de proveer el fluido apropiado a la presión requerida.

En las Estaciones de bombeo 32 y 33, son del tipo de eje horizontal, dos escalones, dos entradas, con ruedas de aspiración y las ruedas directrices correspondientes, con canales de retorno, un rodete doble y voluta doble.



**Ilustración 17 Bomba Principal de la Estación 33**

Las bombas ubicadas en la estación 31, son de una etapa, entrada dividida verticalmente al eje.

**Sistemas de Lubricación y Enfriamiento**

Su función es, mantener la temperatura de operación apropiada en los cojinetes de las bombas y de los motores de accionamiento de cada grupo. El sistema de lubricación se compone de una bomba principal, válvulas, bomba auxiliar, interruptor, medidores de presión, nivel y un motor eléctrico. El sistema de refrigeración, se basa en intercambiadores de calor agua - aceite, donde el agua de enfriamiento se toma de la succión.

**Válvulas Mariposa**

El elemento de cierre de este tipo de válvulas está constituido por una placa circular, la cual gira alrededor de un eje, generalmente ubicado en un plano horizontal, y acoplado al mecanismo de



**Ilustración 18 Válvula Mariposa ST**

accionamiento solidario al cuerpo de la válvula.

### Válvulas de Compuerta

El elemento de cierre, de este tipo de válvula es una compuerta de forma rectangular o circular, cuyos planos extremos pueden ser paralelos o en curia. En el proceso de apertura o cierre, la compuerta se desliza a través de ranuras o guías, practicada en el cuerpo de la válvula. El elemento de cierre puede ser accionado mediante un eje de transmisión a tracción o rotatorio, según el modelo.



**Ilustración 19 Válvula de Compuerta de la Estación 33**

En posición de cierre, las válvulas de compuerta garantizan una buena estanqueidad y en completa apertura, una pérdida localizada de energía de reducida magnitud. La estanqueidad no se logra porque esté completamente cerrada, sino por la presión del fluido de trabajo que empuja la compuerta contra el asiento corriente abajo. Por otra parte, se requieren de torques de cierta magnitud para accionarlas cuando existan grandes presiones diferenciales, justificándose con frecuencia la instalación de conexiones laterales (by-pass) para equilibrar las presiones.

### Válvulas de Paso Anular

Estas válvulas son adecuadas para tiempos de maniobra controlados, al ser instalada en las múltiples estaciones de bombeo. Ante la eventualidad de una falla en el suministro de energía, el mecanismo de cierre suele ser accionado por medio de



**Ilustración 20 Válvula de Paso Anular, entrada Planta de Tratamiento Caujarito**



un contrapeso, controlado este, a su vez, mediante un freno oleohidráulico.

El obturador de este tipo de válvula, está constituido por un órgano que transforma la sección de flujo circular en una superficie anular. Ese elemento, de forma fluido dinámica, es accionado bien sea por un vástago de manivela o por un eje de transmisión roscado. Su movimiento es en la misma dirección del flujo, verificándose el cierre mediante el empuje del émbolo contra un asiento circular de la válvula, solidario a su cuerpo.

### **Válvulas de Retención**

Estas válvulas, también conocidas como válvulas check, están constituidas por una placa circular articulada al cuerpo de la válvula mediante un eje tangencial generalmente horizontal. Bajo condiciones normales de operación, el elemento de cierre es sostenido por la acción hidrodinámica del flujo. Una vez que se interrumpe el movimiento, la compuerta cae por efecto de su propio peso, o ayudado por un contrapeso.

### **Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire**

Se conocen también con el nombre de ventosa, y se colocan en puntos estratégicos de la tubería para permitir la entrada o salida de aire, cuando así se requiera durante las diferentes fases de operación del sistema. Las válvulas de admisión de aire generalmente se instalan en puntos altos de la tubería, bien sea, para mantener las presiones que se puedan generar por encima de cierto valor compatible con la resistencia estructural de la tubería, o para acelerar su vaciado, cuando sea necesario por razones de mantenimiento.

En las de doble efecto el flotante mayor obtura o deja libre el orificio a través del cual se expulsa o admite aire en la tubería, operaciones de llenado y vaciado, respectivamente. El flotante y orificio de menores dimensiones, permite la expulsión de aire que por diversas causas puedan acumularse en los puntos altos cuando la tubería funciona a presión.



**Ilustración 21 Válvula de Admisión y Expulsión de Aire, Punto de Entrega Uveritas**

## Válvulas de Chorro

Son elementos de protección de un sistema de bombeo para evitar el efecto negativo de cambios bruscos en la presión interna de la tubería, llamado golpe de ariete. Están instaladas en diferentes puntos de la tubería, y permiten el ingreso de aire cuando la presión interna de la tubería tiende a ser menor que la atmosférica. Una vez abierta, la válvula permite el ingreso y salida de aire, permitiendo la formación de una cámara de aire en la tubería. Al ocurrir posteriormente un aumento de presión, la válvula permite la salida de aire y posteriormente de agua. Finalmente, al salir el agua por la válvula se producirá el cierre de ésta en un tiempo ya establecido, mediante un mecanismo oleohidráulico.



**Ilustración 22 Válvulas de Chorro en la Tubería de 100' pulg.**

## SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATISMO

### Salas de Mando

Cada Estación de Bombeo posee una sala de mando en el que se encuentran los dispositivos de señalización, vigilancia y control de los diferentes equipos.

Todos los elementos correspondientes a un grupo, se alojan en un tablero, el cual posee los elementos de protecciones y los relés de control de los mismos.



**Ilustración 23 Sala de Mando E/B 31**

**Relés de Sobrecarga y Cortocircuito**

Opera cuando el consumo de corriente es superior a un valor de corriente previamente establecida.

**Relés Diferencial**

Es capaz de detectar cualquier tipo de cortocircuito, que produzca variaciones de corriente en su zona de protección.

**Relés de Falla a Tierra**

Opera fundamentalmente cuando ocurren desbalances de corriente.

**Relé de Pérdida de Excitación**

Opera cuando se reduce o interrumpe la corriente de excitación del motor. Protege adicionalmente contra oscilaciones de potencia.

**Relés de Vigilancia de Asimetría**

Detecta la diferencia de tensión que se produce entre el neutro del sistema de compensación de neutro flotante al momento de producirse una falla.

**Guardamotores**

Son equipos de maniobra y protección con accionamiento manual y desconexión manual y/o automática. Pueden usarse como arrancadores de motores o en combinación con un contactor como arrancadores automáticos.

**Contactores**

Es un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán. Cuando la bobina del electroimán es alimentada, el contactor se cierra, estableciéndose, por intermedio de sus polos, una conexión entre la red de alimentación y el dispositivo controlado (motor, máquina, etc.). Una vez que la bobina se ve desprovista de tensión, el circuito magnético se desmagnetiza y el contactor se abre por efecto, generalmente, de un resorte.

**Cabezales de Mando**

Se utilizan fundamentalmente, para proteger contra averías en los circuitos auxiliares.



**Fusibles**

Elementos de protección contra cortocircuitos, con gran poder de ruptura. Ideales para protección contra picos de corriente.

**Protecciones de Marcha en Seco**

Evita que las bombas operen con bajos niveles de succión, lo cual produciría cavitación en la bomba.

**Presostatos**

Se usan para asegurar una presión adecuada en el sistema de lubricación.

**Sistemas de Adquisición y Control de Temperatura****de las Estaciones de Bombeo 32 y 33**

En el año 1995 fue planteado un proyecto de rehabilitación del Sistema Tuy III, el cual tenía como objetivo recuperar las condiciones óptimas de trabajo de los equipos de las diferentes Estaciones de Bombeo.

Este proyecto incluía un nuevo sistema de Adquisición y Control de Temperatura, basado en:

*Indicadores Digitales:* Son de tres dígitos tipo siete segmentos, se encuentran empotrados en la puerta de los gabinetes donde se ubican los PLC's, junto con un selector para ubicar el punto de medida que se desea observar en el display.

*Controladores Lógicos Programables (PLC's):* El PLC utilizado es un SIMATIC S5 - 100U con CPU 103. Es el PLC más pequeño y sencillo de la familia SIMATIC S5 de SIEMENS S.A. y posee las siguientes características: estructura modular, construcción robusta y fácil montaje, fácil programación (Step 5) y puede adaptarse a una red local.

*Termómetro de Resistencia (PT 100):* Los puntos de medida se toman con estos termómetros y la variable temperatura (dada en milivolt) es llevada al PLC por medio de una línea apantallada a un módulo de entrada analógica, que es el encargado de realizar la conversión de tensión al número binario correspondiente.

*PC con Programa SAMSY FIX Instalado e Impresoras:* Es un sistema de control y visualización del proceso que se utiliza para permitir la interfaz hombre - máquina. A través de él, se visualizan las temperaturas de los diferentes puntos de los grupos de bombeo, se registran eventos y se procesan los avisos y alarmas del proceso. Este está configurado en varias pantallas de visualización del proceso.

Los puntos de medida son:

- Temperatura cojinete de motor lado accionado (TMCA).
- Temperatura cojinete de motor lado no accionado (TMCB).
- Temperatura devanado # 1 del motor (TMD1).
- Temperatura devanado # 2 del motor (TMD2).
- Temperatura devanado # 3 del motor (TMD3).
- Temperatura devanado # 4 del motor (TMD4).
- Temperatura devanado # 5 del motor (TMD5).
- Temperatura devanado # 6 del motor (TMD6).
- Temperatura aire de entrada 1 del motor (TMAE).
- Temperatura aire de entrada 2 del motor (TMAE2).
- Temperatura aire de salida (TMAS).
- Temperatura cojinete lado acoplamiento de la bomba (TBCA).
- Temperatura cojinete lado no acoplamiento de la bomba (TBCB).
- Temperatura cojinete axial de la bomba (TBAX).
- Temperatura agua de entrada del intercambiador (TIAE).
- Temperatura agua de salida del intercambiador (TIAS).

El control y regulación del sistema de excitación es ejecutado por la tarjeta PTIO. Este módulo tecnológico contiene un procesador de 16 bits con la periferia necesaria que ocupa un espacio de ampliación en el SIMOREG K. Con el lenguaje de programación STRUC se realizan las diferentes partes, comenzando desde la conversión de las magnitudes de las variables de entrada, normalización, regulación y vigilancia. El control, contiene elementos para la elaboración de bloqueos con los seriales de entrada desde el sistema convencional de control, y hacia fuera elabora los seriales necesarios para el funcionamiento y del bloqueo del sistema convencional de control así como los avisos de alarma.

La tensión de alimentación para los módulos de control y regulación es de 24 V. La tensión de control de los equipos de potencia (contactores) es de 110 V(DC) proveniente de la batería de la estación, para evitar la alimentación de la parte electrónica del SIMOREG K que es de 208 V, 60 Hz proveniente de la alimentación

del servicio propio y se eleva por medio de un transformador a 400 V. Esta tensión puede variar entre + 15% / -25% y como máximo durante un (1) minuto. Para evitar un funcionamiento erróneo del equipo, esta tensión se vigila por medio del módulo U-105.

El transformador de excitación THYRIPOL D, utiliza para su alimentación parte de la potencia del convertidor SIMOREG K un transformador seco, en resina epóxica, enfriado por aire tipo GEAFOL.

***CAPÍTULO II***  
***PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA***

---

**CAPÍTULO II****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la Empresa HIDROCAPITAL, actualmente se estiman los Costos de Suministro de Agua en el Sistema TUY III de acuerdo al consumo total del servicio prestado. Sin embargo, esta metodología se considera inadecuada por no informar acerca de costos equitativos para los distintos municipios, en función de su ubicación respectiva.

Con el presente trabajo se podrán conocer los costos pertinentes para cada municipio, y se podrá realizar el cobro del consumo de agua de una manera justa y razonable; es por ello, que la empresa considera importante estimar los costos de suministro de agua en cada punto de entrega.

En HIDROCAPITAL, no se toman en cuenta todos los costos que intervienen para realizar una estimación costos del Suministro de Agua del Sistema Tuy III, por lo que debemos integrar todos estos factores para conseguir un resultado óptimo en la estimación de costos; también hay que tomar en cuenta que HIDROCAPITAL es una empresa de servicio público. Este servicio impacta directamente a los habitantes de la Zona Metropolitana, tanto en el ámbito económico como en el social, ya que estamos suministrando agua, recurso fundamental en la vida del ser humano.

Se considerará los costos por depreciación, los cuales son indispensables para reponer los activos en el tiempo, también consideraremos el ajuste del valor real de los activos debido a la inflación.

**OBJETIVOS****Objetivo General:**

Estimar los costos totales de suministro de agua en el Sistema TUY III.

**Objetivos Específicos:**

1. Estimar los costos de suministro de agua en el Sistema TUY III desde el Embalse Camatagua hasta los estanques Los Morochos de Baruta.
2. Estimar los costos de suministro de agua en cada punto de entrega.
3. Estimar los costos asociados a la Planta de Tratamiento Caujarito.
4. Estimar los costos de operación y mantenimiento asociados al sistema.
5. Estimar los costos de la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor asociados al Sistema de Suministro Tuy III.
6. Estimar los costos de depreciación de equipos y obras civiles involucrados con el sistema.
7. Estimar el costo de transmisión y consumo de energía eléctrica en el Sistema Tuy III.
8. Los costos de rehabilitaciones o reparaciones mayores de los equipos involucrados con el sistema.
9. El costo de la alcúota corporativa asociado al Sistema Tuy III.

*CAPÍTULO III*  
*ASPECTOS TEÓRICOS*

---

**CAPÍTULO III****ASPECTOS TEÓRICOS****Estructura General de Estimación de Costos**

## 1. Costos de Suministro de agua

## 1.1. Costos Directos

## 1.1.1. Materiales Directos (de Proceso)

1.1.1.1. Productos Químicos: Consumo anual de productos químicos de la Planta de Tratamiento Caujarito

## 1.1.2. Mano de Obra Directa

1.1.2.1. Operadoras de las Estaciones de Bombeo: Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema Tuy III

1.1.2.2. Cuadrillas de Operación: Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema Tuy III

1.1.2.3. Operadora de la Planta de Tratamiento Caujarito: Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema Tuy III

## 1.2. Costos indirectos

## 1.2.1. Materiales Indirectos

1.2.1.1. Materiales y Suministros: Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor

1.2.1.2. Activos: Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor

## 1.2.2. Mano de Obra Indirecta

1.2.2.1. Costos de Personal: Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor

1.2.2.2. Servicios no Personales: Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor

## 1.2.3. Otros Costos Indirectos

## 1.2.3.1. Depreciación de:

1.2.3.1.1. Obras Civiles: Costos de depreciación de la Planta de Tratamiento Caujarito, depreciación de Obras Civiles de las



---

Estaciones de Bombeo y Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor

1.2.3.1.2. Equipos: Depreciación de Equipos Estación de Bombeo 31, Estación de Bombeo Mamonal, Estación de Bombeo 32, Estación de Bombeo 33 y Equipos en Tuberías y Líneas de Transmisión Eléctrica

1.2.3.1.3. Estanques: Costos de depreciación de la Planta de Tratamiento Caujarito, Depreciación de Equipos en Tuberías

1.2.3.1.4. Sala de Bombas y Líneas Eléctricas: Costos de depreciación de la Planta de Tratamiento Caujarito

1.2.3.1.5. Líneas de Transmisión Eléctrica: Depreciación de Líneas de Transmisión Eléctrica

1.2.3.2. Consumo Eléctrico: Costos de Consumo de Energía Eléctrica del Sistema Tuy III

1.2.3.3. Operación y Mantenimiento

1.2.3.3.1. Mantenimiento Mayor: Costos de Mantenimiento Mayor

2. Costos de Oficina Corporativa

2.1. Mano de Obra Directa

2.1.1. Costos de Personal: Costos de Oficina Corporativa

2.2. Materiales Directos

2.2.1. Materiales y Suministros: Costos de Oficina Corporativa

2.3. Materiales Indirectos

2.3.1. Activos Reales: Costos de Oficina Corporativa

2.4. Otros Costos Indirectos

2.4.1. Servicios no Personales: Costos de Oficina Corporativa

## **Definiciones Económicas**

### *CLASIFICACIÓN DE COSTOS*

**Costos de producción:** es la sumatoria de todos los costos involucrados en el proceso de producción.

**Costos de mano de obra:** es el costo que interviene directamente en la transformación del producto. Por ejemplo, el sueldo del mecánico, del soldador.

En la Empresa HIDROCAPITAL la mano de obra directa es realizada por empresas contratadas para cada uno de los trabajos de operación y mantenimiento a realizar dentro de los sistemas de suministro; estas contratistas son inspeccionadas y evaluadas por el personal de la gerencia de Aducción y bombeo Mayor de la Empresa HIDORCAPITAL.

**Costos indirectos de fabricación:** son los costos que intervienen en la transformación de los productos, con excepción de la materia prima y la mano de obra directa . Por ejemplo, el sueldo del supervisor, mantenimiento, energéticos, depreciación, etc.

**Costos directos:** son los que se identifican plenamente con una actividad, departamento o producto. Por ejemplo, se cuenta el sueldo correspondiente a la secretaria del director de ventas, que es un costo directo para el departamento de ventas; la materia prima es un costo directo para el producto.

**Costo indirecto:** es el que no se puede identificar con una actividad determinada. Por ejemplo, la depreciación de la maquinaria o el sueldo del director de producción respecto al producto.

Algunos costos son duales, es decir, son directo o indirectos al mismo tiempo. Por ejemplo, el sueldo del gerente de producción es directo para los costos del área de producción pero indirecto para el producto. Como se puede apreciar todo depende de la actividad que se este analizando.

### *REVALORIZACIÓN DE ACTIVOS*

Revalorización es el proceso de actualización del valor de los activos de una empresa, que se consideran están por debajo de su valor verdadero y justo, a causa de la pérdida del valor de la moneda.

Causas de la subvalorización de los activos pueden ser: una fuerte inflación, devaluación del signo monetario o aumento extraordinario del precio de maquinarias de procedencia extranjera.

La revalorización tiene también, incidencias en el Impuesto sobre la Renta de la compañía, debido al gran aumento de precio de las máquinas y equipos, especialmente los importados.

#### *REHABILITACIÓN DE ACTIVOS*

En la Empresa HIDROCAPITAL, se realizan rehabilitaciones periódicas y planificadas a equipos principales de las estaciones de bombeo periódicamente, estos son: Bombas, Transformadores y Motores principales; debido al costo elevado de los equipos y la importancia de la función que realizan, ya que con la falla de alguno de ellos se suspendería el servicio de suministro de agua que es fundamental para el ser humano.

#### *DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS*

En términos generales la depreciación se define como la pérdida de valor de un activo tangible por cualquier causa. Sostiene Steven E. Bolten en “Administración Financiera”, que este mismo concepto aplicado a activos intangibles, se define como amortización y aplicado a los recursos naturales se le llama agotamiento.

También es común, que el término depreciación se aplique a la desvalorización que experimenta un bien material en el transcurso del tiempo, la expresión amortización se reserva para significar la disminución gradual y programada, de una deuda contraída a largo o mediano plazo.

Cuando la depreciación se lleva a términos contables es frecuente que se tome como sinónimo de amortización, es el caso de una inversión para adquisición de activos que forman la estructura productiva de una empresa y que debe cargar su depreciación a los costos de producción.

En la estructura productiva de una empresa que está compuesta por terreno, construcciones, instalaciones, máquinas y equipos, se consideran afectados por la depreciación todos estos componentes a excepción de la tierra, a la que usualmente no se le aplica pérdida de valor, debido a que rara vez ésta disminuye su valor por el uso o el transcurso del tiempo.

Para máquinas, equipos e instalaciones industriales, que es el caso que nos ocupa debemos considerar la depreciación debida al tiempo y al uso de dichos activos.

La depreciación puede estar motivada por:

- Deterioro físico causado por su uso en el proceso productivo o por el simple transcurso del tiempo.
- Obsolescencia, que puede ser de índole económica o tecnológica.

### *CAUSAS DE LA DEPRECIACIÓN*

Todo activo fijo excepto la tierra, está sujeto a depreciación a través del tiempo, dándose como causas concretas las siguientes:

- Deterioro por uso, es la pérdida de valor debido al uso normal de la máquina, equipo o instalación o por el uso indebido o mal uso, que le causará en este caso, una depreciación acelerada. Son motivos de pérdida de valor dentro de un uso normal de la máquina, el desgaste, la exposición a los agentes climáticos y a ambientes desfavorables e inevitables, como excesos de temperatura, aire saturado por agentes químicos dañinos, ambientes polvorientos o saturados de humedad.
- Es un factor de pérdida de valor de los bienes de una empresa, el desuso con abandono, en que máquinas, equipos e instalaciones no reciben mantenimiento. En el caso descrito se deberá tener mucho cuidado, por la simple razón de que es difícil determinar la magnitud de los daños producidos por el descuido de máquinas e instalaciones, donde se desconoce el grado de oxidación o corrosión que puedan haber sufrido los elementos metálicos, en los que se ignora el grado de deterioro sufrido a motores eléctricos, tableros de control, cables de las instalaciones de fuerza, cables de control y otros elementos expuestos a la humedad, a roedores y/o a diversos agentes ambientales nocivos.
- Es otro factor muy crítico de pérdida de valor de los activos, la obsolescencia. En la obsolescencia debemos distinguir:
  - a) Obsolescencia Económica, se define como la insuficiencia de los equipos para adaptarse a las nuevas exigencias del mercado en cantidad y/o en calidad. Es el caso de proyectos ejecutados con máquinas o equipos para un determinado producto o servicio, que

no tienen la flexibilidad suficiente para aumentar su volumen o calidad de producción, al cambiarse las condiciones del mercado por el aumento de usuarios o por el cambio de la moda, estos equipos, instalaciones y maquinarias quedarán inadecuados y su explotación se hará antieconómica.

- b) La Obsolescencia Tecnológica de las máquinas o equipos se produce al salir al mercado otros similares que realizan el mismo trabajo pero con mayor eficiencia, debido a perfeccionamientos técnicos que los hacen más económicos en su operación y mantenimiento. En muchas oportunidades, esta maquinaria posee condiciones que permiten simplificar los procesos de producción con respecto a los anteriores.

En suma, la obsolescencia tecnológica se traducirá en una desventaja económica que moverá al empresario a cambiar sus equipos por otros más modernos.

#### *VIDA ÚTIL ESTIMADA*

La vida útil estimada, es el tiempo total computado generalmente en años, que se supone o se espera que se va disponer de un bien en condiciones aceptables para la producción. En este punto, nos referimos a la vida física de la máquina en condiciones de prestar servicio a la producción.

Como se pudo ver en las causas de la depreciación, en todas ellas existe como factor común el tiempo, tiempo de uso, tiempo de abandono, tiempo necesario para que se produzca la obsolescencia, lo que está indicando la importancia de determinar para cada máquina o grupo de máquinas una vida útil lo más ajustada posible a lo que ocurrirá.

A pesar de que existen muchos textos que intentan establecer procedimientos para calcular la vida útil probable de las máquinas, equipos e instalaciones industriales, sólo hacen un recuento de los factores que habría que considerar para determinar la duración de los equipos y al final sugieren hacerlo por una cuidadosa estimación, en lo posible avalada por la experiencia o una buena fuente de datos históricos.

La verdad, es que es muy difícil predecir la duración de un activo en buenas condiciones de producción, debido a que su existencia está sometida a infinidad de factores aleatorios, muchos de ellos imposibles de controlar y preveer.

De lo anterior se desprende que para una buena estimación de la vida útil de un activo será recomendable usar el criterio más agudo para considerar los factores que pueden modificarlo, los principales son:

*Calidad de la Maquina o Equipo*

Es la condición básica para diagnosticar la esperanza de vida útil para cada unidad o grupo de máquinas. Existen marcas y tipos de máquinas de renombre universal que su sola presencia es un símbolo de calidad y durabilidad.

*Calidad del Mantenimiento*

La calidad del mantenimiento y la conservación existentes en la industria, es evidente que representan un papel de primer orden en la vida útil de los equipos.

*Calificación del Personal que opera las máquinas*

Es importante informarse si el personal recibe adiestramiento para el uso adecuado de los equipos.

*Propensión a la Obsolescencia*

Existen equipos que por su naturaleza son de fácil evolución, y las nuevas generaciones, que se dan muy frecuentemente, dejan anticuadas a las anteriores; o maquinarias que inciden en producciones muy expuestas a las variaciones de la moda de los productos que lanzan al mercado, ejemplo de esto son las máquinas operadas por sistemas de computación o máquinas que fabrican ciertas prendas de vestir u objetos para entretenimiento que rápidamente caen en el desinterés de los usuarios porque no son elementos de utilidad vital.

*Horarios de Trabajo*

Para la determinación de la vida útil basada en años de producción no debe dejarse de considerar la cantidad de turnos diarios que se trabaja con la máquina, es obvio, que una máquina que trabaja en 3 turnos diarios tendrá un desgaste aproximado de tres veces superior a la que trabaja en un sólo turno.

*Condiciones físicas de funcionamiento*

Existen diferentes condiciones ambientales que afectan la vida útil de los equipos, como son: el polvo, la humedad, la corrosión, entre otros.

*Factores Externos*

Pueden existir otros factores externos, tales como políticas económicas de gobierno, invasión de productos nuevos que reemplazan a los tradicionales, reactivación de determinados procesos que pueden decretar el acortamiento de la vida útil de máquinas y equipos que fueron fabricados para usos exclusivos.

*VALOR DE LIBROS O VALOR CONTABLE*

Aplicado a los activos, es el costo total que se asienta en libros de contabilidad de la empresa, el cual registra la suma de todos los gastos incurridos para llegar, en nuestro caso, a obtener la máquina, equipo o instalación en su mejor grado de producción.

El registro de este valor estará rebajado de su costo original, en el monto correspondiente a la amortización que resulte del método de depreciación anual que se adopte en cada empresa.

Es indudable, que el valor en libros es un buen índice para el trabajo del tasador, partiendo de la base que las anotaciones en contabilidad sean bien hechas y que se use un criterio adecuado para aplicar una depreciación justa y metódica de los activos.

*VALOR RESIDUAL*

El Valor Residual es aquel que toma un activo al término de su vida útil. Es el valor por el cual se liquida en el momento de decretar su retiro del servicio. A este valor también se le dan los nombres de: Valor de Chatarra, esta expresión se debe a que en muchos casos es lo que se paga por la máquina al venderla, generalmente al precio por kilogramo como materia prima para fabricar otras máquinas; Valor de Desecho, su denominación se debe a la misma razón anterior; y Valor de Salvamento porque este es un valor remanente del activo por el cual se retira o salva del inventario de bienes tangibles.

**Métodos de Depreciación**

Esta sección describe el uso de los métodos de la línea recta, saldo decreciente y suma de los dígitos de los años para calcular deducciones de depreciación; estos métodos históricos se continúan aplicando, directa e indirectamente, a la depreciación del bien.

*MÉTODO DE LA LÍNEA RECTA (LR)*

La depreciación de línea recta es el método de depreciación más sencillo. Supone que se deprecia un monto constante cada año en la vida útil del activo. En las ecuaciones que siguen se usan las siguientes nomenclaturas:

$T$  = vida útil del activo en años

$B$  = valor total del activo

$n$  = edad cronológica

$Du$  = deducción de la depreciación anual en el año  $n$  ( $1 \leq n \leq T$ )

$VAn$  = valor según libros en el año en estudio.

$Vr$  = valor de recuperación al final de la vida útil  $T$

$Dn$  = depreciación acumulada hasta el final del año en estudio

entonces:

$$Du = \frac{(B - Vr)}{T} \dots \text{Ec. 3.1.}$$

$$Dn = Du \times n \dots \text{Ec. 3.2.}$$

$$VAn = B - Dn \dots \text{Ec. 3.3.}$$

Observese que para este método, se debe tener una estimación del  $Vr$  final, que también será el valor final según libros al final del año  $T$ .

Para el caso de que se le asigne un valor residual ( $Vr$ ) igual a cero (0); entonces hablaremos de “método de línea recta sin valor residual”, y la recta al final llegará hasta el eje de las abscisas. En cambio, si al activo se le asigna un valor residual mayor que cero, ( $Vr > 0$ ) la recta tomará una pendiente menor y al final de la vida útil asignada mantendrá un valor  $Vr$  igual al valor residual previsto ( $VAn = Vr$ ).

En nuestro caso, no tomaremos en cuenta el valor de salvamento, debido a que en la Empresa HIDROCAPITAL no se obtendrán ningún tipo de beneficio por los equipos removidos ya que estos son considerados especiales por su uso y magnitud.

*MÉTODO DE SALDO DECRECIENTE (SD)*

De acuerdo con el método de saldo decreciente, algunas veces llamado método de porcentaje constante o fórmula de Matheson, se supone que el costo anual de depreciación es un porcentaje fijo del  $VA$  al inicio del año. La razón de depreciación



en un año cualquiera del VA al inicio de dicho año se mantiene constante durante la vida del activo y se denomina con  $R$  ( $0 \leq R \leq 1$ ). En este método,  $R=2/T$  cuando se usa un saldo decreciente de 200% (es decir, dos veces la tasa de la línea recta de  $1/T$ ), y  $T$  es igual a la vida útil de un activo. Si se especifica el método de saldo decreciente de 150%, entonces  $R=1.5/T$ . Las siguientes relaciones siguen siendo validas para el método del saldo decreciente:

$$Ds = B(R) \dots \text{Ec. 3.4.}$$

$$Du = B(1 - R)^{n-1}(R) \dots \text{Ec. 3.5.}$$

$$Dn = B[1 - (1 - R)^n] \dots \text{Ec. 3.6.}$$

$$VAN = B(1 - R)^n \dots \text{Ec. 3.7.}$$

$$VAT = B(1 - R)^T \dots \text{Ec. 3.8.}$$

Observese que las ecuaciones no contienen un término para el  $Vr$ .

#### *MÉTODO DE LA SUMA DE LOS DÍGITOS DE LOS AÑOS (SDA)*

Para calcular la deducción de depreciación por el método SDA, primero se listan en orden inverso los dígitos correspondientes al número de cada año de vida permitido. Después se determina la suma de estos dígitos. El factor de depreciación para cualquier año es el número de la lista en orden inverso para ese año dividido entre la suma de los dígitos. Por ejemplo, para que un bien que tenga una vida útil de cinco años, los factores de depreciación SDA son los siguientes:

<b>Año</b>	<b>Número del año en orden inverso (dígitos)</b>	<b>Factor de Depreciación SDA</b>
1	5	5/15
2	4	4/15
3	3	3/15
4	2	2/15
5	1	1/15
Suma de los dígitos	15	

**Tabla 4 Método de Depreciación: Suma de los Dígitos de los Años**

La depreciación para cualquier año es el producto del factor de depreciación SDA para ese año, y la diferencia entre la base de costo (B) y el Vr final estimado. La expresión general para el costo anual de depreciación para cualquier año n, cuando T es igual a la vida útil de un bien, es

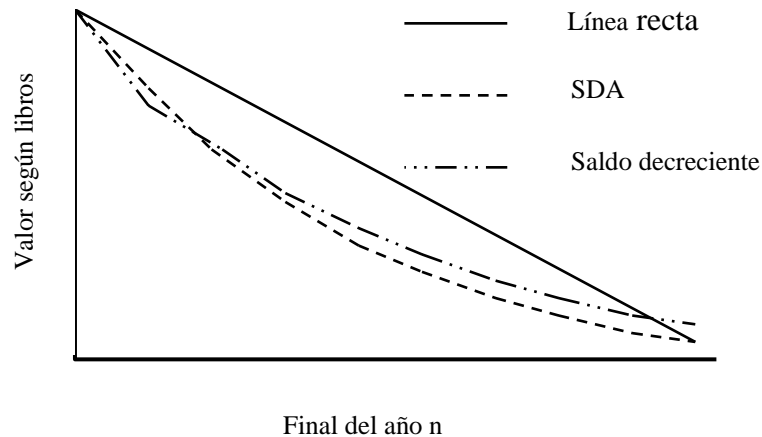
$$Du = (B - Vr) \left[ \frac{2(T - n + 1)}{T(T + 1)} \right] \dots \text{Ec. 3.9.}$$

El valor según libros al final del año n es

$$VAn = B - \left[ \frac{2(B - Vr)}{T} \right] n + \left[ \frac{(B - Vr)}{T(T + 1)} \right] n(n + 1) \dots \text{Ec. 3.10.}$$

y la depreciación acumulada en el n-ésimo año es simplemente

$$Dn = B - VAn \dots \text{Ec. 3.11.}$$



**Ilustración 24 Comparación entre Métodos de Depreciación**

*CAPÍTULO IV*  
*METODOLOGÍA*

---

**CAPÍTULO IV****METODOLOGÍA****Estimación de Costos***PRODUCTOS QUÍMICOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO*

Con la visita realizada a la Planta de Tratamiento Caujarito, se obtuvo la información del consumo mensual de productos químicos, dicha información fue facilitada por la Oficina Administrativa de la Operadora encargada de la planta. En el informe, se especificaron los costos de cada producto químico que se utiliza en el tratamiento del agua. Con la sumatoria del costo mensual de cada producto químico calculamos el costo total de los productos utilizados para el tratamiento del agua incluyendo el costo de transporte de los mismos.

*OPERADORAS Y CUADRILLAS*

De la contabilidad de la gerencia de Aducción y Bombeo Mayor de la Empresa HIDROCAPITAL, se obtuvo la información sobre el personal de operadoras y cuadrillas involucradas con el Sistema Tuy III, incluyendo los costos totales de operación y mantenimiento que realiza cada una de estas contratistas. Como las operadoras y cuadrillas trabajan para varios de los sistemas de suministro, discriminamos el costo de operación y mantenimiento equitativamente, dividiendo el costo de aquellas operadoras y cuadrillas entre el número de sistemas para los que prestan su servicio. Para obtener el costo total sumamos los costos de cada una de ellas, incluyendo la operadora de la Planta de Tratamiento Caujarito.

*GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR.*

Estos costos se obtuvieron directamente de la contabilidad de esta gerencia y se dividieron en los siguientes rubros: gastos de personal, materiales y suministros, servicios no personales y activos reales.

Dentro de los costos de materiales y suministros, tenemos:

- Productos alimenticios y agropecuarios.
- Textiles y vestuarios.
- Productos de cuero y caucho.
- Productos de papel, cartón e impresos.

- Productos químicos y derivados.
- Productos minerales no metálicos.
- Productos metálicos.
- Productos varios y útiles diversos.
- Otros materiales y suministros.

Dentro de los costos de activos, tenemos:

- Conservaciones, ampliaciones y mejoras.
- Maquinarias y demás equipos de construcción.
- Equipos científicos, religiosos, de enseñanza y recreación.
- Maquinas, muebles y demás equipos de oficina.
- Estudios y proyectos para inversión en activos fijos.
- Contratación de inspección de obras.

Dentro de los costos de personal tenemos:

- Sueldos, salarios y otras retribuciones.
- Complementos de sueldos y salarios.
- Aguinaldo, utilidades y bonificación legal a empleados.
- Aportes patronales por empleados y obreros.
- Asistencia socio-económica a empleados y obreros.
- Prestaciones sociales y otras indemnizaciones a empleados.

Dentro de los costos de servicios no personales, tenemos:

- Alquiler de equipos.
- Servicios básicos (se excluyeron costos de electricidad, ya que estos son estudiados de manera independiente.).
- Servicios de transporte y almacenaje.
- Servicio de información, impresión y relaciones públicas.
- Primas y otros gastos de seguro y comisiones.
- Viáticos y pasajes.

- Servicios profesionales y técnicos.
- Conservación y reparaciones menores de maquinarias.
- Conservación y reparaciones menores de inmuebles.
- Servicios Fiscales.
- Otros servicios no personales (excluyendo los costos de operación y mantenimiento ya que estos son estudiados de manera independiente.).

Para obtener los costos totales asociados a la gerencia, sumamos todos los puntos especificados en los rubros y le asignamos un tercio del costo total al Sistema Tuy III, para distribuir los costos equitativamente.

#### *DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS Y OBRAS CIVILES*

Sobre los datos necesarios para el cálculo de la depreciación tenemos que mencionar que en la Empresa HIDROCAPITAL, no existe información alguna sobre los costos originales de equipos y obras civiles, lo que nos conduce a utilizar costos actuales de estos equipos e instalaciones y aplicar Índices Inflacionarios, Tasas de Cambio y revalorizaciones para obtener un costo de depreciación real de estos activos.

Tenemos que aclarar, que el costo de depreciación a calcular, será el de la depreciación real o física de los equipos e instalaciones y no un costo de depreciación contable, porque como hemos mencionado anteriormente HIDROCAPITAL es una empresa de servicio público, y por ello no busca obtener ganancias sino obtener el costo para garantizar la continuidad del funcionamiento del servicio.

Para obtener la revalorización de la depreciación, se aplicaron los Índice Inflacionarios a partir del año 1993, ya que esta fue la fecha en que el Fisco Nacional autorizó la revalorización en Venezuela debido al aumento acelerado de la inflación y la constante devaluación de la moneda.

##### *Obras Civiles:*

Obtuvimos la información de dimensiones sobre las obras civiles de varias fuentes, como son: planos de planta, planos de construcción, directamente de las obras civiles visitadas, y Planoteca de HIDROCAPITAL, entre otros. La información de costos unitarios de construcción fue suministrada por la Empresa Constructora

NASE C.A., dicha información fue comparada con los costos de otras empresas dedicadas a la construcción.

Para el cálculo del costo de depreciación, multiplicamos las dimensiones de las instalaciones por el valor actual de construcción y así hallamos el costo actual de obras civiles. Aplicando el método de depreciación Lineal y a este valor los Índices Inflacionarios a partir del año 1993 hasta la fecha para obtener la depreciación actual de las edificaciones.

#### *Equipos:*

La información sobre los equipos que pertenecen al Sistema Tuy III, se obtuvo con la ayuda suministrada por la empresa, esta información se verificó y completó personalmente con visitas a las Estaciones de Bombeo, planta de tratamiento, y demás instalaciones pertenecientes al sistema.

La información sobre precios de equipos se obtuvo directamente de los fabricantes, por distintas vías, como son: Teléfono, fax, Internet y personalmente con visitas a las compañías fabricantes.

La información sobre la vida útil de los equipos e instalaciones, se obtuvo tomando en cuenta el tiempo que recomiendan los fabricantes y la experiencia de los ingenieros de la Empresa HIDROCAPITAL, ya que ellos tienen conocimientos de todos los tipos de mantenimientos que se realizan y las condiciones de operación de los equipos.

Para calcular el costo de depreciación de los equipos, tomamos el valor actual del equipo, le aplicamos los Índices Inflacionarios de los Estados Unidos para llevarlos al valor original, luego le aplicamos la paridad cambiaria para el año 1993, y a este resultado se le aplicaron los Índices Inflacionarios de Venezuela para obtener un valor revalorizado de la depreciación Lineal de los equipos.

#### *CONSUMO DE ELECTRICIDAD*

Cuando estuvimos realizando estos estudios observamos que la empresa discrimina del Sistema Tuy III dos grandes tramos para el consumo eléctrico: Camatagua y Camatuy. El tramo Camatagua lo integran las estaciones de bombeo 31 y Mamonal, y el tramo Camatuy lo integran las estaciones de bombeo 32, 33 y Planta de Tratamiento Caujarito.

El costo del consumo y transmisión de la energía eléctrica fue obtenido directamente de la facturación mensual de la empresa con la sumatoria de los costos

mensuales de consumo y transmisión de electricidad incluyendo el costo de consumo eléctrico de la Planta de Tratamiento Caujarito.

#### *MANTENIMIENTO MAYOR O REHABILITACIONES*

Obtuvimos la información de la gerencia de Aducción y Bombeo Mayor de HIDROCAPITAL, los equipos principales a los que se le realiza este mantenimiento o rehabilitación son: bombas, motores y transformadores de las estaciones de bombeo. Dentro de dichos costos se encuentran, los precios de repuestos y mano de obra para cada uno de los equipos.

Para obtener el costo total realizamos la sumatoria de los costos de mantenimiento mayor de cada una de las estaciones de bombeo, lo dividimos entre la cantidad de años en que se realiza cada mantenimiento para distribuir el costo de manera que no incida sólo en el año en que se realiza el mismo.

#### *OFICINA CORPORATIVA*

La oficina Corporativa de la Empresa HIDROCAPITAL, se encuentra ubicada en Caracas, y se encarga de administrar todos los aspectos relacionados con la comercialización del agua. Por este motivo, existe un porcentaje de los costos de la corporativa que se le asigna a los Sistemas Tuy, dicho porcentaje es del 10% y fue suministrado por la misma Oficina Corporativa. Dentro de los costos asociados a esta oficina se encuentran los siguientes rubros: gastos de personal, materiales y suministros, servicios no personales y activos. Realizando la sumatoria de los costos de los diferentes rubros y asignándole un tercio ( $1/3$ ) del costo total al Sistema Tuy III, obtenemos el costo de la Oficina Corporativa asociado al Sistema de Suministro Tuy III.

#### *CAUDALES ENTREGADOS Y DISTANCIAS RECORRIDAS*

La distancia recorrida hasta cada punto de entrega, la obtuvimos de los planos que contienen los perfiles de tuberías que fueron proporcionados por la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor, y la Planoteca de HIDROCAPITAL.

Los caudales en los diferentes puntos de entrega fueron suministrado por la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor de acuerdo a mediciones realizadas en dichos puntos.



## **Selección de los Criterios de Estimación**

Para obtener el mejor resultado para la estimación de costos en cada punto de entrega y ofrecer dos opciones a la Empresa HIDROCAPITAL, utilizamos dos criterios de estimación de costos, basándonos en dos parámetros, distancia recorrida y caudal entregado en los puntos de entrega; los dos criterios utilizados son:

### *CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO*

Después de calcular el costo total anual asociado al suministro de agua del Sistema Tuy III lo dividimos entre la sumatoria de los diferentes caudales entregados en cada punto, obteniendo un factor unitario en Bs/m<sup>3</sup>, el cual utilizaremos para estimar el costo en cada punto de entrega.

### *CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO*

Después de calcular el costo total anual asociado al suministro de agua del Sistema Tuy III lo dividimos entre la sumatoria del producto de las distancias acumuladas hasta cada punto de entrega y el caudal entregado en los mismos, obteniendo con esto un factor unitario en Bs/(km\*m<sup>3</sup>), el cual utilizaremos para obtener el costo en cada punto de entrega.

## **Estimación de Costos Para Cada Punto de Entrega**

Para obtener el costo en cada punto de entrega, utilizamos los factores unitarios obtenidos de los criterios de estimación seleccionados.

### *ESTIMACIÓN DE COSTOS APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO*

Se utilizó el factor calculado con el criterio de estimación de costos por caudal entregado y se multiplicó por la sumatoria de los caudales en cada punto de entrega, resultando el costo total anual del agua en cada punto.

### *ESTIMACIÓN DE COSTOS APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO*

Se utilizó el factor calculado con el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado y se multiplicó por la sumatoria del producto de las distancias acumuladas hasta cada punto de entrega y por el caudal entregado en cada uno de ellos, resultando el costo total anual del agua en cada punto.

*CAPÍTULO V*  
*CÁLCULOS Y RESULTADOS*

---

**CAPÍTULO V****CÁLCULOS Y RESULTADOS****Costos Asociados al Consumo de Productos Químicos**

Para obtener los costos asociados al consumo de productos químicos en la Planta de Tratamiento Caujarito, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$pq = SA + CL + TR + OT \dots \text{Ec 5.1.}$$

donde,

$pq$  = Sumatoria de los costos mensual de los productos químicos consumidos por la planta de tratamiento  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{mens}}\right)$

$SA$ : = Costo mensual de Sulfato de Aluminio  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{mens}}\right)$

$CL$  = Costo mensual de Cloro  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{mens}}\right)$

$TR$  = Costo mensual de transporte  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{mens}}\right)$

$OT$  = Costo mensual de otros productos químicos utilizados en la planta  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{mens}}\right)$

Después de haber obtenido el costo mensual en productos químicos, procederemos a realizar la sumatoria ( $PQ$ ), para así obtener el costo total consumido anualmente de dichos productos, mediante la fórmula:  $PQ = \sum pq \dots \text{Ec 5.2.}$

**PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO  
CONSUMOS TOTALES DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

MESES	SULFATO DE ALUMINIO (Bs)	CLORO (Bs)	TRANSPORTE (Bs)	OTROS (sulf. de cobre, cal, etc) (Bs)	COSTO (Bs)
ENERO	6.636.601	47.610.856	9.068.400	-	63.315.857
FEBRERO	2.342.868	56.172.047	7.305.100	-	65.820.015
MARZO	2.899.721	47.249.386	9.068.400	-	59.217.506
ABRIL	1.395.698	51.923.861	9.509.225	-	62.828.784
MAYO	2.342.868	56.172.047	9.169.160	-	67.684.075
JUNIO	2.669.578	53.778.737	7.859.280	-	64.307.595
JULIO	8.990.909	67.328.100	9.526.400	-	85.845.409
AGOSTO	3.975.222	72.830.557	9.824.100	-	86.629.879
SEPTIEMBRE	65.388.068	89.412.834	7.540.000	139.978	162.480.880
OCTUBRE	169.851.535	99.890.282	10.917.920	18.503	280.678.240
NOVIEMBRE	96.211.819	88.967.896	11.340.160	-	196.519.875
DICIEMBRE	9.783.462	84.187.196	8.806.720	-	102.777.378
				<b>TOTAL</b>	<b>1.298.105.491</b>

**Tabla 5 Consumo de productos químicos**

### Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema Tuy III

Para obtener los costos de operación y mantenimiento anual, debemos apoyarnos en las operadoras y cuadrillas, ya que éstas son las encargadas de ejecutar los trabajos de operación y mantenimiento directo del Sistema de Suministro Tuy III. Hay que realizar una sumatoria de los gastos reportados a la empresa.

$$OM = HC + GA + IO + SH + ASC + ACEB + IBT \dots \text{Ec 5.3.}$$

donde:

OM = Sumatoria de costos anuales asociados a la operación y mantenimiento del Sistema de Suministro de Agua Tuy III  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

HC = Costos anuales reportados por la operadora Hidrocamatagua, S.R.L  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

GA = Costos anuales reportados por la operadora Grupo Aquasev, C.A  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

IO = Costos anuales reportados por la operadora Inversiones Operman Tuy 98, C.A. multiplicado por un factor de corrección igual a  $\frac{1}{3} \left(\frac{Bs}{año}\right)$

SH = Costos anuales reportados por la operadora Servicio Hidromolaro, C.A. multiplicado por un factor de corrección igual a  $\frac{1}{3} \left(\frac{Bs}{año}\right)$

ASC = Costos anuales reportados por la operadora Administración y Servicios Celimaren, C.A. multiplicado por un factor de corrección igual a  $\frac{1}{2} \left(\frac{Bs}{año}\right)$

ACEB = Costos anuales reportados por la operadora Asociación Civil y Electrónica La Betania, C.A. multiplicado por un factor de corrección igual a  $\frac{1}{2} \left(\frac{Bs}{año}\right)$

IBT = Costos anuales reportados por la operadora Inversiones Bello Tovar, C.A. multiplicado por un factor de corrección igual a  $\frac{1}{3} \left(\frac{Bs}{año}\right)$

Hay que señalar que se tomo un factor de  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{2}$  para repartir equitativamente el costo entre los sistemas de suministro de agua Tuy I, Tuy II y Tuy III, ya que algunas operadoras y cuadrillas prestan servicio a varios de los sistemas.

**COSTOS OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA TUY III**

CONTRATISTAS	COSTOS O/M (Bs)	COSTOS O/M TUY III (Bs) año 2003
HIDROCAMATAGUA, S.R.L.	39.677.569	177.425.506
	137.747.938	
GRUPO AQUASEV, C.A.	148.623.932	603.701.174
	455.077.242	
INVERSIONES OPERMAN TUY 98, C.A.	48.662.332	77.870.256
	184.948.436	
SERVICIO HIDROMOLAR, C.A.	63.528.394	86.189.024
	195.038.677	
	<b>TOTAL</b>	<b>945.185.959</b>

CUADRILLAS	COSTOS O/M (Bs)	COSTOS O/M TUY III (Bs)
ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS CELIMAREN, C.A.	11.550.490	28.055.798
	44.561.105	
ASISTENCIA CIVIL Y ELECTRÓNICA LA BETANIA, C.A.	21.278.917	51.566.951
	81.854.985	
INVERSIONES BELLO TOVAR, C.A.	11.407.122	16.870.431
	39.204.171	
	<b>TOTAL</b>	<b>96.493.180</b>

PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO	COSTOS O/M (Bs)	COSTOS O/M TUY III (Bs)
SIMP SANEAMIENTO INTEGRAL C.A.	296.239.817	296.239.817
	<b>TOTAL</b>	<b>296.239.817</b>
<b>COSTO TOTAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO [Bs/año]</b>		<b>1.337.918.956</b>

**Tabla 6 Costos de operación y mantenimiento**

**Costos Asociados a la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor**

Para obtener este costo se utilizó la siguiente ecuación

$$P = (GPp + MSp + SNPp + ARP) \times \frac{1}{3} \dots \text{Ec 5.4.}$$

donde:

P = Costos totales anuales asociados a la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{año}}\right)$

GPp = Costos asociados al personal  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{año}}\right)$

MSp = Costos asociados a materiales y suministros  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{año}}\right)$

$$\text{SNPp} = \text{Costos asociados a los servicios no personales} \left( \frac{\text{Bs}}{\text{año}} \right)$$

$$\text{ARp} = \text{Costos asociados a los Activos} \left( \frac{\text{Bs}}{\text{año}} \right)$$

Hay que señalar que en esta fórmula existe un factor de corrección de  $\frac{1}{3}$  para repartir equitativamente el costo para cada uno de los sistemas Tuy.

### COSTOS ASOCIADOS A GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL [Bs/año]	COSTO ANUAL TUY III [Bs/año] año 2003
COSTOS DE PERSONAL	277.171.404	92.390.468
MATERIALES Y SUMINISTROS	129.852.635	43.284.212
SERVICIOS NO PERSONALES	719.130.223	239.710.074
ACTIVOS	6.816.638.917	2.272.212.972
	<b>TOTAL</b>	<b>2.647.597.727</b>

Tabla 7 Costos asociados a la gerencia de aducción y bombeo mayor

### Costos de Depreciación

Para obtener los costos totales de depreciación nos basamos en la fórmula de depreciación Lineal:

$$Du = \frac{CO}{n} \dots \text{Ec 5.5.}$$

donde:

$$Du = \text{Depreciación anual} \left( \frac{\text{Bs}}{\text{año}} \right)$$

$$CO = \text{Costo original (Bs)}$$

$$n = \text{vida útil (año)}$$

Con la fórmula expuesta anteriormente, obtendremos los costos por depreciación, pero cabe destacar que para el año 1993, el Fisco Nacional autorizó la revalorización de los bienes, mediante la aplicación de el Índice General de Precios al Consumidor para así tratar de obtener un valor más acorde con la realidad.

Entonces, para nuestro estudio realizaremos los ajustes que sean pertinentes para obtener una depreciación más ajustada a la realidad, aplicando la siguiente fórmula:

$$VA = \left( \frac{I_f - I_i}{I_i} + 1 \right) \times VO \dots \text{Ec 5.6.}$$

donde

- VA = Valor final o valor del año en estudio (Bs)
- VO = Valor inicial o valor del año que conocemos (Bs)
- I<sub>f</sub> = Índice final o del año en estudio
- I<sub>i</sub> = Índice inicial del año que conocemos su VO

#### DEPRECIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO

Utilizando la fórmula:

$$PT = OC + ES + EB \dots \text{Ec 5.7}$$

donde:

- PT = Costo total anual por depreciación de la planta de tratamiento  
( $\frac{Bs}{año}$ )
- OC = Costo actual por depreciación de obras civiles ( $\frac{Bs}{año}$ )
- ES = Costo actual por depreciación de los estanques ( $\frac{Bs}{año}$ )
- EB = Costo actual por depreciación de estaciones de bombeo y líneas eléctricas ( $\frac{Bs}{año}$ )

#### COSTOS DE DEPRECIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

DESCRIPCIÓN	COSTO AÑO DE CONSTRUCCIÓN (Bs)	FECHA CONSE. (año)	VIDA ÚTIL (año)	DEPRECIACIÓN ANUAL (Bs/año)	DEPRECIACIÓN ANUAL REVALORIZADA (Bs/año)
OBRAS CIVILES	115.066.800	1.980	50	2.301.336	60.935.623
ESTANQUES	23.187.700	1.980	50	463.754	12.279.449
ESTACIÓN DE BOMBEO Y LÍNEAS ELÉCTRICAS	127.615.800	1.980	50	2.552.316	67.581.164
				<b>TOTAL</b>	<b>140.796.237</b>

Tabla 8 Costos de depreciación de la Planta de Tratamiento Caujarito

*DEPRECIACIÓN DE OBRAS CIVILES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO Y GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR*

Ahora, con la fecha de construcción y con los Índices de Precios al Consumidor obtenemos los costos de construcción originales. Conociendo el costo original, aplicamos la fórmula para obtener la depreciación anual hasta el año 1993, a partir de allí volvemos aplicar los índices, para obtener cual es el costo por depreciación revalorizada de las obras civiles de cada una de las estaciones y de la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor: Mediante la fórmula siguiente, obtendremos los costos totales por depreciación de las obras civiles:

$$Doeb = OEB31 + OEBM + OEB32 + OEB33 + OABM \dots \text{Ec 5.8.}$$

donde

Doeb = Depreciación asociada a las obras civiles  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

OEB31 = Depreciación asociada a la E/B 31  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

OEBM = Depreciación asociada a la E/B Mamonal  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

OEB32 = Depreciación asociada a la E/B 32  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

OEB33 = Depreciación asociada a la E/B 33  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

OABM = Depreciación de la Gerencia de Aducción y Bombeo Mayor  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$



**DEPRECIACIÓN DE OBRAS CIVILES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO  
Y GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR  
DIMENSIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 31 (CAMATAGUA)**

DESCRIPCIÓN	DIM (m <sup>2</sup> )	COSTO UNIT. ACTUAL (Bs/m <sup>2</sup> )	COSTO TOTAL ACTUAL (Bs)	FECHA DE CONST (año)	COSTO TOTAL ORIG (Bs)	VIDA ÚTIL (año)	DEPREC (Bs/año)	DEPREC. REVAL. (Bs/año)
Vialidad interna	4284	60.000	257.040.000	1.973	243.581	50	4.872	128.993
Planta de tratamiento	224	250.000	56.000.000	1.973	53.068	50	1.061	28.103
Patio de bombas	1260	400.000	504.000.000	1.973	477.610	50	9.552	252.927
Casa de Mandos (2 pisos)	550	400.000	220.000.000	1.973	208.481	50	4.170	110.405
Sub-estación eléctrica	900	240.000	216.000.000	1.973	204.690	50	4.094	108.397
Galpón	210	200.000	42.000.000	1.973	39.801	50	796	21.077
Galpón SIEMENS	180	250.000	45.000.000	1.973	42.644	50	853	22.583
Vivienda solteros	161	250.000	40.250.000	1.973	38.142	50	763	20.199
Vivienda casados	245	250.000	61.250.000	1.973	58.043	50	1.161	30.738
<b>TOTAL</b>								<b>723.421</b>

**DIMENSIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO MAMONAL**

Vialidad interna	600	60.000	36.000.000	1.993	1.359.600	50	27.192	720.000
Patio de bombas	1260	400.000	504.000.000	1.993	19.034.405	50	380.688	10.080.000
Casa de Mandos (2 pisos)	550	400.000	220.000.000	1.993	8.308.669	50	166.173	4.400.000
Sub-estación eléctrica	400	240.000	96.000.000	1.993	3.625.601	50	72.512	1.920.000
<b>TOTAL</b>								<b>17.120.001</b>

**DIMENSIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 32**

Vialidad interna	2100	60.000	126.000.000	1.980	242.002	50	4.840	128.156
Patio de bombas	1968	400.000	787.200.000	1.980	1.511.935	50	30.239	800.671
Edificio de control (2 pisos)	1320	400.000	528.000.000	1.980	1.014.103	50	20.282	537.036
Sub-estación eléctrica	3740	240.000	897.600.000	1.980	1.723.975	50	34.479	912.961
<b>TOTAL</b>								<b>2.378.824</b>

**DIMENSIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 33**

Vialidad interna	1800	60.000	108.000.000	1.980	207.430	50	4.149	109.848
Patio de bombas	2050	400.000	820.000.000	1.980	1.574.932	50	31.499	834.033
Edificio de control (2 pisos)	1290	400.000	516.000.000	1.980	991.055	50	19.821	524.830
Sub-estación eléctrica	2250	240.000	540.000.000	1.980	1.037.150	50	20.743	549.241
<b>TOTAL</b>								<b>2.017.952</b>

**DIMENSIONES DE LA GERENCIA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR**

Oficina	156	450.000	70.200.000	1.980	134.830	50	2.697	71.401
<b>TOTAL</b>								<b>71.401</b>

**DEPRECIACIÓN TOTAL 22.311.599**

**Tabla 9 Depreciación de obras civiles en las estaciones de bombeo y oficina de aducción y bombeo mayor**

---

*DEPRECIACIÓN TOTAL DE EQUIPOS EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO*

La información sobre los costos originales de estos equipos no existía en la empresa y tuvimos que remitirnos a indagar sobre los costos actuales de estos. Mediante los Índices Inflacionarios, obtuvimos de una manera aproximada, cual fue el costo de estos equipos originalmente.

Con los costos originales, aplicamos la fórmula de depreciación Lineal y con los índices obtuvimos cual es el costo por depreciación actual de cada equipo, y mediante la siguiente fórmula obtenemos los costos totales por depreciación asociada a cada una de las estaciones de bombeo:

$$Deb = EB31 + EBM + EB32 + EB33 \dots Ec 5.9.$$

donde

Deb = Depreciación asociada a las obras civiles  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

EB31 = Depreciación asociada a la E/B 31  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

EBM = Depreciación asociada a la E/B Mamonal  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

EB32 = Depreciación asociada a la E/B 32  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

EB33 = Depreciación asociada a la E/B 33  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS ESTACIÓN DE BOMBEO 31 AÑO 2003**

EQUIPO	CANT	FECHA DE INSI [año]	VIDA UTIL [año]	COSTO ACTUAL [\$]	COSTO AÑO COMPRA [\$]	DEPREC UNITARIA [\$/año]	DEPREC UNITARIA [Bs/año]	DEPREC. ANUAL [Bs/año]
BOMBA	5	1.973	50	1.051.137	197.582	3.952	9.536.783	47.683.916
VALVULA	5	1.973	30	130.477	24.526	818	1.972.985	9.864.924
VALVULA	4	1.973	30	105.153	19.766	659	1.590.057	6.360.229
VALVULA	1	2.003	30	105.153	105.153	3.505	5.608.158	5.608.158
VALVULA	1	2.003	30	10.091	10.091	336	538.190	538.190
VALVULA	4	1.973	30	15.731	2.957	99	237.875	951.498
PUNTEGRUA	1	1.973	25	40.000	7.519	-	-	-
MOTORELECTRICO	4	1.973	25	246.000	46.241	-	-	-
MOTORELECTRICO	1	2.003	25	246.000	246.000	9.840	15.744.000	15.744.000
TRANSFORMADOR	3	1.973	30	432.000	81.203	2.707	6.532.433	19.597.299
TRANSFORMADOR	2	1.973	30	2.430	457	15	36.745	73.490
TRANSFORMADOR	2	1.973	30	5.940	1.117	37	89.821	179.642
INTERRUPTORES	3	1.973	30	50.000	9.398	313	756.069	2.268.206
INTERRUPTORES	6	1.973	30	15.000	2.820	94	226.821	1.360.924
INTERRUPTORES	5	1.973	30	15.000	2.820	94	226.821	1.134.103
INTERRUPTORES	1	1.973	30	15.000	2.820	94	226.821	226.821
INTERRUPTORES	2	1.973	30	15.000	2.820	94	226.821	453.641
SECCIONADORES	3	1.973	30	25.500	4.793	160	385.595	1.156.785
SECCIONADORES	3	1.973	30	7.500	1.410	47	113.410	340.231
PARARRAYOS	9	1.973	30	1.850	348	12	27.975	251.771
ACUMULADORES	55	1.973	15	356	67	-	-	-
RECTIFICADORES	1	1.973	20	4.600	865	-	-	-
GENERADOR	1	1.973	30	50.300	9.455	315	760.605	760.605
SISTEMA DE EXCIT.	1	1.997	20	130.000	113.043	5.652	9.480.696	9.480.696
A/A	1	2.001	15	61.737	58.797	3.920	4.438.449	4.438.449
AUTOMATISMO	1	1.973	40	512.700	96.372	2.409	5.814.546	5.814.546
AUTOMATISMO	1	1.973	40	25.790	4.848	121	292.485	292.485
AUTOMATISMO	6	1.973	40	940	177	4	10.661	63.963
AUTOMATISMO	1	1.973	40	2.180	410	10	24.723	24.723
AUTOMATISMO	1	1.973	40	192.810	36.242	906	2.186.664	2.186.664
AUTOMATISMO	1	1.973	40	28.500	5.357	134	323.219	323.219
BARRAS DE COBRE	26	1.973	100	103	19	0,2	465	12.090
CABLE DE COBRE	600	1.973	30	27	5	0,2	408	244.966
								<b>137.436.234</b>

Tabla 10 Depreciación de equipos estación de bombeo 31

**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS ESTACIÓN DE BOMBEO MAMONAL AÑO 2003**

EQUIPO	CANT	FECHA DE INST [año]	VIDA UTIL [año]	COSTO ACTUAL [\$]	COSTO AÑO COMPRA [\$]	DEPREC UNITARIA [\$/año]	DEPREC UNITARIA [Bs/año]	DEPREC ANUAL [Bs/año]
BOMBA	5	1.993	50	68.478	53.498	1.070	2.582.232	12.911.158
VALVULA	5	1.993	30	36.191	28.274	942	2.274.553	11.372.766
VALVULA	4	1.993	30	23.217	18.138	605	1.459.140	5.836.562
VALVULA	1	2.003	30	23.217	23.217	774	1.238.235	1.238.235
VALVULA	5	1.993	30	16.660	13.016	434	1.047.067	5.235.337
PUNTEGRUA	1	1.993	25	28.000	21.875	875	2.111.700	2.111.700
MOTOR ELECTRICO	6	1.993	30	250.000	195.313	6.510	15.712.051	94.272.306
TRANSFORMADOR	1	1.993	30	460.000	359.375	11.979	28.910.174	28.910.174
TRANSFORMADOR	2	1.993	30	2.430	1.898	63	152.721	305.442
TRANSFORMADOR	2	1.993	30	5.940	4.641	155	373.318	746.637
INTERRUPTORES	1	1.993	30	50.000	39.063	1.302	3.142.410	3.142.410
INTERRUPTORES	5	1.993	30	15.000	11.719	391	942.723	4.713.615
INTERRUPTORES	1	1.993	30	15.000	11.719	391	942.723	942.723
SECCIONADORES	1	1.993	30	29.796	23.278	776	1.872.625	1.872.625
PARARRAYOS	3	1.993	30	1.850	1.445	48	116.269	348.808
ACUMULADORES	55	1.993	15	295	231	15	37.119	2.041.567
RECTIFICADORES	1	1.993	20	4.600	3.594	180	433.653	433.653
GENERADOR	1	2.003	30	50.300	50.300	1.677	2.682.667	2.682.667
A/A	3	1.993	15	900	703	47	113.127	339.380
AUTOMATISMO	1	1.993	40	512.700	400.547	10.014	24.166.706	24.166.706
AUTOMATISMO	1	1.993	40	25.790	20.148	504	1.215.641	1.215.641
AUTOMATISMO	5	1.993	40	940	734	18	44.308	221.540
AUTOMATISMO	1	1.993	40	2.180	1.703	43	102.757	102.757
AUTOMATISMO	1	1.993	40	192.810	150.633	3.766	9.088.322	9.088.322
AUTOMATISMO	1	1.993	40	28.500	22.266	557	1.343.380	1.343.380
BARRAS DE COBRE	26	1.993	100	103	80	1	1.933	50.247
CABLE DE COBRE	688	1.993	30	27,00	21	1	1.697	1.167.468
								<b>216813.825</b>

Tabla 11 Depreciación de equipos estación de bombeo Mamonal

**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS ESTACIÓN DE BOMBEO 32 AÑO 2003**

EQUIPO	CANT	FECHA DE INST. [año]	VIDA UTIL [año]	COSTO ACTUAL [\$]	COSTO AÑO COMPRA [\$]	DEPREC UNITARIA [\$año]	DEPREC UNITARIA [Bs/año]	DEPREC ANUAL [Bs/año]
BOMBA	6	1.980	50	980.000	435.556	8.711	21.023.143	126.138.859
VALVULA	7	1.980	30	191.429	85.079	2.836	6.844.278	47.909.946
VALVULA	7	1.980	30	116.256	51.669	1.722	4.156.589	29.096.123
VALVULA	7	1.980	30	15.731	6.992	233	562.441	3.937.089
PUNTEGRUA	1	1.980	25	70.000	31.111	1.244	3.003.306	3.003.306
MOTOR ELECTRICO	6	1.980	25	350.221	155.654	6.226	15.026.027	90.156.161
MOTOR ELECTRICO	3	2.000	25	350.221	324.279	12.971	15.528.901	46.586.704
BANCODE CONDENSADORES	6	1.980	20	28.000	12.444	-	-	-
TRANSFORMADOR	1	1.980	30	1.476.000	656.000	21.867	52.772.380	52.772.380
TRANSFORMADOR	1	1.999	30	1.476.000	1.329.730	44.324	54.931.876	54.931.876
TRANSFORMADOR	1	1.980	30	22.880	10.169	339	818.043	818.043
TRANSFORMADOR	2	1.980	30	7.760	3.449	115	277.448	554.897
INTERRUPTORES	3	1.980	30	15.000	6.667	222	536.305	1.608.914
INTERRUPTORES	7	1.980	30	15.000	6.667	222	536.305	3.754.133
INTERRUPTORES	1	1.980	30	15.000	6.667	222	536.305	536.305
INTERRUPTORES	2	1.980	30	75.000	33.333	1.111	2.681.523	5.363.047
SECCIONADORES	4	1.980	30	49.660	22.071	736	1.775.526	7.102.104
SECCIONADORES	2	1.980	30	35.728	15.879	529	1.277.406	2.554.812
PARARRAYOS	12	1.980	30	6.270	2.787	93	224.175	2.690.104
ACUMULADORES	55	1.980	15	562	250	-	-	-
RECTIFICADORES	1	1.980	20	4.600	2.044	-	-	-
GENERADOR	1	2.003	30	50.300	50.300	1.677	2.682.667	2.682.667
A/A	1	2.001	15	61.737	58.797	3.920	4.438.450	4.438.450
AUTOMATISMO	1	1.980	40	512.700	227.867	5.697	13.748.170	13.748.170
AUTOMATISMO	1	1.980	40	25.790	11.462	287	691.565	691.565
AUTOMATISMO	7	1.980	40	940	418	10	25.206	176.444
AUTOMATISMO	1	1.980	40	2.180	969	24	58.457	58.457
AUTOMATISMO	1	1.980	40	192.810	85.693	2.142	5.170.245	5.170.245
AUTOMATISMO	1	1.980	40	28.500	12.667	317	764.234	764.234
BARRAS DUREZCA	1	1.980	50	94.840	42.151	843	2.034.527	2.034.527
BARRAS DE COBRE	49	1.980	100	103	46	0,5	1.099	53.872
CABLE DE COBRE	630	1.980	30	27	12	0,4	965	608.170
								<b>509.941.605</b>

Tabla 12 Depreciación de equipos estación de bombeo 32

**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS ESTACIÓN DE BOMBEO 33 AÑO 2003**

EQUIPO	CANT	FECHA DE INST. [año]	VIDA UTIL [año]	COSTO ACTUAL [\$]	COSTO AÑO COMPRA [\$]	DEPREC UNITARIA [\$/año]	DEPREC UNITARIA [Bs/año]	DEPREC ANUAL [Bs/año]
BOMBA	6	1.980	50	980.000	435.556	8.711	21.023.143	126.138.859
VALVULA	7	1.980	30	191.429	85.079	2.836	6.844.278	47.909.946
VALVULA	7	1.980	30	116.256	51.669	1.722	4.156.589	29.096.123
VALVULA	7	1.980	30	15.731	6.992	233	562.441	3.937.089
PLNIECRUA	1	1.980	25	70.000	31.111	1.244	3.003.306	3.003.306
MOTOR ELÉCTRICO	6	1.980	25	350.221	155.654	6.226	15.026.027	90.156.161
MOTOR ELÉCTRICO	3	2.000	25	350.221	324.279	12.971	15.528.901	46.586.704
BANCODE CONDENSADORES	6	1.980	20	28.000	12.444	-	-	-
TRANSFORMADOR	1	1.980	30	1.476.000	656.000	21.867	52.772.380	52.772.380
TRANSFORMADOR	1	1.999	30	1.476.000	1.329.730	44.324	54.931.876	54.931.876
TRANSFORMADOR	1	1.980	30	22.880	10.169	339	818.043	818.043
TRANSFORMADOR	2	1.980	30	7.760	3.449	115	277.448	554.897
INTERRUPTORES	2	1.980	30	15.000	6.667	222	536.305	1.072.609
INTERRUPTORES	8	1.980	30	15.000	6.667	222	536.305	4.290.437
INTERRUPTORES	2	1.980	30	15.000	6.667	222	536.305	1.072.609
INTERRUPTORES	2	1.980	30	75.000	33.333	1.111	2.681.523	5.363.047
SECCIONADORES	4	1.980	30	49.660	22.071	736	1.775.526	7.102.104
SECCIONADORES	2	1.980	30	35.728	15.879	529	1.277.406	2.554.812
PARARRAYOS	12	1.980	30	6.270	2.787	93	224.175	2.690.104
ACUMULADORES	55	1.980	15	562	250	-	-	-
RECTIFICADORES	1	1.980	20	4.600	2.044	-	-	-
GENERADOR	1	1.980	30	50.300	22.356	745	1.798.408	1.798.408
A/A	1	2.001	15	61.737	58.797	3.920	4.438.450	4.438.450
AUTOMATISMO	1	1.980	40	512.700	227.867	5.697	13.748.170	13.748.170
AUTOMATISMO	1	1.980	40	25.790	11.462	287	691.565	691.565
AUTOMATISMO	7	1.980	40	940	418	10	25.206	176.444
AUTOMATISMO	1	1.980	40	2.180	969	24	58.457	58.457
AUTOMATISMO	1	1.980	40	192.810	85.693	2.142	5.170.245	5.170.245
AUTOMATISMO	1	1.980	40	28.500	12.667	317	764.234	764.234
BARRAS DUREZCA	1	1.980	50	94.840	42.151	843	2.034.527	2.034.527
BARRAS DE COBRE	49	1.980	100	103	46	0,5	1.099	53.872
CABLE DE COBRE	630	1.980	30	27,00	12,00	0,4	965	608.170
								<b>509.593.651</b>

Tabla 13 Depreciación de equipos estación de bombeo 33

**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS EN TUBERÍAS**

La información sobre los costos originales de estos equipos no existe en la empresa y tuvimos que remitirnos a investigar sobre los costos actuales de los mismos. Mediante los Índices Inflacionarios obtuvimos de una manera aproximada cual fue el costo de estos equipos para el año de su instalación.

Realizamos las mismas operaciones descritas anteriormente, para obtener la depreciación Lineal actualizada de estos equipos y finalmente obtenemos la depreciación total asociada a equipos en tuberías mediante la fórmula:

$$TUB = \sum Dtub \dots Ec 5.10.$$

donde:

TUB = Depreciación asociada a la tubería  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

Dtub = Depreciación actualizada de cada uno de los equipos existentes  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

**DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS EN TUBERÍAS**

EQUIPOS	TIPO	CANT.	FECHA DE INST. (año)	VIDA ÚTIL (año)	COSTO ACTUAL (\$)	COSTO AÑO COMPRA (\$)	DEPREC UNITARIA [\$/año]	DEPREC UNITARIA [Bs/año]	DEPREC. ANUAL [Bs/año]
VÁLVULAS	Mariposa	2	1980	30	87.774	39.011	1.300	3.138.243	6.276.487
	Mariposa	1	1980	30	6.770	3.009	100	242.052	242.052
	Descarga	121	1980	30	4.950	2.200	73	176.981	21.414.646
	Ventosa	163	1980	30	6.400	2.844	95	228.823	37.298.202
	Chorro	24	1980	30	110.156	48.958	1.632	3.938.479	94.523.484
	Compuerta	1	1980	30	2.341	1.040	35	83.699	83.699
	Paso anular	1	1980	30	63.983	28.437	948	2.287.625	2.287.625
	Paso anular	1	1980	30	158.725	70.544	2.351	5.674.997	5.674.997
	Paso anular	1	1980	30	250.000	111.111	3.704	8.938.411	8.938.411
Mariposa	4	1980	30	70.500	31.333	1.044	2.520.632	10.082.528	
CHIMENEA	Equilibrio	13	1980	50	37.564	16.695	334	805.833	10.475.833
	Uni-direccional	1	1980	50	5.322	2.365	47	114.160	114.160
TANQUE 33	Succión	1	1980	50	30.352	13.490	270	651.113	651.113
TANQUE Mazonal	Succión	1	1993	50	18.785	8.349	167	402.986	402.986
TANQUE	Almc. 45m	1	1980	50	161.770	71.898	1.438	3.470.314	3.470.314
TANQUE	Almc. 65m	1	1980	50	337.520	150.009	3.000	7.240.532	7.240.532
TUBERÍA	85 pulg	53,41	1980	40	396.667	176.296	4.407	10.636.709	568.061.973
TUBERÍA	100 pulg	27,04	1980	40	700.000	311.111	7.778	18.770.664	507.635.703
TÚNEL LAS OLLAS	5,4km3m	5400	1980	50	596	265	5	12.778	69.003.440
<b>TOTAL</b>								<b>1.353.878.187</b>	

**Tabla 14 Depreciación de equipos en tuberías**

**COSTO DE DEPRECIACIÓN EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

Motivados al alto consumo energético que presenta el sistema de suministro de agua, cabe destacar la importancia de la depreciación de las líneas de transmisión, ya que también realizan un aporte al sistema.

Con la siguiente fórmula obtendremos el costo total de depreciación en líneas de transmisión

$$LT = \sum Dlt \dots \text{Ec 5.11.}$$

donde

LT = Costo totales de depreciación en líneas de transmisión  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

Dlt = Costo de depreciación de los equipos  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

**DEPRECIACIÓN EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

EQUIPO	TIPO	CANT	FECHA DE INST. (año)	VIDA ÚTIL (año)	COSTO ACTUAL (\$)	COSTO AÑO COMPRA (\$)	DEPREC UNITARIA [\$/año]	DEPREC UNITARIA [Bs/año]	DEPREC ANUAL [\$/año]
TORRES CELOSÍA	Simple tema	32	1980	30	18750	8.333	278	670.381	21.452.187
	Doble Tema	71	1980	30	25000	11.111	370	893.841	63.462.720
CONDUCT.	350 MCM	522000	1980	30	13,44	5,97	0,2	480	250.789.473
	ASCR 30	174000	1980	30	5,72	13,33	0,4	1.073	186.634.027
<b>TOTAL</b>									<b>522.338.407</b>

Tabla 15 Depreciación en líneas de transmisión

**Costos de Consumo de Energía Eléctrica del Sistema Tuy III**

Cálculo de los costos totales de consumo eléctrico del Sistema de Suministro de agua Tuy III:

$$E = Ca + Ct + Ept \dots \text{Ec 5.12}$$

donde:

E = Sumatoria de los costos totales anuales del consumo eléctrico del sistema  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

Ca = Sumatoria de costos mensuales de electricidad para el tramo Camatagua  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

Ct = Sumatoria de costos mensuales de electricidad para el tramo Camatuy  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

Ept = Sumatoria de costos mensuales de electricidad para la planta de tratamiento  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$



**COSTOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SISTEMA TUY III AÑO 2003**

<b>CONSUMO ELÉCTRICO</b>				
	<b>Camatagua</b>		<b>Camatuy</b>	
<b>MESES</b>	<b>kWh</b>	<b>COSTO (Bs)</b>	<b>kWh</b>	<b>COSTO (Bs)</b>
Enero	24.495,43	460.841.835,89	59.292,99	1.115.501.498,18
Febrero	24.159,84	454.537.829,39	57.959,08	1.090.404.948,90
Marzo	25.952,44	488.253.383,30	60.801,34	1.143.879.171,12
Abril	25.958,35	488.364.237,33	59.071,43	1.111.332.950,04
Mayo	26.731,22	488.656.880,80	62.600,27	1.144.356.688,05
Junio	25.281,89	462.162.310,35	61.064,29	1.116.277.688,39
Julio	24.812,24	453.576.959,48	64.034,32	1.170.571.049,88
Agosto	26.108,55	477.273.845,73	63.083,00	1.153.180.466,43
Septiembre	23.633,30	432.025.482,59	61.287,30	1.120.354.564,73
Octubre	19.250,01	351.897.338,37	61.784,08	1.129.435.809,18
Noviembre	20.900,44	382.067.698,83	58.918,94	1.077.059.955,92
Diciembre	23.604,40	431.497.064,05	61.838,80	1.130.435.978,41
<b>TOTAL</b>	<b>290.888,12</b>	<b>5.371.154.866,11</b>	<b>731.735,83</b>	<b>13.502.790.769,23</b>
<b>COSTOS DE TRANSMISIÓN</b>				
	<b>Camatagua</b>		<b>Camatuy</b>	
<b>MESES</b>	<b>COSTO (Bs)</b>		<b>COSTO (Bs)</b>	
Enero	40.207.532,75		97.325.285,00	
Febrero	38.871.139,53		93.251.238,26	
Marzo	40.168.731,30		94.107.233,33	
Abril	39.934.116,15		90.874.998,03	
Mayo	39.713.094,63		93.001.750,77	
Junio	39.569.896,18		95.574.630,92	
Julio	39.463.384,00		101.845.329,39	
Agosto	40.201.908,74		97.135.127,52	
Septiembre	37.367.364,08		96.903.304,56	
Octubre	31.101.239,80		99.821.311,81	
Noviembre	33.133.701,21		93.404.867,45	
Diciembre	34.741.433,97		91.015.606,29	
<b>TOTAL</b>	<b>454.473.542,34</b>		<b>1.144.260.683,33</b>	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO</b>				
<b>MESES</b>	<b>kWh</b>	<b>Bs.</b>		
Enero	10850	812.232,08		
Febrero	10582	792.169,57		
Marzo	10251	767.390,00		
Abril	9370	701.439,00		
Mayo	10301	771.133,89		
Junio	10149	759.755,15		
Julio	10678	799.356,15		
Agosto	10905	816.349,39		
Septiembre	10551	800.196,28		
Octubre	11448	868.225,47		
Noviembre	10969	831.897,73		
Diciembre	10678	809.828,06		
<b>TOTAL</b>	<b>126732</b>	<b>9.529.972,77</b>		
<b>Costo Total del Consumo eléctrico [Bs/año]</b>				<b>20.472.679.861,01</b>

Tabla 16 Costos de consumo de energía eléctrica del sistema

### Costo Asociados al Mantenimiento Mayor

Utilizando la siguiente fórmula obtendremos los costos totales por mantenimiento mayor realizado a los equipos principales:

$$MM = M31 + MMA + M32 + M33 \dots \text{Ec 5.13.}$$

donde

MM = Sumatoria de costos por mantenimiento mayor  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

M31 = Sumatoria de costos E/B31  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

MMA = Sumatoria de costos E/B Mamonal  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

M32 = Sumatoria de costos E/B 32  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

M33 = Sumatoria de costos E/B 33  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

### COSTOS DE MANTENIMIENTO MAYOR

UBICACIÓN	EQUIPOS	COSTO ACTUAL (\$)	COSTO ACTUAL (Bs)
ESTACIONES DE BOMBEO 31	BOMBAS	89.405	143.048.000
	TRANSFORMADORES	3.939	6.302.400
	MOTORES	23.597	37.754.608
ESTACIONES DE BOMBEO MAMONAL	BOMBAS	27.740	44.384.000
	TRANSFORMADORES	1.313	2.100.800
	MOTORES	7.964	12.742.400
ESTACIONES DE BOMBEO 32 y 33	BOMBAS	539.872	863.795.200
	TRANSFORMADORES	12.888	20.620.800
	MOTORES	106.185	169.896.000
<b>TOTAL</b>			<b>1.300.644.208</b>

Tabla 17 Costos de mantenimiento mayor

### Costos Asociados a la Oficina Corporativa

Ahora procedemos a calcular el costo asociado a la oficina corporativa de HIDROCAPITAL, mediante la siguiente fórmula:

$$A = (GP + MS + SNP + AR) \times 0,1 \times \frac{1}{3} \dots \text{Ec 5.14.}$$

donde:

- A = Sumatoria de todos los costos anuales de la oficina corporativa asociados al Sistema Tuy III  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$
- GP = Costos totales de personal  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$
- MS = Costos totales de materiales y suministros  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$
- SNP = Costos totales de servicios no personales  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$
- AR = Costos totales de activos reales  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

Hay que señalar que en esta fórmula existen factores de corrección, tales como: 0,1 que corresponde al 10% del costo total de la Oficina Corporativa de la empresa, asociado a los sistemas de suministro de agua. Esta consideración fue sugerida por la Oficina Corporativa, ya que ellos manejan estos datos de la misma forma y  $\frac{1}{3}$ : correspondiente a un factor de proporcionalidad para repartir equitativamente este costo para cada uno de los sistemas (Tuy I, Tuy II y Tuy III).

#### COSTOS ASOCIADO A LA OFICINA CORPORATIVA

DESCRIPCION	COSTO ANUAL (Bs/año)	COSTO ANUAL TUY III (Bs/año)
GASTOS DE PERSONAL	7.723.313.213	257.443.774
MATERIALES Y SUMINISTROS	737.409.518	24.580.317
SERVICIOS NO PERSONALES	10.436.631.490	347.887.716
ACTIVOS REALES	4.242.572.504	141.419.083
	<b>TOTAL</b>	<b>771.330.891</b>

**Tabla 18 Costos asociados a la oficina corporativa**

**Resumen de los Costos Involucrados en la Estimación**

Cálculo de los costos totales anuales(SC)

$$SC = PQ + OM + P + Deb + Doeb + E + MM + A \dots \text{Ec 5.15.}$$

**RESUMEN DE LOS COSTOS INVOLUCRADOS EN LA ESTIMACIÓN**

<b>COSTOS INVOLUCRADOS EN LA ESTIMACIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS PLANTA DE TRATAMIENTO (Bs/año)</b>	1.298.105.491
<b>COSTOS DE OPERACIÓN Y MANIENIMIENTO (Bs/año)</b>	1.337.918.956
<b>COSTOS ASOCIADOS A LA OFICINA DE ADUCCIÓN Y BOMBEO MAYOR (Bs/año)</b>	2.647.597.727
<b>COSTOS DE DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS Y OBRAS CIVILES (Bs/año)</b>	3.413.109.746
<b>COSTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO (Bs/año)</b>	20.472.679.861
<b>COSTOS DE MANIENIMIENTO MAYOR (Bs/año)</b>	1.300.644.208
<b>COSTOS ALÍCUOTA CORPORATIVA (Bs/año)</b>	771.330.891
<b>TOTAL (Bs/año)</b>	<b>31.241.386.879</b>

Tabla 19 Resumen de los costos involucrados en la estimación

### Resumen de los costos involucrados en la estimación año 2003

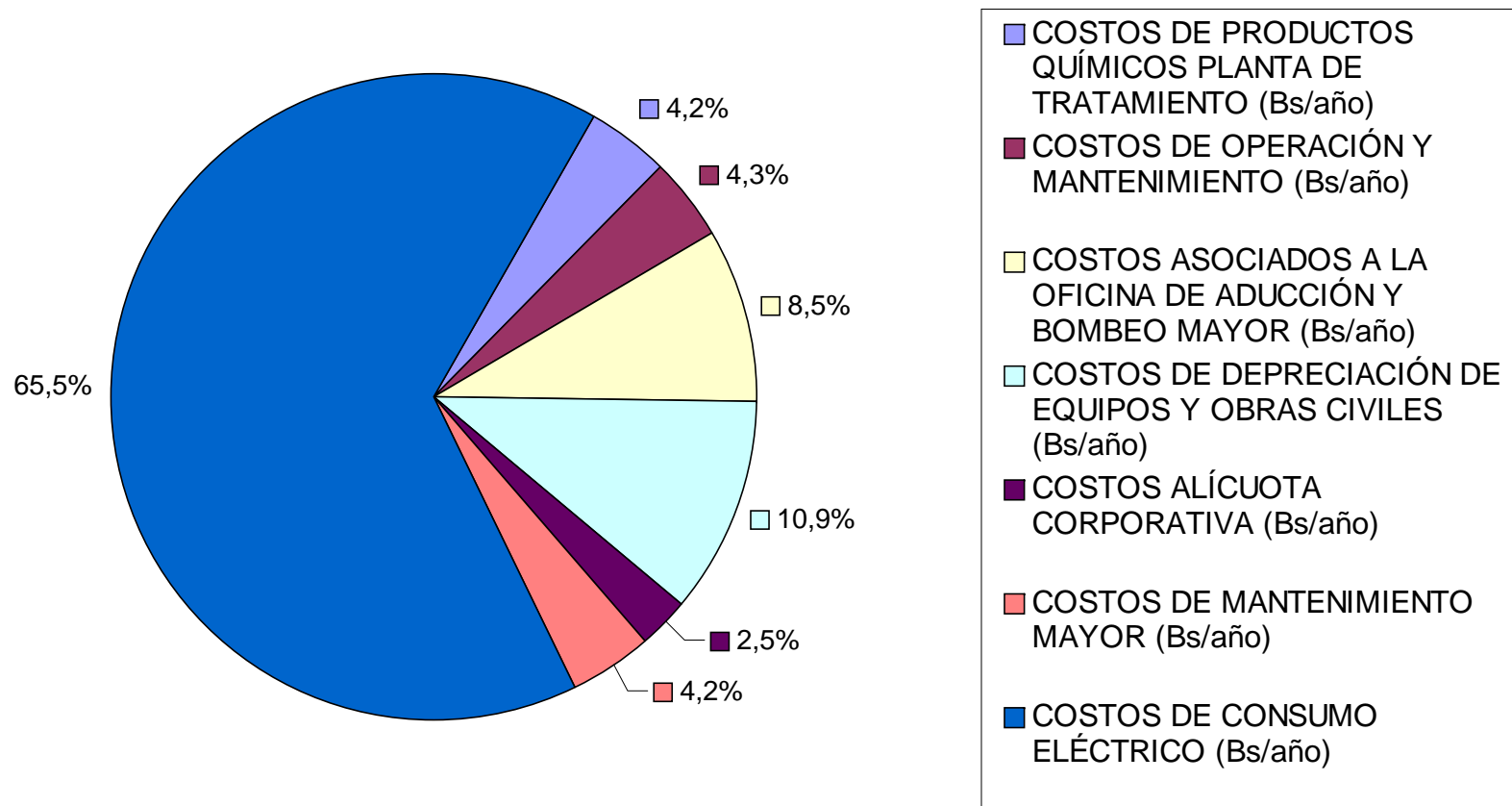


Ilustración 25 Resumen de los costos involucrados en la estimación

**Criterios de Estimación***CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO*

$$CU = \frac{CT}{\sum q_i} \dots \text{Ec 5.16.}$$

donde,

CU : Costos unitarios asociados al Sistema de Suministro de agua Tuy III  
 $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{m}^3}\right)$

CT : Sumatoria de los costos totales asociado al sistema  $\left(\frac{\text{Bs}}{\text{año}}\right)$

$q_i$  : Caudal en cada punto de entrega del sistema  $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{año}}\right)$

**CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS  
POR CAUDAL ENTREGADO**

DESCRIPCIÓN	TOTAL
TOTAL COSTOS INVOLUCRADOS EN LA ESTIMACIÓN	31.241.386.879,456
CAUDAL MANEJADO (m <sup>3</sup> /s)	11,525
CAUDAL TOTAL MANEJADO (m <sup>3</sup> /año)	363.452.400
COSTOS TOTALES UNITARIOS DE AGUA (Bs/(m <sup>3</sup> ))	<b>85,9573</b>

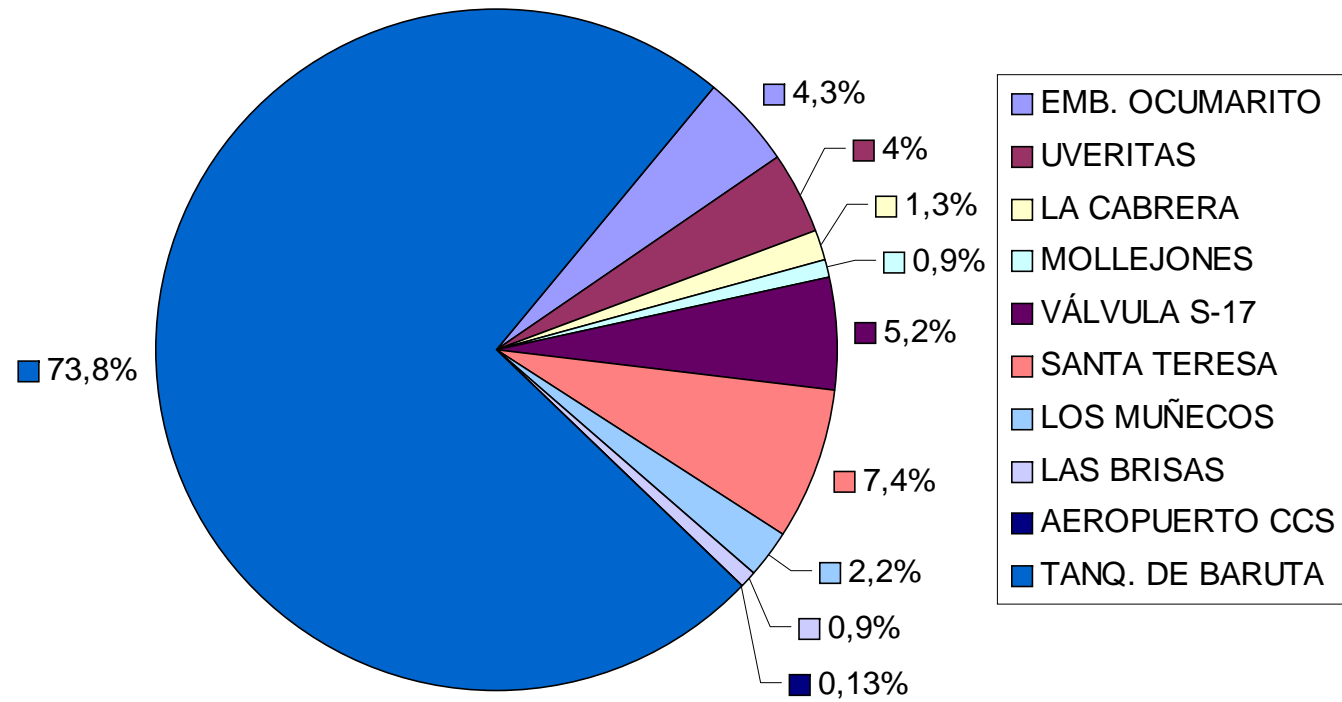
Tabla 20 Criterio de estimación de costos por caudal entregado

**COSTOS EN CADA PUNTO DE ENTREGA APLICANDO EL CRITERIO  
DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO**

PUNTOS DE ENTREGA	CAUDAL MANEJADO (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ENTREGADO (m <sup>3</sup> /año)	COSTOS TOTALES ANUALES (Bs/año)	COSTOS TOTALES DE AGUA (Bs/m <sup>3</sup> )
EMB. OCUMARITO	0,500	15.768.000	1.355.374.702	85,96
UVERITAS	0,460	14.506.560	1.246.944.726	85,96
LA CABRERA	0,150	4.730.400	406.612.411	85,96
MOLLEJONES	0,100	3.153.600	271.074.940	85,96
VÁLVULA S-17	0,600	18.921.600	1.626.449.642	85,96
SANTA TERESA	0,850	26.805.600	2.304.136.993	85,96
LOS MUNECOS	0,250	7.884.000	677.687.351	85,96
LAS BRISAS	0,100	3.153.600	271.074.940	85,96
AEROPUERTO CCS	0,015	473.040	40.661.241	85,96
TANQ. DE BARUTA	8,500	268.056.000	23.041.369.933	85,96
<b>TOTAL</b>	<b>11,525</b>	<b>363.452.400</b>	<b>31.241.386.879</b>	

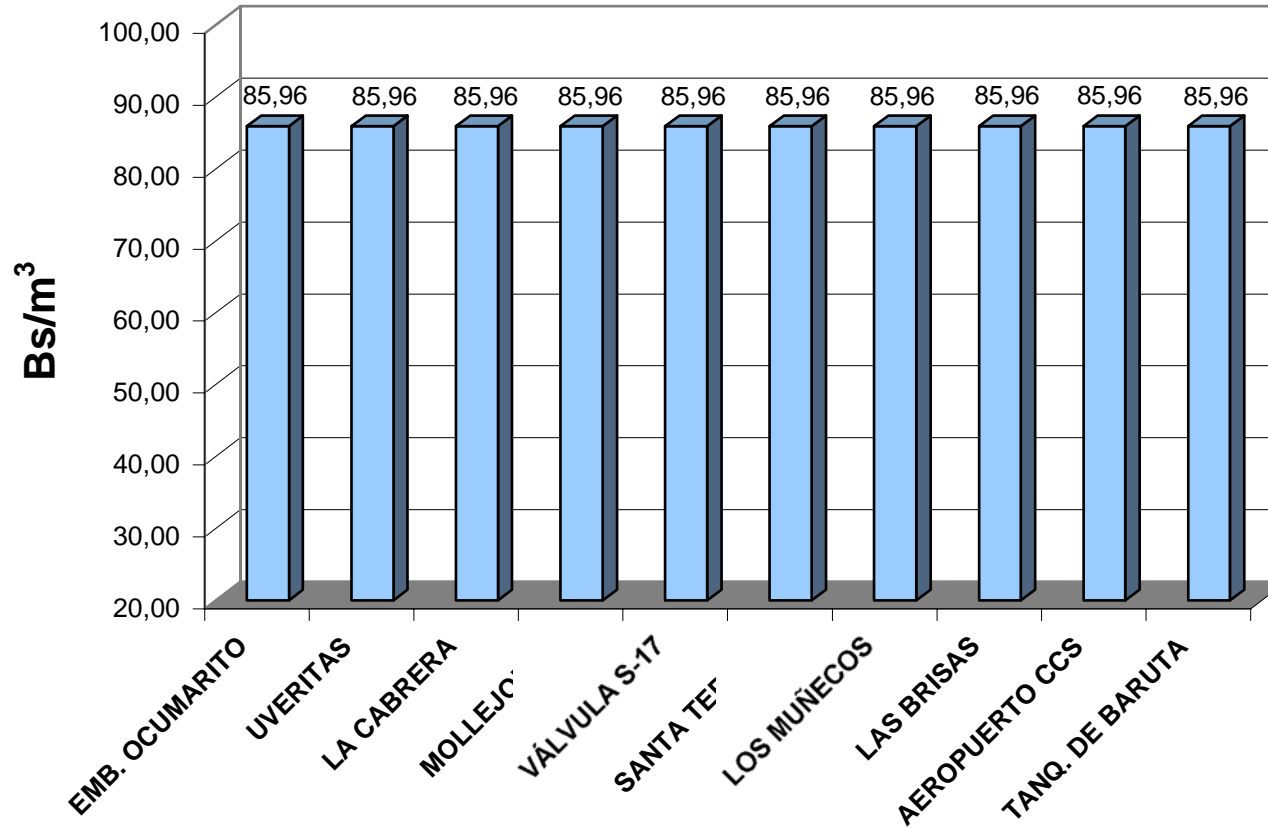
Tabla 21 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por caudal entregado

### COSTOS EN CADA PUNTO DE ENTREGA APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO AÑO 2003



**Ilustración 26 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por caudal entregado**

**COSTO UNITARIO EN CADA PUNTO DE ENTREGA APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR CAUDAL ENTREGADO**



**Ilustración 27** Costo unitario en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por caudal entregado



*CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO*

$$CU = \frac{CT}{\sum(d_i \times q_i)} \dots \text{Ec 5.17.}$$

donde,

CU : Costos unitarios asociados al Sistema de Suministro de agua Tuy III  
 $\left(\frac{Bs}{km \times m^3}\right)$

CT : Sumatoria de los costos totales asociado al sistema  $\left(\frac{Bs}{año}\right)$

$d_i$  : Distancia acumulada hasta cada punto de entrega (km)

$q_i$  : Caudal en cada punto de entrega del sistema  $\left(\frac{m^3}{año}\right)$

**CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS  
 POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO**

DESCRIPCIÓN	TOTAL
TOTAL COSTOS INVOLUCRADOS EN LA ESTIMACIÓN	31.241.386.879,456
DISTANCIA TOTAL (km)	570,06391
CAUDAL MANEJADO (m <sup>3</sup> /s)	11,525
CAUDAL TOTAL MANEJADO (m <sup>3</sup> /año)	363.452.400
COSTOS TOTALES UNITARIOS DE AGUA (Bs/(km*m <sup>3</sup> ))	<b>1,1543</b>

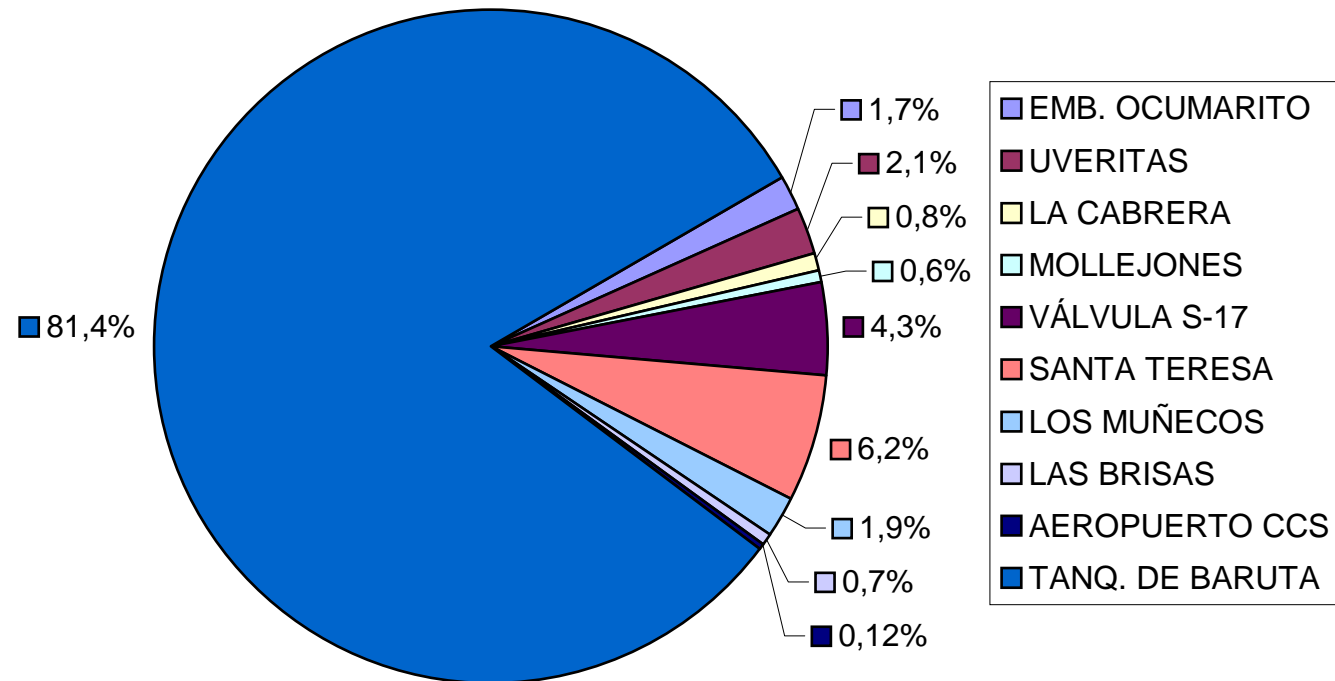
Tabla 22 Criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado

**COSTOS EN CADA PUNTO DE ENTREGA APLICANDO  
EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR  
DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO**

<b>PUNTOS DE ENTREGA</b>	<b>DIST. REC. (km)</b>	<b>CAUDAL MANEJADO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>CAUDAL ENTREGADO (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>COSTOS TOTALES (Bs/año)</b>	<b>COSTOS TOTALES (Bs/m<sup>3</sup>)</b>
EMB. OCUMARITO	29,98100	0,500	15.768.000	545.694.050	34,61
UVERITAS	40,02920	0,460	14.506.560	670.297.875	46,21
LA CABRERA	46,40386	0,150	4.730.400	253.383.579	53,56
MOLLEJONES	52,10865	0,100	3.153.600	189.689.338	60,15
VÁLVULA S-17	61,16969	0,600	18.921.600	1.336.043.597	70,61
SANTA TERESA	62,91700	0,850	26.805.600	1.946.794.149	72,63
LOS MUÑECOS	64,28060	0,250	7.884.000	584.996.181	74,20
LAS BRISAS	64,28060	0,100	3.153.600	233.998.472	74,20
AEROPUERTO CARACAS	66,66244	0,015	473.040	36.400.350	76,95
TANQUES DE BARUTA	82,23087	8,500	268.056.000	25.444.089.287	94,92
<b>TOTAL</b>	<b>570,06391</b>	<b>11,525</b>	<b>363.452.400</b>	<b>31.241.386.879</b>	

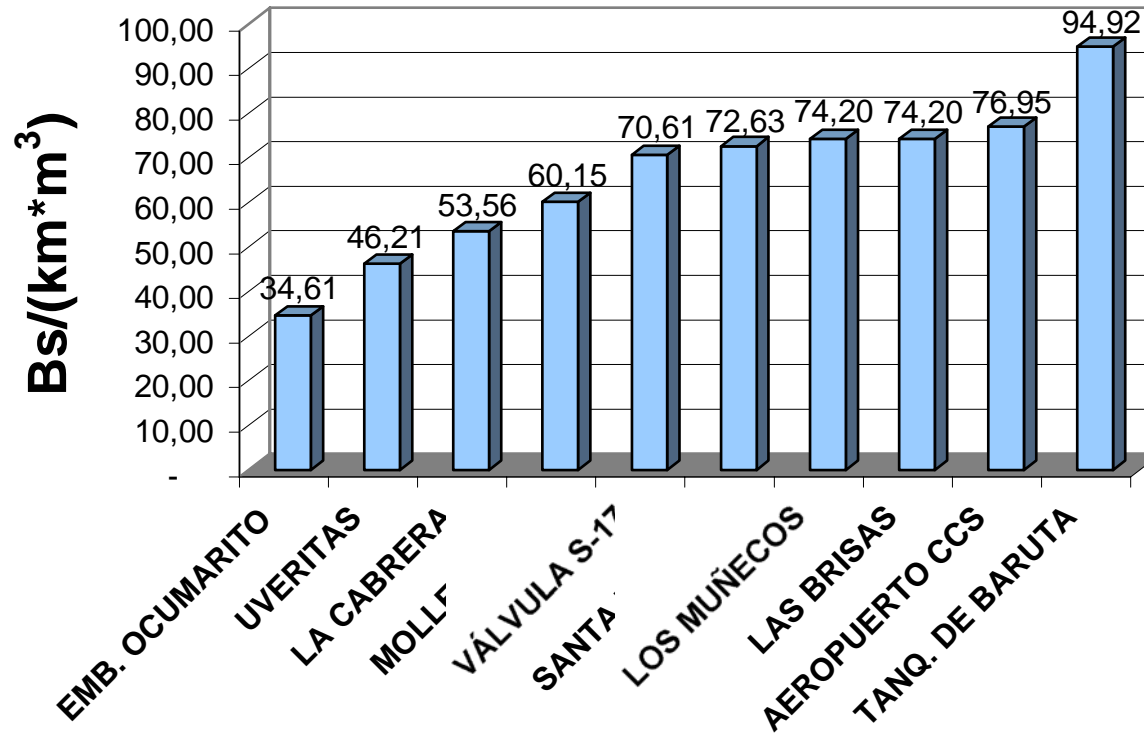
Tabla 23 Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado

### COSTOS EN CADA PUNTO DE ENTREGA APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO



**Ilustración 28** Costos en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado

**COSTO UNITARIO EN CADA PUNTO DE ENTREGA APLICANDO EL CRITERIO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS POR DISTANCIA RECORRIDA Y CAUDAL ENTREGADO**



**Ilustración 29** Costo unitario en cada punto de entrega aplicando el criterio de estimación de costos por distancia recorrida y caudal entregado

*CAPÍTULO VI*  
*ANÁLISIS DE RESULTADOS*

---

**CAPITULO VI****ANÁLISIS DE RESULTADOS****Estimación de Costos**

La recopilación de datos para la estimación de costos, fue muy extensa y detallada ya que se requería una gran cantidad de datos de todos los equipos existentes en el sistema, información que luego se utilizó para obtener el precio y la vida útil de los mismos en las empresas fabricantes. La ventaja de realizar esta recopilación de datos de manera minuciosa, es que la misma es sumamente confiable, pues se visitaron cada una de las instalaciones del Sistema Tuy III para obtener las especificaciones exactas de los equipos.

Aunque los fabricantes proporcionaron una vida útil estimada de diseño para los equipos, ésta se modificó basándose en la experiencia de ingenieros y operadores que trabajan directamente con los mismos, debido a que estas personas tienen la experiencia y el conocimiento acerca de las condiciones a las que operan estos equipos, así como también de los mantenimientos y rehabilitaciones que se les realizan.

Se observó que las empresas contratistas que operan las estaciones de bombeo y demás instalaciones del sistema, sólo realizan el trabajo de operación y mantenimiento menor, ya que los equipos utilizados en el sistema son de gran envergadura y éstas empresas muchas veces no tienen la capacidad de reparar o hacer mantenimientos mayores a los mismos. Los costos asociados a estas contratistas fueron discriminados, ya que algunas de ellas trabajan para más de un sistema de suministro de agua (Tuy I y Tuy II), por lo tanto sólo se tomaron en cuenta los costos que aplican al Sistema Tuy III.

Con la aplicación de los Índices Inflacionarios pudimos manipular de manera objetiva los costos actuales y originales para el cálculo de la depreciación anual revalorizada de equipos y obras civiles.

**Desarrollo de los Criterios de Estimación de Costos**

El desarrollo de los criterios de estimación de costos fue complicado, debido a que influyen factores de distinto orden como son el factor económico y el factor social, esto debido a que HIDROCAPITAL es una empresa de servicio público.

Cuando buscábamos la mejor manera de dividir los costos para los distintos puntos de entrega nos centramos en los parámetros de distancia recorrida y caudal entregado, porque estos parámetros son los que influyen con mayor proporción en el costo del suministro de agua.

Para llegar a la selección de los criterios a utilizar en nuestra estimación obtuvimos ayuda de la empresa, los tutores y otras personas con conocimiento en la materia, las cuales aportando opiniones y comentarios nos llevaron a seleccionar los dos criterios más convenientes para nuestra estimación.

El Criterio de Estimación de Costos por Distancia Recorrida y Caudal Entregado, fue el más idóneo para nuestra estimación, ya que divide el costo del agua de manera que para los puntos más cercanos al Embalse Camatagua el costo por metro cúbico de agua anual es menor que en los puntos de entrega más alejados de la fuente de abastecimiento, en cambio con el Criterio de Estimación de Costos por Caudal Entregado el costo por metro cúbico de agua anual es igual para todos los puntos de entrega.

### **Estimación de Costos para cada Punto de Entrega**

Era de esperarse que en los costos involucrados con el sistema existieran diferencias notables ya que estos costos dependen de la incidencia o repercusión que tienen en la producción o transporte del agua. De estas diferencias podemos nombrar el costo del consumo eléctrico que fue el mayor de todos los costos involucrados con el sistema de suministro, debido a que los equipos eléctricos manejados son de alto consumo, tanto que el Sistema Tuy III está considerado uno de los sistemas de bombeo más importantes del mundo.

Cuando obtuvimos los costos de depreciación, observamos que estos dependen en gran parte de la vida útil, ya que éste es uno de los parámetros que incide en el método de depreciación Lineal utilizado. Como también el precio del equipo influye en la depreciación, observamos que mientras un equipo tenga un alto precio y una vida útil corta, el costo de depreciación anual será mayor.

El total de los costos de depreciación, representa un 11% aproximadamente del total de los costos involucrados con el sistema, y como podemos observar en el gráfico (Ilustración 25 Resumen de los costos involucrados en la estimación) sólo lo supera el costo de consumo eléctrico, esto se debe a la cantidad de equipos e instalaciones de costos elevados que conforman en el sistema.

Comparando puntos de entrega que se encuentran a diferentes distancias del Embalse Camatagua, existen puntos más alejados que arrojan un costo anual menor que puntos que se encuentran más cerca, esto se debe a que los puntos más alejados manejan un caudal menor que los puntos más cercanos.

En los puntos de entrega que se encuentran antes de la Planta de Tratamiento Caujarito, no discriminamos los costos asociados a la misma, ya que estos puntos se están beneficiando del sistema de suministro, que no fue creado para abastecerlos, sino para abastecer a la Ciudad de Caracas, por ello incluimos todos los costos involucrados, ya que si estos puntos se benefician del sistema también deben contribuir con el mantenimiento del mismo.

Comparando los gráficos de costos en cada punto de entrega, podemos observar que para el para el Criterio de Estimación de Costos por Caudal Entregado, el porcentaje en el punto de entrega Los Tanques de Baruta, es menor que el porcentaje del Criterio de Estimación de Costos por Distancia Recorrida y Caudal Entregado, pero esto implica que el porcentaje de costos en los demás puntos de entrega sea mayor.



***CONCLUSIONES***

---

---

## **CONCLUSIONES**

- Los costos de suministro de agua en los distintos puntos de entrega representan de una manera más equitativa el costo, ya que éstos vienen asociados a la distancia recorrida y el caudal manejado en cada uno de ellos.
- Los costos de consumo eléctrico son los más significativos e influyen de manera considerable en el costo del agua, esto se debe al alto consumo de los equipos utilizados para vencer la diferencia de cota (775 m) y manejar el caudal necesario (11.525 L/s) entre el Embalse Camatagua y la Ciudad de Caracas
- Los costos por depreciación son significativos dentro del costo total, debido a el valor que tienen los equipos e instalaciones utilizados en el sistema de suministro. De ahí la necesidad de crear un fondo de reposición para adquirir a futuro equipos e instalaciones similares.
- Los criterios de estimación de costos reflejan los costos del agua en los distintos puntos de entrega.
- El método de depreciación Lineal, es el método más utilizado para obtener la depreciación anual de equipos e instalaciones en nuestro país, esta fue la razón por la cual seleccionamos dicho método.
- Ante la ausencia de información sobre los costos originales de equipos se utilizaron los Índices Inflacionarios para estimar los costos de depreciación.
- Ante la gran pérdida del valor real de los activos debido a la inflación, se realizaron ajustes por inflación, permitidas por el Fisco Nacional a partir de 1993.
- Con la aplicación de este trabajo de estimación se beneficiaran las poblaciones que se encuentran en zonas cercanas al Embalse Camatagua, ya que la tarifa por consumo de agua será más equitativa que la aplicada actualmente.
- Al obtener el costo unitario de agua por medio de los dos criterios de estimación en Bs/m<sup>3</sup> y Bs/(km\*m<sup>3</sup>), concluimos que el Criterio de Estimación de Costos por Distancia Recorrida y Caudal Entregado nos llevó al resultado esperado en la estimación de costos al distribuir el costo del suministro de agua de una manera justa y razonable ya que incluye los dos parámetros más representativos que influyen en el costo de suministro de agua.

***RECOMENDACIONES***

---

## **RECOMENDACIONES**

- Para la Planta de Tratamiento Caujarito se recomienda realizar un mantenimiento mayor o rehabilitación para llevar su capacidad de tratamiento de agua a un nivel óptimo y así conseguir un aumento en el caudal tratado.
- El tratamiento del agua debe realizarse de manera que las instalaciones y los materiales utilizados sean aprovechados al máximo, ya que éstos representan un factor importante dentro de la estimación de costos.
- Realizar un seguimiento más detallado a los períodos entre mantenimientos mayores, realizados a los equipos principales, ya que si estos no operan en condiciones óptimas disminuirá su eficiencia, lo que se reflejará en fallas e interrupciones en el servicio prestado.
- Este trabajo también debería aplicarse en los demás sistemas de suministro de agua que maneja la Empresa HIDROCAPITAL para que así el costo de suministro de agua sea justo y razonable.
- Aunque los puntos de entrega disminuyen el suministro de agua a la Ciudad Capital, hay que permitir estas entregas menores, ya que se suministra un líquido vital para los seres humanos (agua), pero no quiere decir que se pierda el control sobre nuevas entregas de agua, ya que el Sistema Tuy III fue construido con el fin de compensar el incremento del consumo de agua por la población de la Zona Metropolitana.
- Ya que los costos de electricidad son los más elevados en el suministro de agua, la Empresa HIDROCAPITAL, debería investigar sobre fuentes alternativas de generación de electricidad para abaratar dichos costos.

***GLOSARIO***

---

**Glosario**

*Aducción:* Medio utilizado para transportar el agua (canales, tuberías, túneles) desde la fuente de abastecimiento hasta la planta de potabilización o punto de entrega.

*Coagulación:* es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante.

*Corporativa:* Oficina de la Empresa HIDROCAPITAL que se encarga de todos los aspectos de comercialización del agua.

*Cota:* Altura, número que indica la elevación de un punto con respecto al nivel del mar en cualquier otro plano de comparación.

*Estación de Bombeo:* Son instalaciones formadas por equipos en paralelo o en serie, para mover volúmenes de agua por etapas de un sitio de baja altura a otro cuya cota es superior. Los principales componentes de una estación de bombeo son: transformadores de alta y mediana tensión, bombas, motores, tuberías, válvulas y elementos de protección y mecánica.

*Estación de Bombeo Camatagua:* Denominación que se le da a la Estación de Bombeo 31.

*Fugas de Agua:* Pérdida de agua en el sistema de suministro que no llega al usuario y no se mide en el consumo domiciliar, institucional o municipal.

*Grupo de Bombeo:* Se entiende como grupo de bombeo de una estación, el conjunto motor, bomba, válvula de retención, válvula de succión y descarga.

*Mantenimiento Mayor:* Rehabilitaciones o repotenciaciones que se realizan a los equipos principales de las estaciones de bombeo.

*Planoteca:* Biblioteca donde se encuentran todos los planos de la Empresa HIDROCAPITAL.

*Planta de Tratamiento:* Conjunto de obras utilizadas para la potabilización del agua con fines de consumo humano.

*Tramo CAMATAGUA:* La Empresa HIDROCAPITAL denomina de esta manera el tramo la Estación de Bombeo 31, Estación de Bombeo Mamonal, Túnel Las Ollas, Caicita hasta la Planta de Tratamiento Caujarito.

*Tramo CAMATUY:* La Empresa HIDROCAPITAL denomina de esta manera el tramo Planta de Tratamiento Caujarito, Estación de Bombeo 32, Estación de Bombeo 33 hasta los Tanques Morocho de Baruta.

*Válvula ST:* Válvula que regula el suministro de agua a la Población de Santa Teresa.

*Válvula S-17:* Válvula que interconecta los Sistemas de Suministro Tuy III y Tuy I.

*Vertedero:* Estructura o dispositivo utilizado para medir el flujo o caudal que pasa sobre sí.

*Supraregional:* Adjetivo. Relativo a un organismo, a un poder superior a los gobiernos de cada región.





**ANEXOS****Anexo 1: Índice General de Precios al Consumidor de la República Bolivariana de Venezuela**

BANCO CENTRAL DE VENEZUELA  
GERENCIA DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE PRECIOS

**INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR**

(BASE 1997 = 100)

MESES	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
ENERO	0,21794	0,23187	0,23685	0,23685	0,23486	0,23884	0,23585	0,22889	0,24083	0,24779
FEBRERO	0,21694	0,23187	0,23585	0,23386	0,23187	0,23187	0,23486	0,22889	0,23486	0,24978
MARZO	0,21396	0,23287	0,23685	0,23386	0,22988	0,23187	0,23486	0,22789	0,23685	0,25277
ABRIL	0,21396	0,23386	0,23884	0,23486	0,23287	0,23287	0,23685	0,23187	0,23983	0,25974
MAYO	0,21495	0,23685	0,23685	0,23585	0,23287	0,23386	0,23784	0,22988	0,23884	0,24779
JUNIO	0,21694	0,23287	0,23784	0,23585	0,23386	0,23585	0,23486	0,23088	0,24481	0,25177
JULIO	0,21794	0,23784	0,23884	0,23486	0,23685	0,23585	0,23685	0,22889	0,24580	0,25177
AGOSTO	0,22192	0,23784	0,24083	0,23486	0,23685	0,23486	0,23685	0,22988	0,24580	0,25078
SEPTIEMBRE	0,22391	0,23784	0,23983	0,23486	0,23884	0,23386	0,23685	0,22988	0,24680	0,25874
OCTUBRE	0,22391	0,23784	0,23884	0,23486	0,23784	0,23386	0,23685	0,23287	0,24779	0,26471
NOVIEMBRE	0,22590	0,23486	0,23884	0,23486	0,23784	0,23486	0,23884	0,23884	0,24282	0,27068
DICIEMBRE	0,22889	0,23784	0,23884	0,23486	0,23784	0,23585	0,23784	0,24083	0,24580	0,25476
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,21976</b>	<b>0,23535</b>	<b>0,23826</b>	<b>0,23502</b>	<b>0,23519</b>	<b>0,23453</b>	<b>0,23660</b>	<b>0,23162</b>	<b>0,24257</b>	<b>0,25509</b>

FUENTE: BANCO CENTRAL DE VENEZUELA



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA  
GERENCIA DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE PRECIOS

INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR (Cont.)

(BASE 1997 = 100)

MESES	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
ENERO	0,26173	0,24978	0,25974	0,26073	0,26571	0,26869	0,27665	0,27765	0,27665	0,28362
FEBRERO	0,24879	0,25177	0,25874	0,25974	0,26571	0,26969	0,27665	0,27665	0,27765	0,28461
MARZO	0,26670	0,25078	0,25774	0,25974	0,26571	0,27068	0,27566	0,27665	0,27665	0,28461
ABRIL	0,27466	0,25277	0,25774	0,25974	0,26670	0,27068	0,27566	0,27665	0,27665	0,28560
MAYO	0,26471	0,25377	0,25774	0,26073	0,26670	0,27168	0,27665	0,27566	0,27765	0,28660
JUNIO	0,26471	0,25476	0,25874	0,26173	0,26770	0,27068	0,27665	0,27665	0,27765	0,28760
JULIO	0,26571	0,25974	0,25874	0,26272	0,26670	0,27068	0,27765	0,27566	0,27964	0,28859
AGOSTO	0,26571	0,25874	0,25974	0,26173	0,26571	0,27168	0,27665	0,27565	0,28262	0,28760
SEPTIEMBRE	0,26471	0,26073	0,25974	0,26272	0,26869	0,27466	0,27665	0,27665	0,28461	0,28859
OCTUBRE	0,26670	0,26073	0,25874	0,26372	0,27068	0,27466	0,27765	0,27765	0,28560	0,28859
NOVIEMBRE	0,26471	0,26073	0,25974	0,26372	0,26969	0,27566	0,27765	0,27765	0,28461	0,28959
DICIEMBRE	0,25774	0,26272	0,26073	0,26471	0,26869	0,27566	0,27765	0,27765	0,28461	0,29058
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,26388</b>	<b>0,25642</b>	<b>0,25899</b>	<b>0,26181</b>	<b>0,26737</b>	<b>0,27209</b>	<b>0,27682</b>	<b>0,27674</b>	<b>0,28038</b>	<b>0,28718</b>

FUENTE: BANCO CENTRAL DE VENEZUELA



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA  
GERENCIA DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE PRECIOS

INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR  
(BASE 1997 = 100)

MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
ENERO	0,29058	0,29954	0,30949	0,31944	0,33537	0,37617	0,40105	0,43588	0,47071	0,50355
FEBRERO	0,29058	0,30054	0,30949	0,31944	0,33736	0,37816	0,40602	0,43886	0,47170	0,50653
MARZO	0,29058	0,30253	0,30949	0,32044	0,33835	0,38114	0,40702	0,43986	0,47270	0,51151
ABRIL	0,29158	0,30253	0,30949	0,32143	0,33835	0,38313	0,40901	0,44284	0,47369	0,51848
MAYO	0,29058	0,30153	0,31049	0,32143	0,33835	0,38413	0,41498	0,44583	0,47568	0,52345
JUNIO	0,29158	0,30352	0,31148	0,32342	0,34233	0,38711	0,41796	0,44981	0,47867	0,52942
JULIO	0,29457	0,30452	0,31148	0,32342	0,35626	0,38811	0,41896	0,45180	0,48265	0,53539
AGOSTO	0,29656	0,30452	0,31148	0,32442	0,36124	0,39110	0,42120	0,45379	0,48563	0,54435
SEPTIEMBRE	0,29755	0,30551	0,31546	0,32940	0,36522	0,39209	0,42692	0,45678	0,49161	0,56226
OCTUBRE	0,29855	0,30551	0,31646	0,33139	0,36821	0,39607	0,42792	0,45877	0,49260	0,57818
NOVIEMBRE	0,29855	0,30750	0,31646	0,33338	0,37020	0,39906	0,42991	0,46180	0,49459	0,58913
DICIEMBRE	0,30153	0,30949	0,31845	0,33636	0,37617	0,40602	0,43389	0,46872	0,50255	0,60505
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,29440</b>	<b>0,30394</b>	<b>0,31248</b>	<b>0,32533</b>	<b>0,35228</b>	<b>0,38852</b>	<b>0,41790</b>	<b>0,45040</b>	<b>0,48273</b>	<b>0,54228</b>

FUENTE: BANCO CENTRAL DE VENEZUELA



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA  
GERENCIA DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE PRECIOS

INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR  
(BASE 1997 = 100)

MESES	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
ENERO	0,60903	0,73442	0,80906	0,86280	0,92251	1,07974	1,18722	1,33948	1,85198	2,52669
FEBRERO	0,61899	0,73741	0,81205	0,86479	0,92947	1,07558	1,19816	1,37331	1,81616	2,60631
MARZO	0,62496	0,74039	0,81404	0,87275	0,94042	1,07974	1,18921	1,40516	1,81417	3,16061
ABRIL	0,63491	0,74338	0,81603	0,87872	0,96032	1,09467	1,19020	1,44496	1,85099	3,58753
MAYO	0,64187	0,75333	0,83991	0,88270	0,98023	1,09268	1,20610	1,50666	1,87686	3,81542
JUNIO	0,64984	0,76129	0,84290	0,88768	0,99018	1,09865	1,22603	1,57135	1,97040	3,93782
JULIO	0,65780	0,77025	0,84688	0,89265	1,00311	1,10661	1,23797	1,65494	2,07091	4,03535
AGOSTO	0,66476	0,77522	0,84986	0,89663	1,01207	1,10860	1,24892	1,66688	2,11968	4,12292
SEPTIEMBRE	0,67670	0,78418	0,85484	0,90758	1,03098	1,11756	1,25588	1,69077	2,15550	4,25826
OCTUBRE	0,69959	0,78518	0,85683	0,91554	1,04491	1,13149	1,28275	1,73256	2,25004	4,38664
NOVIEMBRE	0,70954	0,79314	0,86081	0,91753	1,05984	1,15040	1,30067	1,78232	2,33961	4,44535
DICIEMBRE	0,72447	0,80010	0,86280	0,92350	1,06879	1,16632	1,31460	1,84402	2,49883	4,52297
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,65937</b>	<b>0,76486</b>	<b>0,83883</b>	<b>0,89191</b>	<b>0,99524</b>	<b>1,10850</b>	<b>1,23648</b>	<b>1,58437</b>	<b>2,05126</b>	<b>3,78382</b>

FUENTE: BANCO CENTRAL DE VENEZUELA



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA  
GERENCIA DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE PRECIOS

INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR  
(BASE 1997 = 100)

MESES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ENERO	4,62945	6,31624	8,19111	10,98052	16,23195	27,42245	45,01876	86,85004	118,80044	154,65185
FEBRERO	4,71902	6,42571	8,40606	11,26812	16,53746	28,07030	48,60828	88,84134	121,43959	157,21039
MARZO	4,80261	6,53617	8,59216	11,52686	17,00319	28,97589	51,60867	90,21864	124,73156	159,16984
ABRIL	4,92800	6,71828	8,78124	11,85427	17,55949	30,15017	56,02217	92,35822	128,92414	160,99894
MAYO	5,05040	6,87751	9,00415	12,18267	18,46906	31,61404	63,07582	95,24416	133,09184	164,20134
JUNIO	5,19172	7,00588	9,24498	12,56680	20,13892	32,46589	67,57093	96,99364	134,82938	166,63847
JULIO	5,39373	7,22581	9,51267	12,95790	21,41372	33,36252	70,93952	99,68255	137,61482	169,32140
AGOSTO	5,56390	7,39399	9,72962	13,36392	22,53028	34,40445	73,85931	102,94964	140,46792	171,78341
SEPTIEMBRE	5,64949	7,53232	9,92964	13,80676	23,42890	35,55584	76,50840	106,42372	142,96775	173,25525
OCTUBRE	5,79876	7,69751	10,16649	14,49342	24,62806	37,20183	79,75559	110,43518	146,47964	176,00784
NOVIEMBRE	5,96595	7,89455	10,42224	15,02184	25,68093	39,27871	82,18874	113,54504	148,75158	178,60420
DICIEMBRE	6,17294	8,08761	10,66407	15,56321	26,58752	41,64021	84,63085	116,45984	151,28823	181,58866
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,32216</b>	<b>7,14263</b>	<b>9,38704</b>	<b>12,96552</b>	<b>20,85079</b>	<b>33,34519</b>	<b>66,64892</b>	<b>100,00017</b>	<b>135,78224</b>	<b>167,78597</b>

FUENTE: BANCO CENTRAL DE VENEZUELA



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA  
GERENCIA DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE PRECIOS

INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

(BASE 1997 = 100)

MESES	2000	2001	2002	2003
ENERO	184,65388	207,87705	233,37562	312,26704
FEBRERO	185,38696	208,87694	237,57405	329,46671
MARZO	187,08696	210,47694	247,57354	331,96736
ABRIL	189,97184	212,87638	252,77258	337,46806
MAYO	191,87346	216,07591	255,67188	345,26695
JUNIO	193,97830	218,17617	260,87225	350,06616
JULIO	195,97822	221,47990	270,27148	356,36385
AGOSTO	197,47745	222,87471	276,77151	360,86473
SEPTIEMBRE	200,87801	225,57372	289,17087	366,02149
OCTUBRE	202,57744	227,57456	295,67143	-
NOVIEMBRE	203,87799	229,77521	300,36965	-
DICIEMBRE	205,97793	231,27564	303,46946	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>194,97654</b>	<b>219,40943</b>	<b>268,63036</b>	<b>343,30582</b>

FUENTE: BANCO CENTRAL DE VENEZUELA

**Anexo 2: Índice de Precios al Consumidor de Estados Unidos de América**

**U.S. DEPARTMENT OF LABOR**

**BUREAU OF LABOR STATISTICS**

**WASHINGTON, D.C. 20212**

**ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR**

**PROMEDIO EN CIUDAD**

**TODOS LOS RUBROS**

**BASE 1982-84=100**

<b>AÑO</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBR</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOST</b>	<b>SEPT</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>PROMEDIO</b>
1913	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7	9,8	9,9	9,9	10,0	10,0	10,1	10,0	9,9
1914	10,0	9,9	9,9	9,8	9,9	9,9	10,0	10,2	10,2	10,1	10,2	10,1	10,0
1915	10,1	10,0	9,9	10,0	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,2	10,3	10,3	10,1
1916	10,4	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,8	10,9	11,1	11,3	11,5	11,6	10,9
1917	11,7	12,0	12,0	12,6	12,8	13,0	12,8	13,0	13,3	13,5	13,5	13,7	12,8
1918	14,0	14,1	14,0	14,2	14,5	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,5	15,1
1919	16,5	16,2	16,4	16,7	16,9	16,9	17,4	17,7	17,8	18,1	18,5	18,9	17,3
1920	19,3	19,5	19,7	20,3	20,6	20,9	20,8	20,3	20,0	19,9	19,8	19,4	20,0
1921	19,0	18,4	18,3	18,1	17,7	17,6	17,7	17,7	17,5	17,5	17,4	17,3	17,9

AÑO	ENERO	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1922	16,9	16,9	16,7	16,7	16,7	16,7	16,8	16,6	16,6	16,7	16,8	16,9	16,8
1923	16,8	16,8	16,8	16,9	16,9	17,0	17,2	17,1	17,2	17,3	17,3	17,3	17,1
1924	17,3	17,2	17,1	17,0	17,0	17,0	17,1	17,0	17,1	17,2	17,2	17,3	17,1
1925	17,3	17,2	17,3	17,2	17,3	17,5	17,7	17,7	17,7	17,7	18,0	17,9	17,5
1926	17,9	17,9	17,8	17,9	17,8	17,7	17,5	17,4	17,5	17,6	17,7	17,7	17,7
1927	17,5	17,4	17,3	17,3	17,4	17,6	17,3	17,2	17,3	14,4	17,3	17,3	17,4
1928	17,3	17,1	17,1	17,1	17,2	17,1	17,1	17,	17,3	17,2	17,2	17,1	17,1
1929	17,1	17,1	17,0	16,9	17,0	17,1	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	17,2	17,1
1930	17,1	17,0	16,9	17,0	16,9	16,8	16,6	16,5	16,6	16,5	16,4	16,1	16,7
1931	15,9	15,7	15,6	15,5	15,3	15,1	15,1	15,1	15,0	14,9	14,7	14,6	15,2
1932	14,3	14,1	14,0	13,9	13,7	13,6	13,6	13,5	13,4	13,3	13,2	13,1	13,7
1933	12,9	12,7	12,6	12,6	12,6	12,7	13,1	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,0
1934	13,2	13,3	13,3	13,3	13,3	13,4	13,4	13,4	13,6	13,5	13,5	13,4	13,4
1935	13,6	13,7	13,7	13,8	13,8	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,8	13,8	13,7
1936	13,8	13,8	13,7	13,7	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,9
1937	14,1	14,1	14,2	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,5	14,4	14,4
1938	14,2	14,1	14,1	14,2	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,0	14,0	14,0	14,1
1939	14,0	13,9	13,9	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	14,1	14,0	14,0	14,0	13,9
1940	13,9	14,0	14,0	14,0	14,0	14,1	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,1	14,0



AÑO	ENERO	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1941	14,1	14,1	14,2	14,3	14,4	14,7	14,7	14,9	15,1	15,3	15,4	15,5	14,7
1942	15,7	15,8	16,0	16,1	16,3	16,3	16,4	16,5	16,5	16,7	16,8	16,9	16,3
1943	16,9	16,9	17,2	17,4	17,5	17,5	17,4	17,3	17,4	17,4	17,4	17,4	17,3
1944	17,4	17,4	17,4	17,5	17,5	17,6	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,8	17,6
1945	17,8	17,8	17,8	17,8	17,9	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,2	18,0
1946	18,2	18,1	18,3	18,4	18,5	18,7	19,8	20,2	20,4	20,8	21,3	21,5	19,5
1947	21,5	21,5	21,9	21,9	21,9	22,0	22,2	22,5	23,0	23,0	23,1	23,4	22,3
1948	23,7	23,5	23,4	23,8	23,9	24,1	24,4	24,5	24,5	24,4	24,2	24,1	24,1
1949	24,0	23,8	23,8	23,9	23,8	23,9	23,7	23,8	23,9	23,7	23,8	23,6	23,8
1950	23,5	23,5	23,6	23,6	23,7	23,8	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7	25,0	24,1
1951	25,4	25,7	25,8	25,8	25,9	25,9	25,9	25,9	26,1	26,2	26,4	26,5	26,0
1952	26,5	26,3	26,3	26,4	26,4	26,5	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,5
1953	26,6	26,5	26,5	26,6	26,7	26,8	26,8	26,9	26,9	27,0	26,9	26,9	26,7
1954	26,9	26,9	26,9	26,8	26,9	26,9	26,9	26,9	26,8	26,8	26,8	26,7	26,9
1955	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,8	26,8	26,9	26,9	26,9	26,8	26,8
1956	26,8	26,8	26,8	26,9	27,0	27,2	27,4	27,3	27,4	27,5	27,5	27,6	27,2
1957	27,6	27,7	27,8	27,9	28,0	28,1	28,3	28,3	28,3	28,3	28,4	28,4	28,1
1958	28,6	28,6	28,8	28,9	28,9	28,9	29,0	28,9	28,9	28,9	29,0	28,9	28,9
1959	29,0	28,9	28,9	29,0	29,0	29,1	29,2	29,2	29,3	29,4	29,4	29,4	29,1

AÑO	ENERO	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1960	29,3	29,4	29,4	29,5	29,5	29,6	29,6	29,6	29,6	29,8	29,8	29,8	39,6
1961	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	30,0	29,9	30,0	30,0	30,0	30,0	29,9
1962	30,0	30,1	30,1	30,2	30,2	30,2	30,3	30,3	30,4	30,4	30,4	30,4	30,2
1963	30,4	30,4	30,5	30,5	30,5	30,6	30,7	30,7	30,7	30,8	30,8	30,9	30,6
1964	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	31,0	31,1	31,0	31,1	31,1	31,2	31,2	31,0
1965	31,2	31,2	31,3	31,4	31,4	31,6	31,6	31,6	31,6	31,7	31,7	31,8	31,5
1966	31,8	32,0	32,1	32,3	32,3	32,4	32,5	32,7	32,7	32,9	32,9	32,9	32,4
1967	32,9	32,9	33,0	33,1	33,2	33,3	33,4	33,5	33,6	33,7	33,8	33,9	33,4
1968	34,1	34,2	34,3	34,4	34,5	34,7	34,9	35,0	35,1	35,3	35,4	35,5	34,8
1969	35,6	35,8	36,1	36,3	36,4	36,6	36,8	37,0	37,1	37,3	37,5	37,7	36,7
1970	37,8	38,0	38,2	38,5	38,6	38,8	39,0	39,0	39,2	39,4	39,6	39,8	38,8
1971	39,8	39,9	40,0	40,1	40,3	40,6	40,7	40,8	40,8	40,9	40,9	41,1	40,5
1972	41,1	41,3	41,4	41,5	41,6	41,7	41,9	42,0	42,1	42,3	42,4	42,5	41,8
1973	42,6	42,9	43,3	43,6	43,9	44,2	44,3	45,1	45,2	45,6	45,9	46,2	44,4
1974	46,6	47,2	47,8	48,0	48,6	49,0	49,4	50,0	50,6	51,1	51,5	51,9	49,3
1975	52,1	52,5	52,7	52,9	53,2	53,6	54,2	54,3	54,6	54,9	55,3	55,5	53,8
1976	55,6	55,8	55,9	56,1	56,5	56,8	57,1	57,4	57,6	57,9	58,0	58,2	56,9
1977	58,5	59,1	59,5	60,0	60,3	60,7	61,0	61,2	61,4	61,6	61,9	62,1	60,6
1978	62,5	62,9	63,4	63,9	64,5	65,2	65,7	66,0	66,5	67,1	67,4	67,7	65,2

AÑO	ENERO	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1979	68,3	69,1	69,8	70,6	71,5	72,3	73,1	73,8	74,6	75,2	75,9	76,7	72,6
1980	77,8	78,9	80,1	81,0	81,8	82,7	82,7	83,3	84,0	84,8	85,5	86,3	82,4
1981	87,0	87,9	88,5	89,1	89,8	90,6	91,6	92,3	93,2	93,4	93,7	34,0	90,9
1982	94,3	94,6	94,5	94,9	95,8	97,0	97,5	97,7	97,9	98,2	98,0	97,6	96,5
1983	97,8	97,9	97,9	98,6	99,2	99,5	99,9	100,2	100,7	101,0	101,2	101,3	99,6
1984	101,9	102,4	102,6	103,1	103,4	103,7	104,1	104,5	105,0	105,3	105,3	105,3	103,9
1985	105,5	106,0	106,4	106,9	107,3	107,6	107,8	108,0	108,3	108,7	109,0	109,3	107,6
1986	109,6	109,3	108,8	108,6	108,9	109,5	109,5	109,7	110,2	110,3	110,4	110,5	109,6
1987	111,2	111,6	112,1	112,7	113,1	113,5	113,8	114,4	115,0	115,3	115,4	115,4	113,6
1988	115,7	116,0	116,5	117,1	117,5	118,0	118,5	119,0	119,8	120,2	120,3	120,5	118,3
1989	121,1	121,6	122,3	123,1	123,8	124,1	124,4	124,6	125,0	125,6	125,9	126,1	124,0
1990	127,4	128,0	128,7	128,9	129,2	129,9	130,4	131,6	132,7	133,5	133,8	133,8	130,7
1991	134,6	134,8	135,0	135,2	135,6	136,0	136,0	136,6	137,2	137,4	137,8	137,9	136,2
1992	138,1	138,6	139,3	139,5	139,7	140,2	140,5	140,9	141,3	141,8	142,0	141,9	140,3
1993	142,6	143,1	143,6	144,0	144,2	144,4	144,4	144,8	145,1	145,7	145,8	145,8	144,5
1994	146,2	146,7	147,2	147,4	147,5	148,0	148,4	149,0	149,4	149,5	149,7	149,7	148,2
1995	150,3	150,9	151,4	151,9	152,2	152,5	152,5	152,9	153,2	153,7	153,6	153,5	152,4
1996	154,4	154,9	155,7	156,3	156,6	156,7	157,0	157,3	157,8	158,3	158,6	158,6	156,9
1997	159,1	159,6	160,0	160,0	160,1	160,3	160,5	160,8	161,2	161,6	161,5	161,3	160,5

---

AÑO	ENERO	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1998	161,6	161,9	162,2	162,5	162,8	163,0	163,2	163,4	163,6	164,0	164,0	163,9	163,0
1999	164,3	164,5	165,0	166,2	166,2	166,2	166,7	167,1	167,9	168,2	168,3	168,3	166,6
2000	168,8	169,8	171,2	171,3	171,5	172,4	172,8	172,8	173,7	174,0	174,1	174,0	172,2
2001	175,1	175,8	176,2	176,9	177,7	178,0	177,5	177,5	178,3	177,7	177,4	176,7	177,1
2002	177,1	177,8	178,8	179,8	179,8	179,9	180,1	180,7	181,0	181,3	181,3	180,9	179,9
2003	181,7	183,1	184,2	183,8	183,5	183,7	183,9	184,6	185,2				183,3

## Anexo 3: Paridad Cambiaria Bolívar-Dolar

## PARIDAD CAMBIARIA

AÑO	PROMEDIO ANUAL (Bs/\$)
1.964	4,50
1.965	4,50
1.966	4,50
1.967	4,50
1.968	4,50
1.969	4,50
1.970	4,50
1.971	4,50
1.972	4,40
1.973	4,31
1.974	4,30
1.975	4,30
1.976	4,30
1.977	4,30
1.978	4,30
1.979	4,30
1.980	4,30
1.981	4,30
1.982	4,30
1.983	8,64

## PARIDAD CAMBIARIA

AÑO	PROMEDIO ANUAL (Bs/\$)
1.984	12,53
1.985	13,76
1.986	19,87
1.987	27,88
1.988	33,64
1.989	38,96
1.990	47,17
1.991	56,93
1.992	68,41
1.993	91,16
1.994	148,89
1.995	176,85
1.996	417,34
1.997	488,59
1.998	547,55
1.999	605,7
2.000	679,93
2.001	723,67
2.002	1.160,95
2.003	1.600,00

**Anexo 4: Fotos del Sistema Tuy III**

**Foto 2 Tubería de Camatagua (D: 85 pulg)**



**Foto 1 Torre tipo Celosía**



**Foto 3 Fuga en Piloncito**



**Foto 4 Reparación de fuga en Piloncito (Soldando lámina a Retroexcavadora)**





Foto 5 Gran fuga en El Negro



Foto 6 Cuadrilla reparando fuga





Foto 7 Bomba de E/B 31



Foto 8 Falla del rodete de la bomba de E/B 31



## **Anexo 5: Estructura General de Costos de Producción**

### 1. Costo de fabricación

#### 1.1. Costo directo

1.1.1. Materia prima

1.1.2. Materiales directos (de proceso)

1.1.2.1.Reagentes

1.1.2.2.Catalizadores, etc. (no incluye materiales de mantenimiento)

1.1.3. Mano de obra directa

1.1.3.1.Alimentadotes de máquinas

1.1.3.2.Operadores de máquinas

1.1.3.3.Montadores

1.1.3.4.Cargadores

1.1.4. Leyes sociales

1.1.4.1.Prestaciones

1.1.4.2.Seguro social

1.1.4.3.Aguinaldos (bonificaciones)

1.1.4.4.Sueldos adicionales

1.1.4.5.Vacaciones

#### 1.2. Gastos de fabricación

1.2.1. Materiales indirectos

1.2.1.1.Combustible

1.2.1.2.Lubricantes

1.2.1.3.Repuestos

1.2.1.4.Papelería y útiles de oficina

1.2.1.5.Útiles de aseo

1.2.1.6.Materiales de seguridad industrial

1.2.2. Mano de obra indirecta

- 1.2.2.1. Gerente técnico
- 1.2.2.2. Jefe de departamento
- 1.2.2.3. Jefe de turno
- 1.2.2.4. Supervisores
- 1.2.2.5. Personal de laboratorio
- 1.2.2.6. Personal de servicios auxiliares

- 1.2.2.6.1. Agua
- 1.2.2.6.2. Vapor
- 1.2.2.6.3. Aire comprimido
- 1.2.2.6.4. Recepción
- 1.2.2.6.5. Almacén
- 1.2.2.6.6. Inspección
- 1.2.2.6.7. Seguridad
- 1.2.2.6.8. Vigilancia
- 1.2.2.6.9. Despacho
- 1.2.2.6.10. Enfermería
- 1.2.2.6.11. Cafetería

- 1.2.2.7. Leyes sociales (ver 1.1.4.)

1.2.3. Otros gastos indirectos

- 1.2.3.1. Depreciación de:
  - 1.2.3.1.1. Construcciones
  - 1.2.3.1.2. Equipos
  - 1.2.3.1.3. Vehículos
  - 1.2.3.1.4. Otras instalaciones
- 1.2.3.2. Energía
- 1.2.3.3. Luz eléctrica
- 1.2.3.4. Mantenimiento y reparaciones

- 1.2.3.4.1. Mano de obra
- 1.2.3.4.2. Materiales
- 1.2.3.4.3. Depreciación de las instalaciones respectivas
- 1.2.3.4.4. Talleres mecánicos
- 1.2.3.4.5. Otros gastos indirectos imputados
- 1.2.3.4.6. Seguros
- 1.2.3.4.7. Alquileres, etc.

#### 1.2.3.5. Agua

- 1.2.3.5.1. Industrial
- 1.2.3.5.2. Potable
- 1.2.3.5.3. Si hay instalaciones de captación, tratamiento, etc. se puede desglosar como el renglón anterior

#### 1.2.3.6. Seguros

- 1.2.3.6.1. Incendios
- 1.2.3.6.2. Otros

#### 1.2.3.7. Impuestos

- 1.2.3.7.1. Licencias de operación
- 1.2.3.7.2. Patentes

#### 1.2.3.8. Alquileres

#### 1.2.3.9. Comunicaciones

- 1.2.3.9.1. Teléfonos
- 1.2.3.9.2. Correos
- 1.2.3.9.3. Cables
- 1.2.3.9.4. Teletipo
- 1.2.3.9.5. Internet

#### 1.2.3.10. Eliminación de desechos

## 2. Gastos de administración

- 2.1. Sueldos y salarios
    - 2.1.1. Ejecutivos
    - 2.1.2. Personal auxiliar
    - 2.1.3. Compras
    - 2.1.4. Contabilidad
    - 2.1.5. Auditoria
    - 2.1.6. Archivo
    - 2.1.7. Cobranzas
    - 2.1.8. Secretaría
  - 2.2. Leyes sociales (ver 1.1.4.)
  - 2.3. Otros gastos sobre planillas de pago
  - 2.4. Contribuciones a caja de ahorro de personal
  - 2.5. Representación
  - 2.6. Comunicaciones (ver 1.2.3.9.)
  - 2.7. Alquileres
  - 2.8. Transporte
    - 2.8.1. Movilidad local
    - 2.8.2. Viajes y viáticos
  - 2.9. Depreciación
    - 2.9.1. Muebles
    - 2.9.2. Equipos de oficina
    - 2.9.3. Otras instalaciones
  - 2.10. Seguros (ver 1.2.3.6.)
  - 2.11. Agua, luz, gas, etc.
  - 2.12. Relaciones públicas
  - 2.13. Investigación y desarrollo
3. Gastos de ventas

- 3.1. Gastos de comercialización
  - 3.1.1. Sueldos y salarios
    - 3.1.1.1.Ejecutivos
    - 3.1.1.2.Supervisores
    - 3.1.1.3.Vendedores
  - 3.1.2. Leyes sociales (ver 1.1.4.)
  - 3.1.3. Comisiones a vendedores
  - 3.1.4. Representación
  - 3.1.5. Propaganda
    - 3.1.5.1.Diarios
    - 3.1.5.2.Revistas
    - 3.1.5.3.Radio
    - 3.1.5.4.Televisión
    - 3.1.5.5.Exposiciones
    - 3.1.5.6.Literatura de promoción
    - 3.1.5.7.Muestras
  - 3.1.6. Impuestos sobre ventas
  - 3.1.7. Transporte (ver 2.8.)
  - 3.1.8. Asistencia técnica a clientes
  - 3.1.9. Papelería u útiles de oficina
  - 3.1.10. Comunicaciones (ver 1.2.3.9.)
  - 3.1.11. Alquileres
  - 3.1.12. Seguros (ver 1.2.3.6.)
  - 3.1.13. Reservas para incobrables
  - 3.1.14. Depreciación
- 3.2. Gastos de distribución
  - 3.2.1. Sueldos y salarios

3.2.1.1.Supervisores

3.2.1.2.Secretarias, etc.

3.2.2. Leyes sociales (ver 1.1.4.)

3.2.3. Fletes (sí hay flota de vehículos de distribución propia desglosar en combustibles, lubricantes, chóferes, depreciación, mantenimiento, etc.)

3.2.4. Empaques y envases (también se puede incluir este rubro entre los materiales directos)

3.2.4.1.Cajas

3.2.4.2.Latas

3.2.4.3.Frascos

3.2.4.4.Cinchos

3.2.4.5.Etiquetas

3.2.4.6.Cintas Gomadas, etc.

3.2.5. Operación de almacén

3.2.5.1.Sueldos y salarios

3.2.5.2.Leyes sociales

3.2.5.3.Suministros

3.2.5.4.Servicios de agua, energía, luz, teléfono, etc.

3.2.5.5.Alquileres

3.2.5.6.Depreciación

3.2.5.7.Impuestos

3.2.5.8.Seguros, etc.

4. Gastos financieros

4.1. A corto plazo

4.1.1. Intereses

4.1.2. Préstamos para capital de trabajo sobre compras a crédito

4.1.3. Descuentos y comisiones bancarias

4.2. A largo plazo

---

4.2.1. Intereses

4.2.2. Préstamos para activos fijos





<b>Tabla 24 Equipos Estación de Bombeo 31 o Camatagua</b>
---

**TABLAS****BOMBAS**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	ETAPAS	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	CARCAZA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
5	Centrifuga	KSB	1	2.330	1200	Axial	1.051.137,30	50	1973

**VÁLVULAS**

CANTIDAD	MARCA	TIPO	NORMA	DIÁMETRO (mm)	ACCIONAMIENTO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
5	VAG	Paso Anular	PN 40 kg/cm <sup>2</sup>	800	Eléctrico con amortiguamiento	130.476,57	30	1973
4	VAG	Compuerta	PN 40 kg/cm <sup>2</sup>	800	Manual	105.152,97	30	1973
1	VAG	Compuerta	PN 40 kg/cm <sup>2</sup>	800	Manual	105.152,97	30	1973
1	VAG	Mariposa	PN 10 kg/cm <sup>2</sup>	1000	Manual	10.091,07	30	2003
4	VAG	Mariposa	PN 16 kg/cm <sup>2</sup>	1000	Manual	15.731,02	30	1973

**PUENTE GRÚA**

CANTIDAD	MARCA	CAPACIDAD (ton)	LUZ (m)	ALTURA (m)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	DEMAG	20	10	8	40.000,00	25	1968

**MOTORES ELÉCTRICOS**

CANTIDAD	MARCA	TIPO	POTENCIA (kW)	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (V)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
4	SIEMENS	Sincrónico	8000	720	6600	1200	246.000,00	25	1973
1	TOSHIBA	Sincrónico	8000	720	6600	1200	246.000,00	25	2003

**TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	POTENCIA (kVA)	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	Aceite	ALSTOM	28.400	115	6.600	432.000,00	30	1973
2	Aceite	SIEMENS	135	6.6	215	2.430,00	30	1973

**TRANSFORMADORES DE POTENCIAL**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
2	Medición	ALSTOM	115	100	5.940,00	30	1973

**INTERRUPTORES**

CANTIDAD	TIPO (M/E)	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	SF6	SIEMENS	2000	123	40	50.000,00	30	1973
6	Alto vacío	SIEMENS	1250	7,2	32	15.000,00	30	1973
5	Alto vacío	SIEMENS	2500	7,2	32	15.000,00	30	1973
1	Alto vacío	SIEMENS	800	7,2	32	15.000,00	30	1973
2	Alto vacío	SIEMENS	800	7,2	32	15.000,00	30	1973

**SECCIONADORES DE ALTA TENSIÓN**

CANTIDAD	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	SIEMENS	1250	123	60	25.500,00	30	1973

**SECCIONADORES DE MEDIA TENSIÓN**

CANTIDAD	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	SIEMENS	1250	7,2	80	7.500,00	30	1973

**PARARRAYOS**

CANTIDAD	MARCA	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
9	ALSTOM	95	10	1.850,00	30	1973

**ACUMULADORES**

CANTIDAD	MARCA	MODELO	TENSIÓN (Volt/U)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
55	DUNCAN	STX-250	2.2	19.635,00	15	1973

**RECTIFICADORES**

MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
ORIÓN	40	208Vac/120Vdc	4.600,00	20	1973

**GENERADOR DIESEL**

CANTIDAD	MARCA	POTENCIA (kVA)	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	John Deere	412	350	277/480	60 reconectable	50.300,00	30	1973

**SISTEMA DE EXCITACIÓN THYRIPOL D**

MARCA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
SIEMENS	130.000,00	20	1997

**AIRE ACONDICIONADO**

CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
30 Ton/h	61.736,99	15	2001

**AUTOMATISMO**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Tablero de Media Tensión	512.700,00	40	1973
1	Tablero de Distribución de Baja Tensión en Corriente Alterna	25.790,00	40	1973
6	Tablero de Distribución de Mando Local Baja Tensión	940,00	40	1973
1	Tablero de Distribución C.C.	2.180,00	40	1973
1	Sistema de Automatización	192.810,00	40	1973
1	Elaboración del Software y de la Ingeniería de Detalle	28.500,00	40	1973

**BARRAS DE COBRE**

LONGITUD	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$ x m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	(100x10)mm	102,50	100	1973

**CABLES DE COBRE**

N° CONDxFASE	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$ x m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
2	300	15 kV, 500 MCM	27,00	20	1973

**Tabla 25 Equipos Estación de Bombeo Mamonal**
**BOMBAS**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	ETAPAS	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	CARCAZA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
5	Centrifuga	KSB	1	2.400	1200	Horizontal	68.478,00	50	1993

**VÁLVULAS**

CANTIDAD	MARCA	TIPO	NORMA	DIÁMETRO (mm)	ACCIONAMIENTO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
5	VAG	Compuerta	PN 16 kg/cm <sup>2</sup>	1000	Eléctrico	36.191,22	30	1993
4	VAG	Compuerta	PN 10 kg/cm <sup>2</sup>	1000	Eléctrico	23.216,90	30	1993
1	VAG	Compuerta	PN 10 kg/cm <sup>2</sup>	1000	Eléctrico	23.216,90	30	2003
5	BÁRBARA	Check	PN 16 kg/cm <sup>2</sup>	1000		16.660,26	30	1993

**PUENTE GRÚA**

CANTIDAD	MARCA	CAPACIDAD (ton)	LUZ (m)	ALTURA (m)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	KONE	10	10	8	28.000,00	25	1993

**MOTORES ELÉCTRICOS**

CANTIDAD	MARCA	TIPO	POTENCIA (kW)	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (V)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
6	SIEMENS	Asincrónico	2700	280	6600	1190	250.000,00	25	1993

**TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	POTENCIA (kVA)	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Aceite	ALSTOM	32.600	115	6.600	460.000,00	30	1993
2	Aceite	SIEMENS	135	6.6	215	2.430,00	30	1993

**TRANSFORMADORES DE POTENCIAL**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	Medición	HAEFELY	115	100	5.940,00	30	1993

**INTERRUPTORES**

CANTIDAD	TIPO (M/E)	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	I <sub>cc</sub> (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	SF6	SIEMENS	2500	123	32	50.000,00	30	1993
5	Alto vacío	SIEMENS	1250	7,2	32	15.000,00	30	1993
1	Alto vacío	SIEMENS	3150	15	40	15.000,00	30	1993

**SECCIONADORES DE ALTA TENSIÓN**

CANTIDAD	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	SIEMENS	1250	123	86	29.796,00	30	1993

**PARARRAYOS**

CANTIDAD	MARCA	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	HITACHI	96	10	1.850,00	30	1993

**ACUMULADORES**

CANTIDAD	MARCA	MODELO	TENSIÓN (Volt/U)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
55	DUNCAN	STX-200	2.2	16.242,18	15	1993

**RECTIFICADORES**

MARCA	CORRIENTE	TENSIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
ORIÓN	40 A	208Vac/120Vdc	4.600	20	1993

**GENERADOR DIESEL**

CANTIDAD	MARCA	POTENCIA (kVA)	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	John Deere	412	350	277/480	60 reconectable	50.300,00	25	2003

**AIRE ACONDICIONADO**

CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	22.000 BTU/h	900,00	15	1993

**AUTOMATISMO**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Tablero de Media Tensión	512.700,00	40	1993
1	Tablero de Distribución de Baja Tensión en Corriente Alterna	25.790,00	40	1993
5	Tablero de Distribución de Mando Local Baja Tensión	940,00	40	1993
1	Tablero de Distribución C.C.	2.180,00	40	1993
1	Sistema de Automatización	192.810,00	40	1993
1	Elaboración del Software y de la Ingeniería de Detalle	28.500,00	40	1993

**BARRAS DE COBRE**

<b>LONGITUD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COSTO (\$ x m)</b>	<b>VIDA ÚTIL (años)</b>	<b>Fecha de Instalación</b>
1	(100x10)mm	102,50	100	1993

**CABLES DE COBRE**

<b>N° CONDxFASE</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COSTO (\$ x m)</b>	<b>VIDA ÚTIL (años)</b>	<b>Fecha de Instalación</b>
1	688	15 kV, 500 MCM	27,00	20	1993

Tabla 26 Equipos Estación de Bombeo 32

## BOMBAS

CANTIDAD	TIPO	MARCA	ETAPAS	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	CARCAZA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
6	Centrifuga	SULZER	2	3000	1790	Horizontal	980.000,00	50	1980

## VÁLVULAS

CANTIDAD	MARCA	TIPO	NORMA	DIÁMETRO (mm)	ACCIONAMIENTO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
7	VAG	Paso Anular	PN 60 BAR	800	Eléctrico con amortiguamiento	191.428,82	30	1980
7	VAG	Compuerta	PN 64 BAR	800	Eléctrico	116.256,37	30	1980
7	VAG	Mariposa	PN 10 BAR	1000	Eléctrico	15.731,02	30	1980

## PUENTE GRÚA

CANTIDAD	MARCA	CAPACIDAD (ton)	LUZ (m)	ALTURA (m)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	KONE	30	13	10	70.000,00	25	1980

## MOTORES ELÉCTRICOS

CANTIDAD	MARCA	TIPO	POTENCIA (kW)	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (V)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
6	SIEMENS	Asincrónico	15.000	770	13200	3500	350.221,33	25	1980
3	TOSHIBA	Asincrónico	15.000	770	13200	3500	350.221,33	25	2000

## BANCO DE CONDENSADORES

POTENCIA REACTIVA (MVAR)	CANTIDAD	MARCA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3,6	6	SIEMENS	28.000,00	20	1980

## TRANSFORMADORES DE POTENCIA

CANTIDAD	TIPO	MARCA	POTENCIA (kVA)	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Aceite	SIEMENS	80000	230	13200	1.476.000,00	30	1980
1	Aceite	ALSTOM	75000	230	13200	1.476.000,00	30	1999
1	Aceite	SIEMENS	440	13,2	480	22.880,00	30	1980

## TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

CANTIDAD	TIPO	MARCA	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
2	Medición	SIEMENS	230	100	7.760,00	30	1980



**INTERRUPTORES**

CANTIDAD	TIPO (M/E)	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	M/V Aceite	SIEMENS	2500	15	40	15.000,00	30	1980
5	M/V Aceite	SIEMENS	1250	15	40	15.000,00	30	1980
1	M/V Aceite	SIEMENS	2500	15	32	15.000,00	30	1980
1	M/V Aceite	SIEMENS	1250	15	40	15.000,00	30	1980
1	M/V Aceite	SIEMENS	1250	15	40	15.000,00	30	1980
2	SF6	SIEMENS	2500	245	40	75.000,00	30	1980

**SECCIONADORES DE ALTA TENSION**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
4	De Barras	SIEMENS	2000	245	40	49.660,00	30	1980
2	de Puesta a Tierra	CEME s.p.a.	800	220	10	35.728,00	30	1980

**PARARRAYOS**

CANTIDAD	MARCA	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
12	SIEMENS	180	10	6.270,00	30	1980

**ACUMULADORES**

CANTIDAD	MARCA	MODELO	TENSIÓN (Volt/U)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
55	DUNCAN	STX-550	2.2	30.906,56	15	1980

**RECTIFICADORES**

MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
ORIÓN	40	208Vac/120Vdc	4.600,00	20	1980

**GENERADOR DIESEL**

CANTIDAD	MARCA	POTENCIA (kVA)	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	John Deere	412	350	277/480	60 reconectable	50.300,00	30	2003

**AIRE ACONDICIONADO**

CANTIDAD	TIPO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
30 t.R.		61.736,99	15	2001

**AUTOMATISMO**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Tablero de Media Tensión	512.700,00	40	1980
1	Tablero de Distribución de Baja Tensión en Corriente Alterna	25.790,00	40	1980
7	Tablero de Distribución de Mando Local Baja Tensión	940,00	40	1980
1	Tablero de Distribución C.C.	2.180,00	40	1980
1	Sistema de Automatización	192.810,00	40	1980
1	Elaboración del Software y de la Ingeniería de Detalle	28.500,00	40	1980

**BARRAS DUREZCA**

CANTIDAD	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
Todas	94.840,08	50	2002

**BARRAS DE COBRE**

LONGITUD	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$ x m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	(100x10)mm	102,50	100	1980

**CABLES DE COBRE**

N° CONDxFASE	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$ x m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	210	15 kV, 350 MCM	27,00	20	1980

Tabla 27 Equipos Estación de Bombeo 33

## BOMBAS

CANTIDAD	TIPO	MARCA	ETAPAS	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	CARCAZA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
6	Centrifuga	SULZER	2	3000	1790	Horizontal	980.000,00	50	1980

## VÁLVULAS

CANTIDAD	MARCA	TIPO	NORMA	DIÁMETRO (mm)	ACCIONAMIENTO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
7	VAG	Paso Anular	PN 60 BAR	800	Eléctrico con amortiguamiento	191.428,82	30	1980
7	VAG	Compuerta	PN 64 BAR	800	Eléctrico	116.256,37	30	1980
7	VAG	Mariposa	PN 10 BAR	1000	Eléctrico	15.731,02	30	1980

## PUENTE GRÚA

CANTIDAD	MARCA	CAPACIDAD (ton)	LUZ (m)	ALTURA (m)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	KONE	30	13	10	70.000,00	25	1980

## MOTORES ELÉCTRICOS

CANTIDAD	MARCA	TIPO	POTENCIA (kW)	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (V)	VELOCIDAD ANGULAR (rpm)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
6	SIEMENS	Asincrónico	15.000	770	13200	3500	350.221,33	25	1980
3	TOSHIBA	Asincrónico	15.000	770	13200	3500	350.221,33	25	2000

## BANCO DE CONDENSADORES

POTENCIA REACTIVA (MVAR)	CANTIDAD	MARCA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3,6	6	SIEMENS	28.000,00	20	1980

## TRANSFORMADORES DE POTENCIA

CANTIDAD	TIPO	MARCA	POTENCIA (kVA)	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Aceite	SIEMENS	80000	230	13200	1.476.000,00	30	1980
1	Aceite	ALSTOM	75000	230	13200	1.476.000,00	30	1999
1	Aceite	SIEMENS	440	13,2	480	22.880,00	30	1980

## TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

CANTIDAD	TIPO	MARCA	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (V)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
2	Medición	SIEMENS	230	100	7.760,00	30	1980

**INTERRUPTORES**

CANTIDAD	TIPO (M/E)	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
2	M/V Aceite	SIEMENS	2500	15	40	15.000,00	30	1980
1	M/V Aceite	SIEMENS	1250	15	40	15.000,00	30	1980
2	M/V Aceite	SIEMENS	2500	15	40	15.000,00	30	1980
7	M/V Aceite	SIEMENS	1250	15	40	15.000,00	30	1980
2	SF6	SIEMENS	2500	245	40	75.000,00	30	1980

**SECCIONADORES DE ALTA TENSIÓN**

CANTIDAD	TIPO	MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
4	De Barras	SIEMENS	2000	245	40	49.660,00	30	1980
2	de Puesta a Tierra	CEME s.p.a.	800	220	10	35.728,00	30	1980

**PARARRAYOS**

CANTIDAD	MARCA	TENSIÓN (kV)	Icc (kA)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
12	SIEMENS	180	10	6.720,00	30	1980

**ACUMULADORES**

CANTIDAD	MARCA	MODELO	TENSIÓN (Volt/U)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
55	DUNCAN	STX-550	2.2	30.906,56	15	1980

**RECTIFICADORES**

MARCA	CORRIENTE (A)	TENSIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
ORIÓN	40	208Vac/120Vdc	4.600,00	20	1980

**GENERADOR DIESEL**

CANTIDAD	MARCA	POTENCIA (kVA)	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	John Deere	412	350	277/480	60 reconectable	50.300,00	30	1980

**AIRE ACONDICIONADO**

CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Tiempo Funcionando
30 T.R.	61.736,99	15	2001

**AUTOMATISMO**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	Tablero de Media Tensión	512.700,00	40	1980
1	Tablero de Distribución de Baja Tensión en Corriente Alterna	25.790,00	40	1980
7	Tablero de Distribución de Mando Local Baja Tensión	940,00	40	1980
1	Tablero de Distribución C.C.	2.180,00	40	1980
1	Sistema de Automatización	192.810,00	40	1980
1	Elaboración del Software y de la Ingeniería de Detalle	28.500,00	40	1980

**BARRAS DUREZCA**

CANTIDAD	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
Todas	94.840,08	50	2002

**BARRAS DE COBRE**

LONGITUD	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$ x m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	(100x10)mm	102,50	100	1980

**CABLES DE COBRE**

N° CONDxFASE	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS	COSTO (\$ x m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	210	15 kV, 350 MCM	27,00	20	1980

**Tabla 28 Equipos En Tuberías**

**VÁLVULAS**

CANTIDAD	MARCA	TIPO	NORMA	DIÁMETRO	CARACTERÍSTICA	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
3	VAG	Mariposa		85 pulg.	2 Ma, 1 S1	87.774,085	30	1980
1	VAG	Mariposa	PN 16	20 pulg.	S.T.	6.770,00	30	1980
121	VAG	Descarga	PN 25	12 pulg.	Tubería 85" Y 100"	4.950,00	30	1980
10	VAG	Descarga	PN 25	10 pulg.	Tubería 48"	4.250,00	30	1980
163	APCO	Ventosa	PN 25	12 pulg.	Tubería 85" Y 100"	6.400,00	30	1980
24	APCO	Chorro	PN 25	20 pulg.	Tubería 100"	110.156,00	30	1980
1	ERHARD	Compuerta	PN 40	250 mm	Los Muñecos	2.341,00	30	1980
1	ERHARD	Paso Anular	PN 16	900 mm	S-17	68.150,00	30	1980
1	VAG	Paso Anular	PN 25	1200 mm	P7T Caujarito	158.725,00	30	1980
1	VAG	Paso Anular	PN 10	84 pulg.	P7T Caujarito	250.000,00	30	1980
4	VAG	Mariposa	PN 6	85 pulg.	P7T Caujarito	70.500,00	30	1980

**CHIMENEAS**

CANTIDAD	TIPO	ALTURA (m)	DIÁMETRO (Pulg.)	MATERIAL	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
13	Equilibrio	60	85	Concreto	37.564,00	50	1980
1	Unidireccional	6	85	Acero	5.322,00	50	1980

**TANQUES DE SUCCIÓN**

CANTIDAD	ALTURA (m)	DIÁMETRO (m)	MATERIAL	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	40	8,5	Concreto	18.785,00	50	1993
1	18,44	16	Concreto	30.352,00	50	1980

**TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

CANTIDAD	ALTURA (m)	DIÁMETRO (m)	MATERIAL	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1	12,29	45	Concreto	161.770,00	50	1980
1	12,29	65	Concreto	337.520,00	50	1980
2	7,39	63.20	Concreto	191.866,00	50	1980

**TUBOS**

LONGITUD (km)	DIÁMETRO (Pulg.)	ESPESOR	MATERIAL	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
53,4058	85	12 mm	Acero	396.667,00	40	1980
27,0441	100	18 mm	Acero	700.000,00	40	1980

**TÚNEL LAS OLLAS**

ALTO	LONGITUD	ANCHO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
1,45 m	5.400 m	2,90 m	596	50	1980

**Tabla 29 Equipos en Líneas de transmisión**

**TORRES CELOSÍA**

CANTIDAD	ALTO (m)	ANCHO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
32	28	8	18.750,00	30	1980
71	30,7	10	25.000,00	30	1980

**CONDUCTORES**

LONGITUD (km)	TIPO	COSTO (\$/m)	VIDA ÚTIL (años)	Fecha de Instalación
522	350 MCM	13,4375	30	1980
174	ASCR 3/0 AWG	5,7215	30	1980

**COSTOS DE DEPRECIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAUJARITO**

COSTOS DE DEPRECIACIÓN	Costo construcción (Bs)	Vida útil
Obras civiles	115.066.800,00	50
Estanques	23.187.700,00	50
Estación de bombeo y líneas eléctricas	127.615.800,00	50

**Tabla 30 Equipos de Planta de Tratamiento Caujarito**

DESCRIPCIÓN EQUIPOS MECÁNICOS
Válvula by-pass 1200 mm GGG 50 PN 25 con actuador eléctrico
Válvula de paso anular 1600 mm PN10 con actuador eléctrico
Válvula compuerta diámetro 100 mm alivio ventosa toma.
Venturi Bopps & Reuther larg 2275 mm
Dosificador de cal W & T A 758
Dosificador de sulfato de aluminio W & T serie 31-120
Dosificador polímeros W & T
Dosificador de permanganato Mech. Dev. Corp. Serie 500
Dosificador de silico fluoruro de sodio W & T
Balanzas para cilindros de cloro marca Fairbanks Morse
Clorador W & T V-800 de 8000 lbs/día
Evaporador W & T serie 50-202
Bomba para la dosificación substancias químicas marca Peerfesa con motor de 40 HP
Bomba con motor 45 HP, alimentación equipos cloro
Válvula mariposa diámetro 254 mm de interconexión de las bombas alimentación a los dosificadores y cloradores
Agitador vertical marca Cleveland Mixer Corp.
Floculador
Motorreductor DORR-OLIVER tipo T de 3 HP, 13,5 a 4,5 rpm instalado en floculador
Sedimentador, válvula mariposa 508 mm de diámetro para drenaje de lodos
válvula compuerta FIMACA BETA 150 de diámetro 300 mm, para limpieza superficial del canal de entrada a floculadores
válvula mariposa de 500 mm de diámetro, limpieza fondo canal de entrada a floculadores
válvula mariposa de 1350 mm de diámetro, entrada a floculador
Sedimentador, vertederos
Sedimentador, barre lodo equipado con motorreductor DORR-OLIVER D-21693-4B
Sedimentador, válvula mariposa diámetro 508 mm para drenaje
Filtro
Filtro, canales de lavado
Galería, bocas visita canal de 820 mm de diámetro
Galería, compresor Ingersooll, Rand modelo 10 T
Filtro, mesones de mando
Indicador, registrador electrónico del gasto de lavado
indicador, registrador de pérdida de agua
Fijador neumático de rata de salida o producción de agua
Fijador neumático de rata lavado
Filtro, válvula mariposa de diámetro 1029 mm, entrada agua
Filtro, válvula mariposa de diámetro 588 mm, regulador salida de agua
válvula mariposa de diámetro 914 mm de lavado general galería
válvula reguladora de presión diámetro 100 mm para operación de filtros
Filtro, válvula mariposa de diámetro 914 mm, entrada agua de lavado
Filtro, válvula mariposa de diámetro 203 mm, lavado superficial
Bomba de lavado superficial
Motor US 150 HP - 1770 rpm, Acciona a la bomba de lavado superficial
Válvula mariposa de diámetro 254 mm, bomba de lavado superficial
Filtro, válvula mariposa de diámetro 1029 mm, de drenaje
Bomba lavado
Motor US 30 HP - 1175 rpm, Acciona a la bomba de lavado
Válvula mariposa de diámetro 406 mm, bomba elevación al tanque de lavado
Tubería limpieza sedimentadores.
Llave compuerta hidroneumático de diámetro 150 mm, Salida
Llave compuerta bomba hidroneumática de diámetro 200 mm, 200 psi
Bomba hidroneumático Sulzer
Motor bomba hidroneumático marca WEG 30 HP 3490 rpm
Tanque hidroneumático 1,15 m de diámetro y 3,82 m de largo
Bomba recirculación
Motor 15 HP 1175 rpm, acciona bomba de recirculación
Válvula mariposa de diámetro 762 mm, en pozo de recirculación
Válvula retención de diámetro 254 mm, bomba de recirculación
Ventosa de diámetro 2" APCO, bomba de recirculación
Planta eléctrica de emergencia 203 kVA, 2800 rpm, 60 HZ 3 f



EQUIPOS ELÉCTRICOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
Postes eléctricos	17
Celdas de llegada en 13,2 kV	2
Celda de fusibles	1
Transformador de potencia 1000 kVA - 13200/480 V	1
Celda de salida	1
Gabinete de baja tensión	1
Tablero principal 480 V 3 fases, 3 hilos	1
Tablero de contactores para mezcladores rápidos	3
Tablero 480 V 3 fases, 4 hilos	1
Transformador seco para alumbrado exterior y pozos secos, 112,5 kVA, 480/208-120 , 3 fases	1
Tablero de alumbrado exterior y pozos secos 208/120 V, 3 fases	1
Transformador seco para alumbrado, 9 kVA, 480/208-120 V 3 fases	1
Panel de alumbrado, 208/120 V, 3 fases, 4 hilos	1
Subtablero sala de dosificadores, 480/277 V, 3 fases, 4 hilos	1
Panel de fuerza, 480/277V, 3 fases, 4 hilos	1
Panel de circuitos auxiliares, 208/120 V, 3 fases, 4 hilos	1
Panel dosificadores permanganato 208/120, 3 fases, 4 hilos	1
Transformador seco para subtableros 120kVA, 480/208-120 V, 3 fases	1
Actuador eléctrico de válvula principal, 440 V, 3,8 A, 3 fases	1
Actuador eléctrico de válvula by-pass, 440 V, 3,8 A, 3 fases	1
Tablero de arranque/parada floculadores, 480 V, 3 fases, 3 hilos	14
Tablero de arranque/parada barre lodo, 480 V, 3 fases, 3 hilos	7
Actuador de válvula mariposa para drenaje de lodos del sedimentador, 208/120 V, 2,2 A, 1 fase	7
Tablero de control del actuador de la válvula para drenaje de lodo	7
Tablero de bombas 480V, 3 fases, 4 hilos	1
Arrancador motor de bomba de recirculación 480 V, 3 fases, 3 hilos	4
Arrancador motor de bomba dosificadora 480 V, 3 fases, 3 hilos	2
Arrancador motor de bomba cloración 480 V, 3 fases, 3 hilos	2
Arrancador del motor de la bomba lavado superficial 480 V, 3 fases, 3 hilos	2
Arrancador del motor de la bomba lavado de filtros 480 V, 3 fases, 3 hilos	2
Transformador seco 6kVA, 480/208-120 V, 3 fases	1
Panel de alumbrado, 208/120 V, 3 fases, 4 hilos	1
Subtablero T.G.T.1 y T.G.T.2 trifásicos 480/277 V, 3 fases, 3 hilos	1
Subtablero T.G.T.1,T.G.T.2 y T.G.T.3 monofásicos 240/120 V, 2 fases, 3 hilos	1
Subtablero T.G.T.3 trifásico 480/277 V, 3 fases, 4 hilos	1
Subtablero T.F.C. de compresores 208/120 V, 3 fases, 4 hilos	1
Subtablero para alumbrado y tomacorrientes de silos, 480/277 V, 3 fases, 4 hilos	1
Alimentación evaporador, 480 V, 3 fases, 3 hilos	3
Subtablero equipo hidroneumático 480 V, 3 fases, 3 hilos	1
Transformador seco para alimentación de subtablero de alumbrado y tomacorrientes, 240 V, 2 fases, 3 hilos	1
Transformador seco para alimentación de subtablero de compresores "TFC", 208/120 V, 3 fases, 4 hilos	1

**Tabla 31 Rehabilitaciones**

**REPUESTOS PARA REHABILITACIONES DE LAS BOMBAS DE E/B 32 Y 33**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL (Bs)
1	Anilló de desgaste pequeño	6.254.080,00
1	Anilló de desgaste fijo 1° escalón	28.220.160,00
3	Anilló de goma redonda	221.184,00
2	Manguito del árbol	15.803.392,00
1	Rodete de aspiración as (la)	82.135.168,00
1	Manguito_ del árbol para el prensaestopa la	15.803.264,00
1	Goma redonda (o-ring)	33.792,00
1	Anillo de cierre hidráulico (la)	718.720,00
2	Anilló de goma redonda	173.056,00
2	Goma redonda (o-ring)	541.184,00
2	Goma redonda (o-ring)	381.952,00
2	Anilló obturador toroidál	155.648,00
2	Anilló de goma redonda	147.456,00
1	Manguito del árbol para el prensaestopa nla	15.803.264,00
1	Goma redonda (o-ring)	33.792,00

1	Anillo de cierre hidráulico (nla)	718.720,00
2	Anillo obturador toroidal	155.648,00
1	Placa de junta	3.490.816,00
1	Placa de junta	4.088.832,00
1	Cojinete de fricción bipartido	15.330.944,00
1	Cojinete de fricción bipartido	15.330.944,00
1	Bomba principal de aceite marca imo	20.800.384,00
4	Sensor de temperatura pt100	5.062.656,00
2	Presostáto	3.723.264,00
10	Aceite de lubricación	160.000,00
1	Acoplamiento de bomba ac ppal.	90.261.248,00
1	Bomba auxiliar de aceite marca imo	16.032.736,00
<b>TOTAL</b>		<b>341.582.304</b>

### COSTO DE MANO DE OBRA DE REHABILITACIÓN DE BOMBAS DE LAS E/B 32 Y 33

DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN	CANTIDAD	COSTO Bs
Desacople de conjunto motor-bomba	1	515824,88
Desarmado y verificación de medidas de bloque interno, incluye desmontaje de anillos de desgaste de impulsores y difusores	2	2138147,46
Prueba de excentricidad del eje y prueba con sus respectivos impelentes y bujes	1	714796,19
Montaje de anillos de desgaste de impelentes, difusores y placas laterales	1	1089141,6
Mecanización de impulsores.	1	957756,8
Mantenimiento y reparación menor de carcasa y tornillería en general.	1	2424613,97
Montaje de pasadores de anillos de desgaste de impelentes	1	908653,71
Armado de bloque interno	1	790372,79
Armado de bloque interno en cuerpo de bomba	1	1086540,4
Alineación, acoplamiento y puesta en servicio	1	1499136,83
Reconstrucción de carcasa de bomba en área de entrada (succión)	1	6207392,95
<b>TOTAL</b>		<b>18.332.377</b>

### REPUESTOS PARA REHABILITACIONES DE LAS BOMBAS DE E/B 31

DESCRIPCIÓN	CANT.	TOTAL (Bs)
Anillos de rodadura	2	28.654.024
Anillos de desgaste	2	25.585.295
Tornillos cilíndricos M12x25	1	52.714
Tornillos cilíndricos M12x25	1	16.944
Tornillos hexagonales M20x50	1	80.954
Espárragos M36x85	1	1.619.084
Espárragos M24x55	1	118.607
Tuercas hexagonales M36	1	510.200
Tuercas hexagonales M24	1	62.128
Espárragos M30x75	1	1.858.181
Tuercas hexagonales M30	1	318.169
Arandela de seguridad	1	13.179
Anillo 1220/1380x32	1	27.916.023
Casquillo prot. Del eje	1	4.520.257
Casquillo prot. Del eje	1	3.802.965
Manguito distanciador	2	13.803.634
Manguito distanciador	2	8.163.196
Manguito de estrang.	2	27.400.175
Tuerca del eje	1	2.872.933
Tuerca del eje	1	1.756.518
Arandela de seguridad	2	850.961
Anillo O, 1360x6	2	229.684
Anillo O, 690x6	2	112.959
Anillo O, 1280x5	2	184.500
Tuerca ranurada	1	16.944
Anillo O, 212x4	2	33.888
Arandela de seguridad	1	3.765
Carcasa de prensaestopa	1	7.146.562
Brida del prensaestopa	1	3.012.250
Chaveta A 45x25x330	1	231.567

TABLAS

Chaveta A 20x12x36	2	158.143
Chaveta A 20x12x36	2	158.143
Chaveta A 16x12x45	1	176.970
Chaveta A 6x6x30	1	3.765
Chaveta A 45x25x340	1	71.541
Cojinete axial	1	15.838.785
Medio cojinete radial	1	4.542.849
<b>TOTAL</b>		<b>181.898.457</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA DE REHABILITACIÓN DE BOMBAS DE E/B 31**

DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN	CANTIDAD	COSTO Bs
Desacople de conjunto motor-bomba	1	844.403
Desarmado de carcasa espiral y verificación de medidas, incluye desmontaje de anillos de desgaste de impulsor y difusor	1	1.942.681
Prueba de excentricidad del eje	1	714.796
Montaje de anillos de desgaste	1	1.089.141
Mecanización de impulsor	1	957.756
Mantenimiento y reparación menor de carcasa y tornillería en general.	1	2.424.613
Armado de bomba principal	1	1.022.420
Ajustes y tolerancias	1	580.826
Montaje de elementos auxiliares	1	1.086.540
Alineación, acoplamiento y puesta en servicio	1	1.499.136
Reconstrucción de carcasa de bomba en área de entrada (succión)	1	6.207.392
<b>TOTAL</b>		<b>18.369.710</b>

**PRECIOS DE REPUESTOS BOMBA ESTACIÓN DE BOMBEO MAMONAL**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (Bs)
Cojinete (rodamiento de rodillo cilíndrico)	1	2.312.849
Cojinete (rodamiento de rodillo cónico)	1	5.962.182
Caja de cojinete	1	5.222.687
Caja de cojinete	1	5.918.852
Tapa de cojinete	1	1.882.439
Tapa de cojinete final	1	2.644.081
Brida prensa estopas	1	1.982.579
Ani-457 anillo de fondo	1	530.549
Ani-502 anillo de desgaste	1	15.343.569
Ani-503 anillo rozante	1	4.849.087
Ani-504.2 anillo distanciador	1	704.831
Ani-504.3 anillo distanciador cónico	1	871.410
Ani-507 anillo difusor	1	560.398
Manguito protector	1	3.383.577
Manguito distanciador	1	181.985
Tornillo cierre	1	11.554
Tornillo prisionero	1	8.665
Tuerca de eje	1	1.309.523
Chapa de seguridad	1	52.958
Chaveta de ajuste	1	365.896
Chaveta de ajuste	1	190.651
Chaveta de ajuste	1	2.888
<b>TOTAL</b>		<b>54.293.222</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA DE REHABILITACIÓN DE BOMBAS DE E/B MAMONAL**

DESCRIPCIÓN DE LA REHABILITACIÓN	CANTIDAD	COSTO Bs
Desacople de conjunto motor-bomba	1	602.511
Desarmado y verificación de medidas de bloque interno, incluye desmontaje de anillos de desgaste de impulsores y difusores	2	1.250.397
Prueba de excentricidad del eje y prueba con sus respectivos impelentes y bujes	1	186.400
Montaje de anillos de desgaste de impelentes	1	1.089.141
Mecanización de impulsores.	1	1.012.000
Mantenimiento y reparación menor de carcasa y tornillería en general.	1	876.414
Armado de bloque interno	1	1.030.441
Armado de bloque interno en cuerpo de bomba	1	903.766
Alineación, acoplamiento y puesta en servicio, incluye pintura externa	1	893.023
<b>TOTAL</b>		<b>7.844.096</b>

**MANTENIMIENTO MOTOR TRIFÁSICO**

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO
Desacople del motor con carga accionada
Desmontaje del motor de su pedestal
Traslado del equipo
Desensamblaje del equipo
Evaluación y diagnóstico del motor
Mantenimiento del estator
Mantenimiento del rotor
Balanceo dinámico del rotor
Ensamblaje del conjunto
Pruebas finales y elaboración de protocolo de pruebas
Acabados finales y preparación para traslado
Traslado del equipo
Montaje del motor en su pedestal
Acople con la carga accionada
<b>TOTAL E/B 31=22.652.768</b>
<b>TOTAL E/B MAMONAL=7.645.312</b>
<b>TOTAL E/B 32 Y 33=42.473.936</b>

**MANTENIMIENTO MAYOR A TRANSFORMADOR 115/6,6 kV, 32,6 MVA**

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	CANTIDAD	COSTO Bs
Movilización y montaje en vehículo de traslado		
Traslado a taller	1	11.584.748
Desencubado de la unidad		
Inspección de la parte activa, conmutador, salidas AT_BT, núcleo y devanados		
Mantenimiento a la cuba incluido pintura		
Mantenimiento a radiadores		
Mantenimiento a tanque de expansión		
Inspección y mantenimiento de accesorios		
Suministro y cambio de empaquetaduras		
Mantenimiento a la parte activa	1	17.064.695
Mantenimiento al cambiador de tomas incluido cambio de contactos	1	16.611.733
Suministro de aceite dieléctrico de ser necesario	15,5 lt	18.426.512
Suministro de juego de bushing de alta tensión	4	22.053.236
Ensayos eléctricos de aceptación en planta	1	3.946.009
Transporte a la estación		
Descarga y puesta en sitio de trabajo	1	9.507.752
Montaje	1	4.530.651
Pruebas de aceptación en servicio		
Puesta en servicio	1	1.314.272
CANTIDAD DE TRANSFORMADORES DE 80 MVA EN E/B 31 Y Mamonal	4	420.158.430
TIEMPO ENTRE REPARACIONES (años)	20	
<b>TOTAL</b>		<b>42.015.843</b>

**MANTENIMIENTO MAYOR A TRANSFORMADOR 230/13,2 kV, 80 MVA**

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	CANTIDAD	COSTO Bs
Movilización y montaje en vehículo de traslado		
Traslado a taller	1	28.428.830
Desencubado de la unidad		
Inspección de la parte activa, conmutador, salidas AT_BT, núcleo y devanados		
Mantenimiento a la cuba incluido pintura		
Mantenimiento a radiadores		
Mantenimiento a tanque de expansión		
Inspección y mantenimiento de accesorios		
Suministro y cambio de empaquetaduras		
Mantenimiento a la parte activa	1	41.876.552
Mantenimiento al cambiador de tomas incluido cambio de contactos	1	40.764.990
Suministro de aceite dieléctrico de ser necesario	38 lt	45.218.434
Suministro de juego de bushing de alta tensión	4	54.118.372
Ensayos eléctricos de aceptación en planta	1	9.683.457
Transporte a la estación	1	23.331.906

TABLAS

Descarga y puesta en sitio de trabajo		
Montaje	1	11.118.161
Pruebas de aceptación en servicio		
Puesta en servicio	1	3.225.207
CANTIDAD DE TRANSFORMADORES DE 80 MVA EN E/B 32 Y 33	4	1.031.063.632
TIEMPO ENTRE REPARACIONES (años)	20	
<b>TOTAL</b>		<b>103.106.363</b>

**MANTENIMIENTO MAYOR A TRANSFORMADOR 11,5/6,6 V, 7,5 MVA**

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	CANTIDAD	COSTO Bs
Movilización y montaje en vehículo de traslado		
Traslado a taller	1	12.475.694
Desencubado de la unidad	1	3.120.594
Inspección de la parte activa, conmutador, salidas AT_BT, núcleo y devanados	1	5.461.692
Suministro y cambio de empaquetaduras	1	5.461.692
Ensayos eléctricos de aceptación en planta	1	1.859.158
Transporte a la estación	1	7.425.487
Descarga y puesta en sitio de trabajo	1	4.876.462
Montaje	1	4.089.463
Pruebas de aceptación en servicio	1	1.608.731
Puesta en servicio	1	789.961
Pintura del tanque	1	3.054.212
CANTIDAD DE TRANSFORMADORES DE 80 MVA EN E/B 32 Y 33	3	150.669.435
TIEMPO ENTRE REPARACIONES (años)	20	
<b>TOTAL</b>		<b>15.066.943</b>

***BIBLIOGRAFÍA***

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Ampuero Pacheco, Omar, “Curso de Validación de Máquinas y Equipos Industriales”, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Central de Venezuela.
- Bolten, Steven E. “Administración Financiera”, Editorial Limusa México, 1981.
- Bufo, Elwood S. “Administración y Dirección Técnica de la Producción” Editorial Limusa México, 1978.
- De Garmo E., Paul, William G. Sullivan, James A. Bontadelli, Elin M. Wicks “Ingeniería Económica” Editorial Prentice Hall México, 1997.
- De Sousa, Luis “Especificaciones Técnicas del Sistema Tuy III”, HIDROCAPITAL.
- Goznes, Antonio Duch “Manual de Cálculo de Costo y Contabilidad Industrial”. Maracombo - Boixareun Editores Barcelona, España, 1978.
- Grant W., Eugene L.. Grant Ireson, Richard Leavenworth. “Principles of Engineering Economy” Editorial John Wiley & Sons. New York, 1976.
- Marston R., Anson, Winfrey y J.C.Hempstead. “Valoración de Instalaciones Industriales” Editorial Hispano Europa Barcelona, España, 1969.
- Newman, Donald. “Análisis económico en Ingeniería” Editorial Mc Graw-Hill. México 1985.
- OTIKS-Planos Planta, “Plan Maestro del Sistema de Abastecimiento”, Hojas #4, #7, #11, #14.

- Pieretti, Jesús G., “Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo II. Planos Memoria Descriptiva”.
- Smith, Gerald “Análisis de Gastos de Capital” Editorial Limusa. México 1987.
- Taylor, George A. “Ingeniería Económica” Editorial Limusa México, 1983.
- Direcciones de Internet:
  - a. [www.vazparfotos.tripod.com](http://www.vazparfotos.tripod.com)
  - b. [www.bls.gov](http://www.bls.gov)
  - c. [www.bcv.org.ve](http://www.bcv.org.ve)