

---

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA  
DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN  
DE APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS**

**MANUAL DE COSTOS**

**INFORME FINAL**

**TOMO III**

**COSTOS DIRECTOS  
EQUIPAMIENTO HIDROMECAÁNICO  
Y ELÉCTRICO**

**JULIO 2007  
EMPREDIMIENTOS ENERGETICOS BINACIONALES S.A.  
(EBISA)**

---

---

## **INTRODUCCIÓN**

---

El presente documento tiene por objeto explicitar la mecánica utilizada para determinar los costos de los componentes hidromecánicos y eléctricos del Plan de Cuentas.

El mismo, se encuentra dividido en tres secciones:

- Sección I - Costos Unitarios de los componentes del Equipamiento Hidromecánico y Eléctrico correspondientes al Plan de Cuentas para Proyecto Básico y Proyecto de Factibilidad.
- Sección II - Costos Unitarios de los Componentes correspondientes al Proyecto de Prefactibilidad.
- Sección III - Costos Unitarios de los Componentes correspondientes al Proyecto de Inventario.

Todos los costos de estos equipamientos están expresados en dólares estadounidenses de abril de 2006.

### **Sección I**

Los Costos unitarios de los componentes del Equipamiento Hidromecánico y Eléctrico para Proyecto Básico y Proyecto de Factibilidad se presentan conjuntamente por cuanto el Plan de Cuentas en ambos casos es el mismo, ya que se supone que a esos niveles de proyecto se conocen la totalidad de los ítem de la obra, aún cuando en el nivel de Factibilidad la imprecisión en muchos de ellos sea algo mayor que la correspondiente al Proyecto Básico. Esa diferencia se compensa en el resultado final, mediante la valuación apropiada del porcentaje de Imprevistos.

En todos los casos se consideran los costos discriminados en las cuatro etapas del proceso: la ingeniería, la fabricación, el transporte y el montaje de los equipos. Cuando la ingeniería no fuera citada expresamente, se debe a que está incluida en la fabricación. La medición se realiza para la ingeniería en forma global, y para las restantes por unidad.

Los costos son expresados mediante fórmulas matemáticas propias para cada equipo a partir de uno o más parámetros de diseño. Estas fórmulas fueron obtenidas --tanto para el equipamiento hidromecánico como para el eléctrico-- en base a la experiencia y el criterio profesional, a cómputos realizados para equipamientos similares, a valores de referencia proporcionados por fabricantes; a datos obtenidos de empresas transportistas y a cotizaciones solicitadas a proveedores diversos.

El coeficiente numérico comprendido en cada fórmula responde a la cotización del material a la fecha de referencia, abril de 2006. Al actualizar los costos éstos coeficientes son actualizados internamente por el programa.

Los parámetros citados serán --según sea el equipo de que se trate-- el peso, las dimensiones, la potencia nominal, la tensión, la carga hidráulica, la altura de apertura, el esfuerzo de izaje, el caudal, la velocidad sincrónica, la distancia de transporte, etc.; y los coeficientes varios que afectan a las fórmulas: según origen del suministro, ayuda de gremio para el montaje, material que constituye las piezas fijas, por sismicidad, por golpe de ariete, etc.

Se parte en muchos casos de la estimación del peso del equipo (o de las partes del mismo que deban considerarse) calculado con la citadas fórmulas, y se llega a obtener el costo de cada una de las etapas. En ocasiones debe recurrirse al uso de gráficos a fin de obtener pesos estimados de los equipos en función de sus potencias, como ocurre para los generadores y los transformadores. En otras, como es el de las válvulas, a fin de calcular su peso, además de las condiciones normales, se consideran las contingencias de la acción sísmica y la del golpe de ariete.

En el rubro transporte se distinguen tres categorías: el terrestre, el marítimo, o ambos. En el rubro montaje se diferencian dos casos: aquellos montajes hechos con prestación del contratista principal de la obra de los que no lo están, o sea que quedan a cargo del proveedor del equipo.

Cabe destacar que las diferencias en los componentes Hidromecánicos entre el Proyecto Básico y el Proyecto de Factibilidad, consisten para este último en los dos aspectos siguientes:

- a) en la etapa de Fabricación, al no estar definido el origen de los equipamientos, se asume que los mismos provienen de la Argentina;

b) en la etapa de Transporte no se especifican datos del origen y destino de la provisión, y por lo tanto se consideran tan solo dos opciones:

b1) que sea terrestre exclusivamente, sin especificación de origen y destino;

b2) que sea marítimo y terrestre.

## Sección II

A nivel de Proyecto de Prefactibilidad son más limitados los conocimientos de los componentes del equipamiento. Es por ello que su correspondiente Plan de Cuentas es menos detallado y los costos unitarios de los componentes se expresan a través de rubros globales que incluyen a varios de dichos componentes.

Así por ejemplo, en el equipamiento hidromecánico se establece una única fórmula matemática correspondiente a las diferentes estructuras y componentes de un proyecto: la casa de máquinas, el aliviadero, la obra de toma, el descargador de fondo, la esclusa de navegación, etc.; y además, en dicha fórmula, se incluyen distintos componentes: compuertas, ataguías, rejas y válvulas.

Mientras que en el equipamiento eléctrico, para generadores y transformadores las fórmulas agrupan la fabricación (incluida la ingeniería) y el montaje por un lado, y el transporte, por otro; en tanto que para los restantes componentes eléctricos, se presentan todos incluidos en la misma fórmula.

En lo que atañe al equipamiento hidromecánico, los costos están expresados en este nivel en función del caudal de diseño, la potencia instalada, el salto hidráulico, el ancho del cuenco de la esclusa, etc., según la estructura de la cual se trate. En tanto que en el equipamiento eléctrico, están expresados en función de la potencia nominal y del peso de la máquina para generador y transformador; y en algunos de los restantes equipos como porcentajes del costo de todas las unidades generadoras, o como montos fijos por unidad y por tipo de celda para la playa de maniobras.

## Sección III

Para el nivel de Proyecto de Inventario los conocimientos de los componentes del equipamiento son aún mucho más limitados que en el de Prefactibilidad, y en algunos casos, con el detalle de información básica disponible en tales circunstancias, desconocidos

totalmente. En función de lo expuesto, el Plan de Cuentas es todavía menos detallado aún que para el Proyecto de Prefactibilidad.

Un buen ejemplo de ello lo constituye el caso de la turbina cuyo costo es considerado conjuntamente con el del generador como Grupo turbina-generador y no por separado, como se hace en los Proyectos Básico, de Factibilidad y de Prefactibilidad. El criterio utilizado para expresarlo en este caso es usando parámetros como la potencia nominal y el salto hidráulico.

El equipamiento hidromecánico restante (compuertas, ataguías, rejas, grúas, válvulas, etc.) se calcula simplemente como un porcentaje del costo de la obra civil de cada una de las estructuras involucrada (casa de máquinas, obra de toma, aliviadero, etc.)

Para los transformadores se ha considerado en conjunto la fabricación (incluida la ingeniería), el transporte y el montaje; y expresados los costos mediante una fórmula en función de la potencia nominal y una tensión secundaria.

En otros equipamientos eléctricos se recurre a porcentajes del costo de todas las unidades generadoras para expresar el costo conjunto de la fabricación (incluida la ingeniería), el transporte y el montaje; y para la playa de maniobras como montos fijos por unidad y por tipo de celda.

---

# **SECCIÓN I**

## **PROYECTO BÁSICO Y PROYECTO DE FACTIBILIDAD**

**1. EQUIPAMIENTOS**

**1.1. CIERRE PRINCIPAL**

a) Descripción

Se incluyen en este rubro todo el equipamiento hidromecánico necesario para el cierre eventual y regulación del caudal del desvío.

b) Nomenclatura

Se establecen fórmulas matemáticas propias para las compuertas en función de los siguientes parámetros de diseño.

$w$  = ancho, luz libre en m.

$h$  = altura de la compuerta y carga hidráulica máxima en m.

$W$  = peso de la compuerta en ton.

$W_0$  = peso de las piezas fijas, en ton (no incluye empotramientos ni anclajes)

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$N$  = Número de suministros iguales.

$k_0$  = Coeficiente por origen de la fabricación

$k_0 = 1,00$  para Argentina

$k_0 = 0,90$  para Brasil

$k_0 = 1,40$  para Unión Europea y EEUU

$k_0 = 0,70$  para Rusia – China

$k_m$  = Coeficiente correspondiente al material de las piezas fijas

$k_m = 1,00$  para acero al Carbono

$k_m = 1,50$  para acero inoxidable de las partes expuestas al pasaje de agua.

$Q$  = Esfuerzo vertical de izaje en toneladas

c) Medición

El equipamiento hidromecánico contempla la discriminación del costo en cuatro rubros para cada uno de los elementos considerados:

- Ingeniería
- Fabricación
- Transporte

- Montaje

La medición se realizará como global para la ingeniería, mientras que los tres restantes se medirán por unidad.

#### **1.1.1. Compuerta**

Estimación del Peso

$$W = 0,27w^{1,30}h(0,014h + 0,5) + 0,001(wh)^{1,5} \left( 0,27h + 12h^{0,5} \sqrt{w} \right)$$

##### **1.1.1.1 Ingeniería (Para el Conjunto)**

Diseños – Modelos

$$\$ = 500W$$

##### **1.1.1.2 Fabricación**

Precio

$$\$ = 8000k_0WN^{0,90}$$

##### **1.1.1.3 Transporte**

###### **1.1.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino**

$$\$ = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

###### **1.1.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino**

$$\$ = 0,2WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\$ = 0,3WNd$$



1.1.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600WN$$

1.1.1.4 Montaje

1.1.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

1.1.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800WN^{0,95}$$

Si los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**1.1.2. Piezas Fijas**

Estimación del Peso

$$W_0 = h \left[ 0,15(wh)^{0,4} + 0,19 \right] + 0,090w$$

1.1.2.1 Ingeniería (Para el conjunto)

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 150W_0$$

1.1.2.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 4000W_0N^{0,90}k_mk_0$$

1.1.2.3 Transporte

1.1.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160W_0N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km. y carga

1.1.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2W_0Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3W_0Nd$$

1.1.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre:

$$\text{\$} = 350W_0N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600W_0N$$

1.1.2.4 Montaje

1.1.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

1.1.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**1.1.3. Accionamientos**

$$Q = 0,0014 \left[ 1000.W + 24w^2 + h^2(5,33 + 2,9w) + h(16w + 22) \right]$$

**1.1.3.1 Ingeniería (Para el conjunto)**

Diseños – Modelos:

$$\text{\$} = 250Q$$

**1.1.3.2 Fabricación**

Precio

$$\text{\$} = 2550QN^{0,88}k_0$$

**1.1.3.3 Transporte**

**1.1.3.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino**

$$\text{\$} = 100QN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km. y carga

**1.1.3.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino**

$$\text{\$} = 0,1QNd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,15QNd$$

**1.1.3.3.3 Transporte marítimo y terrestre**

$$\text{\$} = 150QN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 300QN$$

#### 1.1.3.4 Montaje

##### 1.1.3.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 300QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

##### 1.1.3.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 400QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

## 1.2. CIERRE AUXILIAR DE MANTENIMIENTO

### a) Descripción

Se incluyen en este rubro todo el equipamiento hidromecánico necesario para el cierre de mantenimiento de la obra de desvío.

### b) Nomenclatura

Se establecen fórmulas matemáticas propias para cada uno de los tipos de ataguías en función de los siguientes parámetros de diseño.

w = ancho, luz libre en m.

h = altura de apertura en m.

$h_1$  = altura de la sección individual de la ataguía.

H = carga hidráulica en la solera.

W = peso del conjunto de ataguías en ton.

$H_0$  = altura total de las piezas fijas de ataguía.

$W_0$  = peso de las piezas fijas, en ton (no incluye anclajes)

\$ = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

N = Número de suministros iguales (vanos o secciones de ataguías según corresponda)

$k_0$  = Coeficiente por origen de la fabricación

$k_0 = 1,00$  para Argentina

$k_0 = 0,90$  para Brasil

$k_0 = 1,40$  para Unión Europea y EEUU

$k_0 = 0,70$  para Rusia – China

$k_m$  = Coeficiente correspondiente al material del las piezas fijas

$k_m = 1,00$  para acero al Carbono

$k_m = 1,50$  para acero inoxidable de las partes expuestas al pasaje de agua.

#### c) Medición

Los elementos del cierre auxiliar contemplan la discriminación del costo en cuatro rubros para cada uno de los elementos considerados:

- Ingeniería
- Fabricación
- Transporte
- Montaje

La medición se realizará como global para la ingeniería, mientras que los tres rubros restantes serán por unidad.

### 1.2.1. Ataguías

Estimación del peso

#### i) Conjunto de ataguías

$$W = 0,255w^{1,3}h(0,014h + 0,5)$$

#### ii) Secciones individuales de ataguías

$$W = 0,255w^{1,3}h_1 \left[ 0,028 \left( H - \frac{h_1}{2} \right) + 0,5 \right]$$

#### 1.2.1.1 Ingeniería (Para el conjunto)

Diseño - Modelos

$$\text{\$} = 200W$$

1.2.1.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 6000k_0WN^{0,90}$$

1.2.1.3 Transporte

1.2.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga

1.2.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

1.2.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar

$$\text{\$} = 600WN$$

1.2.1.4 Montaje

1.2.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 100WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

1.2.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 300WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**1.2.2. Piezas fijas**

Estimación del peso:

$$W_0 = 0,001.H_0[210 + 0,026(H_0W)^{1,5}]$$

1.2.2.1 Ingeniería (Para el Conjunto)

Diseño - Modelos

$$\text{\$} = 150W_0$$

1.2.2.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 4000W_0N^{0,90}k_mk_0$$

1.2.2.3 Transporte

1.2.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160W_0N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga

1.2.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2W_0Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga

Para fletes terrestres internacionales, MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,3W_0Nd$$

1.2.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350W_0N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar

$$\text{\$} = 600W_0N$$

1.2.2.4 Montaje

1.2.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

1.2.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.



## **2. COMPUERTAS**

### **a) Nomenclatura**

Se establecen fórmulas matemáticas propias para cada uno de los tipos de compuertas en función de los siguientes parámetros de diseño.

$w$  = ancho, luz libre en m.

$w_1$  = ancho de cada una de las hojas en m.

$h$  = altura de la compuerta para compuerta de superficie libre en m

$h$  = altura de apertura para compuerta de fondo en m .

$h_1$  = altura de la sección individual de la ataguía.

$H$  = carga hidráulica en la solera

$W$  = peso de la compuerta en ton.

$H_0$  = altura total de las piezas fijas de ataguía.

$W_0$  = peso de las piezas fijas, en ton (no incluye empotramientos ni anclajes)

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$N$  = Número de suministros iguales.

$k_0$  = Coeficiente por origen de la fabricación

$k_0 = 1,00$  para Argentina

$k_0 = 0,90$  para Brasil

$k_0 = 1,40$  para Unión Europea y EEUU

$k_0 = 0,70$  para Rusia – China

$k_m$  = Coeficiente correspondiente al material del las piezas fijas

$k_m = 1,00$  para acero al Carbono

$k_m = 1,50$  para acero inoxidable de las partes expuestas al pasaje de agua.

$Q$  = Esfuerzo vertical de izaje en ton.

### **b) Descripción**

En todos los casos, el suministro comprende además de las compuertas propiamente dichas, los mecanismos propios de operación de las mismas (no se incluyen las grúas pórtico o puentes grúas que operan en forma conjunta varias compuertas o ataguías)

Las piezas fijas (marcos, rieles, etc) y accionamiento se consignan separadamente.

Las fórmulas para la estimación del costo de las piezas fijas se realizan con fórmulas matemáticas que tienen en cuenta el peso de las compuertas.

c) Medición

Los elementos de las compuertas contemplan la discriminación del costo en cuatro rubros para cada uno de los elementos considerados:

- Ingeniería
- Fabricación
- Transporte
- Montaje

La medición se realizará como global para la ingeniería, mientras que los tres rubros restantes, será por unidad.

**2.1. RADIALES DE SUPERFICIE (de Vertedero)**

Las compuertas radiales constan de un escudo de sección cilíndrica unido a los cojinetes de los apoyos por medio de brazos radiales. La superficie cilíndrica se hace concéntrica con los ejes de los apoyos, de manera que el empuje producido por el agua pasa por ellos; en esta forma sólo se necesita una pequeña cantidad de movimiento para elevar o bajar la compuerta. La carga que es necesario mover consiste en el peso de la compuerta, los rozamientos entre los cierres laterales, las pilas, y los rozamientos en los cojinetes. La ventaja principal de este tipo de compuertas es que la potencia requerida para su operación es pequeña lo que las hace muy versátiles.

**2.1.1. Compuerta**

Estimación del Peso

$$W = 0,36.w^{1,25}h(0,01h + 0,5)$$

**2.1.1.1 Ingeniería**

Corresponde a la elaboración de planos, realización y ensayos de modelos, ya sean físicos o matemáticos. Este ítem será independiente de la cantidad de compuertas que se desarrollen.

Diseños – Modelos

$$\$ = 500W$$

2.1.1.2 Fabricación

Corresponde a la realización física de las compuertas. Dependerá del origen de la fabricación y de los materiales que se empleen para tal efecto. Incluye todos los materiales y mano de obra para la realización de todas las piezas componentes de las compuertas.

Precio

$$\text{\$} = 8000k_0WN^{0,90}$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.1.1.3 Transporte

El costo del transporte dependerá del medio en el que se realice y la distancia de fábrica a obra. Si el transporte es terrestre incluye la verificación de todos los caminos que componen el recorrido a la carga que implica el transporte de las piezas. Si el transporte es marítimo y terrestre, se considera un flete terrestre en origen estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

2.1.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga

2.1.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -Mercosur- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

2.1.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600WN$$

#### 2.1.1.4 Montaje

El montaje consiste en la colocación y ajuste de las piezas componentes de las compuertas. Incluye los equipos de izaje (grúas) para descarga y el montaje.

La mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica es provista por el Contratista principal; si esto no ocurre, la estructura de costos lo contempla.

##### 2.1.1.4.1. Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

##### 2.1.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

#### 2.1.2. Piezas Fijas

Incluye todos los elementos adicionales tales como: marcos, sellos, rieles, fuentes de potencia, dispositivos de transporte y sistemas de control para garantizar su buen funcionamiento. La fabricación, el transporte y el montaje incluyen los mismos parámetros que el cuerpo principal.

Estimación del Peso

$$W_0 = 0,07w + 0,3h$$

##### 2.1.2.1 Ingeniería (para el conjunto)

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 150W_0$$

2.1.2.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 4000W_0N^{0,90}k_mk_0$$

2.1.2.3 Transporte

2.1.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160W_0N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga

2.1.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2W_0Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -Mercosur- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3W_0Nd$$

2.1.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre:

$$\text{\$} = 350W_0N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600W_0N$$

2.1.2.4 Montaje

2.1.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.1.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.1.3. Accionamientos**

Por sus grandes dimensiones, peso y cargas que deben soportar, las compuertas deben ser movidas por sistemas mecánicos (eléctricos, hidráulicos, manuales). Estos sistemas pueden ser de gran variedad y su utilización depende de múltiples factores tales como espacio disponible, cargas transmitidas a la estructura y por el tipo de compuerta que deben mover. Los sistemas más comunes son: pórticos, puentes grúa, vigas de alce, servomotores, contrapesos y malacates. La fabricación, el transporte y el montaje incluyen los mismos parámetros que el cuerpo principal.

El costo se expresa en función de la capacidad de izaje del servomotor Q expresada en toneladas.

Servomotores Hidráulicos

$$Q = 2,08(W + 20)$$

Accionamientos mecánicos instalados aguas abajo de la compuerta

$$Q = 1,27W$$

Accionamientos mecánicos instalados agua arriba de la compuerta

$$Q = W$$

2.1.3.1 Ingeniería (Para el conjunto)

Diseños – Modelos:

$$\text{\$} = 250Q$$

2.1.3.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 2550QN^{0,88}k_0$$

El exponente 0,88 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.1.3.3 Transporte

2.1.3.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 100QN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

2.1.3.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,1QN_d$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\text{\$} = 0,15QN_d$$

2.1.3.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 150QN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 300QN$$

2.1.3.4 Montaje

i) Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 300 Q N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

ii) Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 400 \text{ Q N}^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

## **2.2. PLANAS**

Se les llama compuertas deslizantes pues para su accionar se deslizan por unos rieles guías fijos. Se diferencian de las compuertas de rodillos en que no poseen rodamientos en las guías lo cual aumenta el esfuerzo por fricción. El cálculo del costo dependerá de parámetros de diseño de la estructura en que se incorporen como ser ancho libre, altura de apertura, modo de accionamiento, etc.

### **2.2.1. Compuerta**

Estimación del Peso

$$W = 0,27w^{1,30}h(0,014h + 0,5) + 0,001(wh)^{1,5} \left( 0,27h + 12h^{0,5} \sqrt{w} \right)$$

#### **2.2.1.1 Ingeniería**

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 500W$$

#### **2.2.1.2 Fabricación**

Precio

$$\text{\$} = 8000k_0WN^{0,90}$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.



2.2.1.3 Transporte

2.2.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

2.2.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

2.2.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600WN$$

2.2.1.4 Montaje

2.2.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.2.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800WN^{0,95}$$

Si los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

## **2.2.2. Piezas Fijas**

Estimación del Peso

$$W_0 = h \left[ 0,15(wh)^{0,4} + 0,19 \right] + 0,090w$$

### **2.2.2.1 Ingeniería (Para el conjunto)**

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 150W_0$$

### **2.2.2.2 Fabricación**

Precio

$$\text{\$} = 4000W_0N^{0,90}k_mk_0$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

### **2.2.2.3 Transporte**

#### **2.2.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino**

$$\text{\$} = 160W_0N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga

#### **2.2.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino**

$$\text{\$} = 0,2W_0Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3W_0Nd$$

2.2.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre:

$$\text{\$} = 350W_0N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600W_0N$$

2.2.2.4 Montaje

2.2.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.2.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.2.3. Accionamientos**

$$Q = 0,0014 \left[ 1000.W + 24w^2 + h^2(5,33 + 2,9w) + h(16w + 22) \right]$$

2.2.3.1 Ingeniería (Para el conjunto)

2.2.3.1.1 Diseños – Modelos:

$$\text{\$} = 250Q$$

2.2.3.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 2550QN^{0,88}k_0$$

El exponente 0,88 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.2.3.3 Transporte

2.2.3.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 100QN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km. y carga

2.2.3.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,1QNd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,15QNd$$

2.2.3.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 150QN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 300QN$$

2.2.3.4 Montaje

2.2.3.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 300QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.2.3.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 400QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.3. PLANAS CON RUEDAS**

Diseñadas para controlar el flujo de grandes caudales y vanos. Están soportadas en rodillos que se desplazan sobre guías fijas; generalmente constan de sellos de caucho para evitar filtraciones a través de la compuerta. Los rodillos reducen el efecto de la fricción y consecuentemente el esfuerzo de izaje.

**2.3.1. Compuerta**

Estimación del Peso

$$W = 0,033 w^{1,78} h (H - h/2)^{0,52}$$

para  $(H - h/2) > 22$

$$W = 0,162 w^{1,78} h [0,028 (H - h/2) + 0,5]$$

para  $(H - h/2) \leq 22$

2.3.1.1 Ingeniería

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 500W$$

2.3.1.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 8000 k_0 W N^{0,90}$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.3.1.3 Transporte

2.3.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

2.3.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

2.3.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600WN$$

2.3.1.4 Montaje

2.3.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.3.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

### **2.3.2. Piezas Fijas**

Estimación del Peso

$$W_0 = 0,001.h(3,3wH + 860) + 0,24w$$

#### **2.3.2.1 Ingeniería (Para el conjunto)**

Diseños – Modelos

$$\$ = 150W_0$$

#### **2.3.2.2 Fabricación**

Precio

$$\$ = 4000W_0N^{0,90}k_mk_0$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

#### **2.3.2.3 Transporte**

##### **2.3.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino**

$$\$ = 160W_0N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

##### **2.3.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino**

$$\$ = 0,2W_0Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\$ = 0,3W_0Nd$$

2.3.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre:

$$\text{\$} = 350W_0N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600W_0N$$

2.3.2.4 Montaje

2.3.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.3.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Si los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.3.3. Accionamientos**

$$Q = \frac{w}{1000} \left( H - \frac{h}{2} \right) \left[ 4,5h + 30w + \frac{50w^{0,78} \times h}{\left( H - \frac{h}{2} \right)^{0,45}} \right]$$

Donde:

Q: es la capacidad del accionamiento en ton.

2.3.3.1 Ingeniería (Para el conjunto)

Diseños – Modelos:



$$\text{\$} = 250Q$$

2.3.3.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 2550QN^{0,88}k_0$$

El exponente 0,88 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.3.3.3 Transporte

2.3.3.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 100QN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

2.3.3.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,1QNd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,15QNd$$

2.3.3.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 150QN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 300QN$$

2.3.3.4 Montaje

2.3.3.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 300QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.3.3.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 400QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.4. BUSCO**

Utilizadas preferentemente en el acceso desde aguas abajo en las esclusas de navegación, este tipo de compuertas se compone de dos hojas (tableros) batientes que se encuentran articuladas verticalmente en las paredes laterales del cuenco de la esclusa. En su posición cerrada, las dos hojas se apoyan entre sí en sus extremidades libres formando un ángulo convexo, mayor a 180°, hacia aguas arriba. En su posición abierta, los tableros se esconden en recatas de los muros laterales del cuenco.

Respecto a las barreras de seguridad, las mismas tienen una baja incidencia en el costo total del equipamiento electromecánico de la Esclusa de Navegación y su aplicación es poco frecuente (por ejemplo, las esclusas del Canal de Panamá no tiene barreras). Además presenta una gran dispersión de sus costos por la pluralidad de diseños posibles. Como dato informativo se menciona que en la esclusa de Yacyretá, el costo del conjunto de las 3 barreras de seguridad es menor de 10% del costo del equipamiento electromecánico de la Esclusa de Navegación.

**2.4.1. Compuerta**

Estimación del Peso

$$W = 0,168 \cdot h^{1,166} \cdot w_1^{1,549}$$

Incluye la compuerta propiamente dicha, piezas fijas y accionamientos.

2.4.1.1 Ingeniería

Diseños – Modelos

$$\$ = 500W$$

2.4.1.2 Fabricación

Precio

$$\$ = 8000k_0WN^{0,90}$$

2.4.1.3 Transporte

2.4.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\$ = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

2.4.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\$ = 0,2WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar:

$$\$ = 0,3WNd$$

2.4.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\$ = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, se utilizó:

$$\$ = 600WN$$

2.4.1.4 Montaje

2.4.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.4.1.4.2. Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800WN^{0,95}$$

2.4.1.4.2 Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.5. RADIALES DE FONDO (de llenado y vaciado de esclusa, etc.)**

Las compuertas radiales constan de un escudo de sección cilíndrica unido a los cojinetes de los apoyos por medio de brazos radiales. La superficie cilíndrica se hace concéntrica con los ejes de los apoyos, de manera que el empuje producido por el agua pasa por ellos; en esta forma se requiere un reducido momento torsor para elevar o bajar la compuerta. Las cargas que es necesario mover consisten en el peso de la compuerta, los rozamientos entre los cierres laterales, las pilas, y los rozamientos en los ejes. Las fórmulas utilizada para el cálculo de las compuertas radiales de fondo incluyen los esfuerzos dinámicos. Consecuentemente, también está incluida la incidencia de estos esfuerzos en los costos.

**2.5.1. Compuerta**

Estimación del Peso

$$W = 0,3688^*(w^2h.H)^{0.521}$$

2.5.1.1 Ingeniería

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 500W \text{ (Para el grupo de compuertas)}$$

2.5.1.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 8000K_0WN^{0,90}$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.5.1.3 Transporte

2.5.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160WN$$

2.5.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -Mercosur- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

2.5.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600WN$$

2.5.1.4 Montaje

2.5.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

2.5.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**2.5.2. Piezas Fijas**

Estimación del Peso

$$W_0 = 0,60W$$

2.5.2.1 Ingeniería(Para el conjunto)

Diseños – Modelos

$$\text{\$} = 150W_0$$

2.5.2.2 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 4000W_0N^{0,95}k_mk_0$$

El exponente 0,95 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

2.5.2.3 Transporte

2.5.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160 W_0 N$$

2.5.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2 W_0 Nd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales –Mercosur-- utilizar:

$$\text{\$} = 0,3W_0 N_d$$

#### 2.5.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350W_0 N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600W_0 N$$

#### 2.5.2.4 Montaje

##### 2.5.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0 N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

##### 2.5.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0 N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

#### 2.5.3. Accionamientos

Servomotores Hidráulicos

$$Q = 2,08 (W + 20)$$

Accionamientos mecánicos instalados aguas abajo de la compuerta

$$Q = 1,27W$$

Accionamientos mecánicos instalados aguas arriba de la compuerta

$$Q = W$$

Donde: Q es la capacidad de izaje del servomotor

#### 2.5.3.1 Ingeniería

Diseños – Modelos:

$$\$ = 250Q \text{ (Para el conjunto)}$$

#### 2.5.3.2 Fabricación

Precio

$$\$ = 2550QN^{0,88}k_0$$

El exponente 0,88 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

#### 2.5.3.3 Transporte

##### 2.5.3.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\$ = 100QN$$

##### 2.5.3.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\$ = 0,1QNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -Mercosur- utilizar:

$$\$ = 0,15QNd$$

##### 2.5.3.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\$ = 150QN$$



Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 300QN$$

#### 2.5.3.4 Montaje

##### 2.5.3.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 300QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

##### 2.5.3.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 400QN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

### **3. ATAGUÍAS**

#### **a) Nomenclatura**

Se establecen fórmulas matemáticas propias para cada uno de los tipos de ataguías en función de los siguientes parámetros de diseño.

$w$  = ancho, luz libre en m.

$h$  = altura de la ataguía para ataguías de superficie libre.

$h$  = altura de apertura para ataguías de fondo en m

$h_1$  = altura de la sección individual de la ataguía.

$H$  = carga hidráulica en la solera

$W$  = peso del conjunto de ataguías en ton.

$H_0$  = altura total de las piezas fijas de ataguía.

$W_0$  = peso de las piezas fijas, en ton (no incluye anclajes)

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$N$  = Número de suministros iguales (vanos o secciones de ataguías según corresponda)

$k_0$  = Coeficiente por origen de la fabricación

$k_0 = 1,00$  para Argentina

$k_0 = 0,90$  para Brasil

$k_0 = 1,40$  para Unión Europea y EEUU

$k_0 = 0,70$  para Rusia – China

$k_m$  = Coeficiente correspondiente al material del las piezas fijas

$k_m = 1,00$  para acero al Carbono

$k_m = 1,50$  para acero inoxidable de las partes expuestas al pasaje de agua.

#### **b) Medición**

Los elementos que integran las ataguías contemplan la discriminación para cada uno de ellos:

- Ingeniería
- Fabricación
- Transporte
- Montaje

La medición se realizará como global para la ingeniería, mientras que los tres rubros restantes, será por unidad.

### **3.1. ATAGUIAS DE SUPERFICIE**

Corresponde a las ataguías usualmente utilizadas en vertederos, aunque puede utilizarse también en otras estructuras tales como esclusa de navegación.

#### **3.1.1. Ataguía**

Estimación del peso

i) Conjunto de Ataguías

$$W = 0,255w^{1,3}h(0,014h + 0,5)$$

ii) Secciones individuales de Ataguías

$$W = 0,255w^{1,3}h_1 \left[ 0,028 \left( H - \frac{h_1}{2} \right) + 0,5 \right]$$

##### **3.1.1.1 Ingeniería**

Incluye la elaboración de planos, realización y ensayos de modelos ya sean físicos o matemáticos. Este ítem será independiente de la cantidad de ataguías que se desarrollen.

Diseño - Modelos

$$\text{\$} = 200W$$

##### **3.1.1.2 Fabricación**

Corresponde a la realización material de la ataguía. Dependerá del origen de la fabricación y de los materiales que se empleen para tal efecto. Incluye todos los materiales y mano de obra para la realización de todas las piezas componentes de las ataguías.

Precio

$$\text{\$} = 6000k_0WN^{0,90}$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

3.1.1.3 Transporte

Corresponde a la realización material de la ataguía. Dependerá del origen de la fabricación y de los materiales que se empleen para tal efecto. Incluye todos los materiales y mano de obra para la realización de todas las piezas componentes de las ataguías.

3.1.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

3.1.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

3.1.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar

$$\text{\$} = 600WN$$

3.1.1.4 Montaje

El montaje consiste en la colocación y ajuste de las piezas componentes de la ataguía. Incluye los equipos de izaje (grúas) para descarga y el montaje.

La mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica es provista por el Contratista principal, si esto no ocurre, la estructura de costos lo contempla.

3.1.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\$ = 100WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

3.1.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\$ = 300WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**3.1.2. Piezas Fijas**

Incluye todos los elementos adicionales tales como: marcos, sellos, rieles, fuentes de potencia, dispositivos de transporte y sistemas de control para garantizar su buen funcionamiento. La fabricación, el transporte y el montaje incluyen los mismos parámetros que el cuerpo principal.

Estimación del peso:

$$W_0 = 0,001.H_0 \left[ 210 + 0,026(H_0 w)^{1,5} \right]$$

3.1.2.1 Ingeniería (Para el Conjunto)

Diseño - Modelos

$$\$ = 150W_0$$

3.1.2.2 Fabricación

Precio

$$\$ = 4000W_0N^{0,90}k_mk_0$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

3.1.2.3 Transporte

3.1.2.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160W_0N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

3.1.2.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2W_0Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,3W_0Nd$$

3.1.2.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350W_0N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar

$$\text{\$} = 600W_0N$$

3.1.2.4 Montaje

3.1.2.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

3.1.2.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

### **3.2. ATAGUIAS DE FONDO**

Son las ataguías que se encuentran completamente bajo agua. En general son las utilizadas para la obra de toma, ya sea como compuerta principal o de guardia.

#### **3.2.1. Ataguía**

Estimación del peso

$$W = 0,21 w^{1,35} h (H - h/2)^{0,55}$$

para  $(H - h/2) \geq 22$

$$W = 0,21 w^{1,35} h [0,028 (H - h/2) + 0,5]$$

para  $H - h/2 < 22$

##### **3.2.1.1 Ingeniería**

Diseño - Modelos

$$\text{\$} = 200W$$

##### **3.2.1.2 Fabricación**

Precio

$$\text{\$} = 6000k_0 W N^{0,90}$$

El exponente 0,90 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

##### **3.2.1.3 Transporte**

###### **3.2.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino**

$$\text{\$} = 160WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

3.2.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2WNd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,3WNd$$

3.2.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350WN$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar

$$\text{\$} = 600WN$$

3.2.1.4 Montaje

3.2.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 100WN^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

3.2.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 300WN^{0,95}$$

**3.2.2. Piezas Fijas**

Estimación del peso

$$W_0 = 0,65 w + 0,1H_0$$

Ingeniería (Para el Conjunto)

Diseño - Modelos



$$\text{\$} = 150W_0$$

3.2.2.1 Fabricación

Precio

$$\text{\$} = 4000W_0 N^{0,95} k_m k_0$$

El exponente 0,95 se explica por las economías resultantes de amortización de los dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

3.2.2.2 Transporte

3.2.2.2.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160W_0 N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

3.2.2.2.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,2W_0 Nd$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados, y carga.

Para fletes terrestres internacionales, MERCOSUR- utilizar

$$\text{\$} = 0,3W_0 Nd$$

3.2.2.2.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350W_0 N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar

$$\text{\$} = 600W_0 N$$

3.2.2.3 Montaje

3.2.2.3.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

3.2.2.3.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800W_0N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

#### **4. REJAS Y LIMPIARREJAS**

Las rejas son utilizadas fundamentalmente en las tomas, para evitar el ingreso de elementos que puedan dañar los álabes y o rodete de la turbina, o puedan impedir el cierre de las paletas del distribuidor o válvulas. Los rastrillos tienen un sistema de ruedas que les permiten desplazarse sobre las rejas, y generalmente cuentan con un servomotor u otro tipo de accionamiento que aprisiona los desechos para su izaje.

##### **4.1. REJAS**

###### **a) Nomenclatura**

Se establecen fórmulas matemáticas en función de los siguientes parámetros de diseño.

$w$  = ancho, luz libre del vano en m.

$h$  = altura del vano en m.

$W$  = peso de la reja en ton.

$W_0$  = peso de las piezas fijas, en ton (no incluye anclajes)

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$N$  = Número de suministros iguales.

$k_m$  = Coeficiente correspondiente al material del las piezas fijas

$k_m = 1,00$  para acero al Carbono

$k_m = 1,50$  para acero inoxidable de las partes expuestas al pasaje de agua.

$k_0$  = Coeficiente por origen de la fabricación

$k_0 = 1,00$  para Argentina

$k_0 = 0,90$  para Brasil

$k_0 = 1,40$  para Unión Europea y EEUU

$k_0 = 0,70$  para Rusia – China

Estimación del peso:

$$W = 0,001h \times w^* (472 + 0,768^* w^{1,33})$$

###### **b) Medición**

Los elementos que integran las rejas contemplan la discriminación del costo en cuatro rubros para cada uno de los elementos considerados:

- Ingeniería
- Fabricación
- Transporte
- Montaje

La medición se realizará como global para la ingeniería, mientras que los tres rubros restantes, será por unidad.

#### **4.1.1. Ingeniería**

Diseño – Modelos (Para el conjunto)

$$\text{\$} = 200 W$$

#### **4.1.2. Fabricación**

Precio

$$\text{\$} = 6000WN^{0,90}k_0$$

El exponencial 0,90 está originado en las economías resultantes de amortización de dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

#### **4.1.3. Transporte**

Esta cuenta dependerá del tamaño y peso de la máquina limpiarrejas. Incluye el transporte terrestre desde la zona de fabricación hasta el emplazamiento de la obra.

##### **4.1.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino**

$$\text{\$} = 160 WN$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km, y carga.

##### **4.1.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino**

$$\text{\$} = 0,2 WNd$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -Mercosur- utilizar:

$$\text{\$} = 0,30 \text{ WNd}$$

4.1.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350 \text{ WN}$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600 \text{ WN}$$

**4.1.4. Montaje**

El montaje incluye todos los equipos y mano de obra para la colocación y ajuste de los elementos componentes en el lugar. A diferencia de otros elementos, no se considera cual es la prestación que ofrece el contratista principal.

4.1.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 100 \text{ WN}^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

4.1.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 300 \text{ WN}^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**4.1.5. Piezas fijas de las Rejas**

Estimación del peso:

$$W_0 = 0,12 \text{ W}$$

4.1.5.1 Ingeniería

Diseño-Modelos (para el conjunto)

$$\text{\$} = 150W_0$$

4.1.5.2 Fabricación

Precio sin discriminación de origen

$$\text{\$} = 4000 W_0 N^{0,90} k_m k_o$$

El exponencial 0,90 está originado en las economías resultantes de amortización de dispositivos de fabricación, automatizaciones, control numérico, etc.

4.1.5.3 Transporte

4.1.5.3.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = 160 W_0 N$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 km, y carga.

4.1.5.3.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = 0,20 W_0 N d$$

Donde:

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -Mercosur- utilizar:

$$\text{\$} = 0,30 W_0 N d$$

4.1.5.3.3 Transporte marítimo y terrestre

$$\text{\$} = 350 W_0 N$$

Se considera un flete terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km.

Para fletes desde Europa, usar:

$$\text{\$} = 600 W_0 N$$

4.1.5.4 Montaje

4.1.5.4.1 Con prestación del contratista

$$\text{\$} = 600 W_0 N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje (grúas) para la descarga y el montaje; la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica, es provista por el Contratista Principal.

4.1.5.4.2 Sin prestación del contratista

$$\text{\$} = 800 W_0 N^{0,95}$$

Considera que los equipos de izaje para la descarga y el montaje, la mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica quedan a cargo del proveedor.

**4.2. LIMPIARREJAS**

a) Descripción

Las características determinantes de las máquinas limpiarrejas las constituyen las dimensiones del rastrillo, capacidad de izaje, velocidad de ascenso del rastrillo con carga, recorrido del rastrillo (altura de la toma, desde el umbral hasta la posición de descarga), automatización de la maniobra, sistema de retiro de los desechos, etc. En las fórmulas propuestas se utilizan aquellos parámetros que reflejan las características más importantes entre todas las citadas.

b) Nomenclatura

$\text{\$}$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

AR = Ancho del Rastrillo, en m

CI = Capacidad de Izaje del Rastrillo (carga útil), en ton

RR = Recorrido del rastrillo, en m

ko = Coeficiente por Origen de la fabricación

ko = 1,00 para Argentina

ko = 0,90 para Brasil

ko = 1,40 para Unión Europea y EEUU

ko = 0,70 para Rusia – China

k1 = Coeficiente correspondiente a la prestación equipos de izaje, y ayuda de gremio para el montaje

k1=1,00 Para prestación a cargo del proveedor del equipo hidromecánico

$k_1=0,93$  Para prestación a cargo del Contratista Principal del Proyecto

c) Medición

La discriminación del costo contempla tres rubros:

- Fabricación (incluida la ingeniería)
- Transporte
- Montaje

La medición se realiza por unidad.

**4.2.1. Fabricación**

Incluye la ingeniería para el diseño de la misma y los materiales y mano de obra necesarias para el desarrollo de todos los componentes, sean fijos o móviles.

$$\text{\$} = 13200 \cdot AR \cdot CI \cdot RR^{0,5} \cdot k_0$$

**4.2.2. Transporte**

Esta cuenta dependerá del tamaño y peso de la máquina limpiarrejas. Incluye el transporte terrestre desde la zona de fabricación hasta el emplazamiento de la obra.

$$\text{\$} = 600 \cdot AR \cdot CI \cdot RR^{0,5}$$

**4.2.3. Montaje**

El montaje incluye todos los equipos y mano de obra para la colocación y ajuste de los elementos componentes en el lugar. A diferencia de otros elementos, no se considera cual es la prestación que ofrece el contratista principal.

$$\text{\$} = 1800 \cdot AR \cdot CI \cdot RR^{0,5} \cdot k_1$$



## **5. GRÚAS**

### **5.1. PÓRTICO**

#### **a) Descripción**

El costo de la mayoría de los componentes principales guarda relación con la capacidad de carga máxima de izaje. El precio de determinados componentes, tales como la estructura de la grúa pórtico (patas, vigas simples o dobles), varían también en función de las dimensiones en planta del pórtico y su altura. El costo de los carros de izaje y tambores de arrollamiento del cable varían en relación a la longitud del recorrido del gancho.

Dado que la condición habitual de trabajo de las grúas pórtico en las centrales hidroeléctricas es a la intemperie, no se adopta ningún coeficiente originado en las condiciones ambientales.

En cambio, se incorpora un coeficiente  $k_s$  que incrementa el costo de la estructura del pórtico, para el caso en que el proyecto hidroeléctrico esté ubicado en una zona de riesgo sísmico elevado. Para determinar en cual de las zonas se encuentra el proyecto se recurre al Mapa de Zonificación Sísmica de la República Argentina (que se incorpora en el Anexo VII del Tomo II Obras Civiles) y distingue cinco zonas en función del grado de peligrosidad sísmica (Zona 0: peligrosidad muy reducida - Zona 1: reducida - Zona 2: moderada - Zona 3: elevada - Zona 4: muy elevada).

En el Plan de Cuentas se ha previsto la posibilidad de introducir tres equipos de capacidades diferentes, indicándose cada uno de ellos como Tipo I, Tipo II y Tipo III.

#### **b) Nomenclatura**

Los parámetros a utilizar serán:

$I_1$  = luz libre (trocha), en m

$I_2$  = luz transversal, en m

$Q$  = Carga máxima, en ton

$h$  = Recorrido de gancho de izaje, en m

d1 = Distancia entre los extremos del recorrido de la grúa pórtico, en m

d = Distancia de fábrica a obra, en km

H = Altura total, en m

ks = Coeficiente por sismicidad

ks = 1,0 para riesgo sísmico bajo (Zonas 0 y 1)

ks = 1,2 para riesgo sísmico medio (Zona 2)

ks = 1,4 para riesgo sísmico alto (Zonas 3 y 4)

ko = Coeficiente por Origen de la fabricación

ko = 1 para Argentina

ko = 0,9 para Brasil

ko = 1,4 para Unión Europea y EEUU

ko = 0,7 para Rusia – China

\$ = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

#### c) Medición

El costo de pórtico se discrimina en tres componentes:

- Fabricación (incluye ingeniería)
- Transporte
- Montaje

Todos ellos se miden por unidad.

#### **5.1.1. Fabricación**

Incluye el costo de todos los materiales y equipos para la realización de los elementos componentes de las grúas.

$$\text{\$} = \left[ 68 (I_1 \cdot I_2 \cdot k_s \cdot H)^{0,45} Q + 2700 Q + 8500 h + 130 d_1 \right] k_0$$

#### **5.1.2. Transporte**

El costo del transporte dependerá del medio en el que se realice y la distancia de fábrica a obra.

Si el transporte es marítimo y terrestre, se considera un flete terrestre en origen estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km. Se contempla el caso en que el suministro sea de Europa debido al mayor costo del flete marítimo internacional.

5.1.2.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = (2,5 I_1^{1,3} Q + 120Q + 50h + 20d_1)$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre estimado en 800 Km. y carga.

5.1.2.2 Transporte terrestre, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = \left[ 4 (I_1 \cdot I_2 \cdot H)^{0,45} Q + 120Q + 50h + 20 d_1 \right] \cdot (0,3 + 0,7 \cdot d/800) \cdot k_{\text{int}}$$

En este caso d = distancia de fábrica a obra, en kilómetros..

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar kint = 1,5

Para Transporte terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km., utilizar kint = 2,5.

Para fletes desde Europa, utilizar kint = 4

**5.1.3. Montaje**

El montaje consiste en la colocación y ajuste de las piezas componentes de la grúa. Incluye los equipos de izaje (grúas móviles) para descarga y el montaje.

La mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica se considera provista por el Contratista principal, si esto no ocurre, la estructura de costos lo contempla en forma separada.

$$\text{\$} = \left[ 13 (I_1 \cdot I_2 \cdot H)^{0,45} Q + 480Q + 100h + 30 d_1 \right] \cdot k_2$$

Donde:

K2 = Coeficiente que determina las condiciones de operación de la grúa: pórtico

K2 = 1,00 Para prestación a cargo del proveedor del equipo hidromecánico

K2 = 0,80 Para prestación a cargo del contratista principal del proyecto

**5.2. PUENTE**

a) Descripción

El costo de la mayoría de los componentes principales guarda relación con la capacidad de carga máxima de izaje. El costo de los motores de izaje, translación longitudinal del puente grúa y transversal del carro, están en función de la velocidad máxima de cada movimiento y de la capacidad de regulación de

la misma. El precio de los rieles, y la línea de alimentación es función del recorrido total del pórtico (generalmente el largo de la Central Hidroeléctrica, - unidades y naves de montaje).

En el Plan de Cuentas se ha previsto la posibilidad de introducir tres equipos de capacidades diferentes, indicándose cada uno de ellos como Tipo I, Tipo II y Tipo III.

b) Nomenclatura

Los parámetros a utilizar serán:

$l$  = luz libre del puente grúa, en m

$Q$  = Carga máxima, en ton

$H$  = Recorrido de gancho de izaje, en m

$d1$  = Distancia entre los extremos del recorrido del puente grúa, en m

$d$  = Distancia de fábrica a obra, en Km.

$k1$  = Coeficiente que determina las condiciones de operación del Puente grúa:

$k1$  = Intemperie con posibilidad de ambiente pulverulento 1,1

$k1$  = Recinto cerrado 0,9

La disminución del coeficiente de las partes estructurales del puente grúa responde a las distintas relaciones del flete y montaje, respecto al valor del suministro

$k0$  = Coeficiente por Origen de la fabricación

$k0$  = 1 para Argentina

$k0$  = 0,9 para Brasil

$k0$  = 1,4 para Unión Europea y EEUU

$k0$  = 0,7 para Rusia – China

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

c) Medición

El costo de pórtico se discrimina en tres componentes:

- Fabricación (incluye ingeniería)
- Transporte
- Montaje

Todos ellos se miden por unidad

**5.2.1. Fabricación**

Las fórmulas de fabricación contienen coeficientes que toman en consideración qué determina las condiciones de operación del Puente grúa (intemperie, con posibilidad de ambiente pulverulento; y en un recinto cubierto) y el origen de los suministros.

$$\text{\$} = [36 l^{1,3} Q + k_1 2700 Q + 850 h + 130 d_1] \cdot k_0 k_1$$

**5.2.2. Transporte**

5.2.2.1 Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\text{\$} = (2,5 l^{1,3} Q + 120 Q + 50 h + 20 d_1)$$

5.2.2.2 Transporte terrestre y marítimo, con datos de origen y destino

$$\text{\$} = (2,5 l^{1,3} Q + 120 Q + 50 h + 20 d_1) \cdot (0,3 + 0,7 \frac{d}{800})^{k_{\text{int}}}$$

En donde d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar kint = 1,5.

Para transporte terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km., utilizar kint = 2,5.

Para fletes desde Europa, utilizar kint = 4.

**5.2.3. Montaje**

$$\text{\$} = (6,5 l^{1,3} Q + 480 Q + 100 h + 30 d_1) k_2$$

Donde:

K2 = Coeficiente que determina las condiciones de operación del Puente grúa:

K2 = 1,00 Para prestación a cargo del proveedor del equipo hidromecánico

K2 = 0,80 Para prestación a cargo del contratista principal del proyecto

## **6. VÁLVULAS**

A continuación se incluye la descripción del método utilizado para el cálculo del costo de las válvulas de mayor aplicación en obras hidroeléctricas. Siete son los tipos de válvulas que se consideran: mariposa, esférica, cono fijo (HB), aguja, tubo, chorro hueco y manguito deslizante. Para cada una de ellas se incluye la descripción correspondiente y la nomenclatura utilizada para identificar los parámetros de cálculo a través de los cuales se expresa primero el peso y luego el costo de las mismas. Dichos costos se discriminan en tres rubros:

- Fabricación
- Transporte
- Montaje

Para los tres la unidad de medida es la unidad.

En relación con el cálculo del peso de las válvulas, el mismo se realiza primero para las condiciones normales y luego se lo afecta con coeficientes según la zona sísmica y por la influencia del golpe de ariete.

Para considerar el efecto inercial de la masa de agua confinada en el conducto delante y posterior a la misma, de longitud total  $L$ , se deberá afectar el valor arriba calculado por un coeficiente que contemple al sismo ( $K_s$ ) y que magnifique el peso básico  $W$  en función de la intensidad del fenómeno, permitiendo evaluar  $W_s$ , peso de la válvula para zona sísmica.

$$W_s = k_s * W$$

Para definir los valores de  $k_s$  se tuvo en cuenta la sobrepresión generada en el embalse por el efecto sísmico considerando que, si la aceleración basal es " $a$ " resulta (Manual de Pequeñas Presas Apartado 163, o Marsal, Presas de Tierra y Enrocado, pág. 418):

$$Sps = C \frac{a}{g} \gamma H$$

Donde:

Sps = Sobrepresion Sismica

C = Coeficiente de distribucion de las presiones en funcion de la profundidad.

g = aceleracion de la gravedad.

H = profundidad del embalse

$$P_{total} = p + Sps$$

$$Si \quad e = \frac{p}{2\sigma} D \nu \quad (\text{presión estática})$$

$\nu$  = coeficiente de seguridad

$\sigma$  = máxima tensión admisible

Luego el peso resulta

$$W = \pi D e L \gamma_a$$

Si aumenta p aumenta el espesor y el peso de la válvula.

Luego:

$$e_{sismico} = \frac{D \nu_s}{2\sigma} (p + Sps)$$

$\nu_s$  = Coeficiente de seguridad con sismo

Dado que las acciones sísmicas son un evento no permanente se puede adoptar

$\nu_s = 0.8 \nu$ , luego:

$$e_{sismico} = \frac{p \cdot D \cdot 0.8 \nu}{2\sigma} \left(1 + \frac{Sps}{p}\right)$$

$$e_s = e \cdot 0.8 \left(1 + \frac{Sps}{p}\right)$$

Luego:

$$W_s = W \cdot 0.8 \left(1 + \frac{Sps}{p}\right)$$

$$O \text{ sea } k_s = 0.8 \left(1 + C \frac{a}{g}\right)$$

Si la toma de la válvula se ubica aproximadamente a 0.3 H, resulta C= 0.65 (Manual de Pequeñas Presas, Apartado 163) con lo cual:

**EFFECTO SISMICO SOBRE EL PESO DE LA VALVULA**

C= 0,65

$V_s/V = 0,8$

Zona	a/g	$K_s=0.8*(1+C*a/g)$	Ks Adoptado
0	0,00	0,80	1,00
1	0,30	0,96	1,00
2	0,54	1,08	1,08
3	0,70	1,16	1,16
4	1,05	1,35	1,35

La aceleración basal **a** se toma al 100% de acuerdo a la tabla de arriba solo si L es mayor o igual a  $10 * l$ .

Si L es menor a  $10 * l$  debe usarse  $k_s$  minorado =  $k_{sm}$

$$k_{sm} = (k_{s-1}) * \frac{L}{10 * l} + 1$$

En lo referente a la influencia del golpe de ariete en la determinación del peso, el coeficiente es **ka** y su valor fluctúa entre 1,1 y 1,4 según sea la severidad estimada del mismo. Cabe señalar que no es factible dar una relación directa y lineal respecto a un sólo parámetro, porque son varios los que entran en juego. El golpe de ariete deberá considerarse especialmente en conductos largos (donde sea  $L \gg l$ ) y cuando el mecanismo de accionamiento no garantice un cierre controlado de la válvula.

En válvula mariposa, por ejemplo, si se disponen de amortiguadores de descenso del contrapeso de cierre positivo, con orificio de aceite calibrado, estará garantizado un cierre lento del obturador y se podrá despreciar el golpe de ariete. Pero no será así si estas mismas válvulas se encuentran en la tubería de alimentación de una turbina, pues el cierre rápido del distribuidor ante una emergencia, ocasionará un golpe de ariete ajeno al funcionamiento de la válvula, pero con consecuencias para la misma.

También se presentan casos intrínsecos, como cuando se utiliza válvula de aguja con la que suelen producirse cierres bruscos, operación que genera sobrepresiones por efecto del golpe de ariete.



## **6.1. MARIPOSA**

Son comúnmente usadas como válvula de guardia principal en los conductos hidráulicos de alimentación de turbinas. Son también ampliamente usadas en sistemas de distribución de agua.

Las válvulas estándar en tamaños chicos y medianos son construidas de acuerdo a la normas AWWA. Comúnmente el obturador es motorizado y su accionamiento generalmente es hidráulico o eléctrico montado directamente sobre el cuerpo de la válvula, no requiriendo anclajes exteriores al mismo. De esta forma la válvula puede estar separada del piso y no ejerce reacciones sobre la obra civil.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 0,630 \cdot h \cdot Q^{1,5}$$

$h \geq 40\text{mca}$

Donde:

$W$  = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo en kilogramo.

$h$  = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo en m.c.a.

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

$L$  = Longitud de la tubería en metros.

$l$  = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

Donde el valor  $K_s$  se adopta según fue expuesto previamente. (Apartado 6)

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

$1,1 \leq K_a \leq 1,4$  según severidad estimada

Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{m\acute{a}x} = M\acute{a}x(W_s, W_a)$$

**6.1.1. Fabricación**

Incluye los materiales componentes de las válvulas así como la mano de obra asociada a esta fabricación. En general este tipo de elementos está estandarizado y existe stock en fábrica.

$$\text{\$} = 11,6 \cdot W_{m\acute{a}x}$$

**6.1.2. Transporte**

Consiste en la provisión a obra de las válvulas requeridas por proyecto. Incluye el transporte terrestre, la carga en fábrica y la descarga en obra.

**6.1.2.1 Transporte Terrestre**

$$\text{\$} = 0.16W_{\max}$$

**6.1.2.2 Transporte Marítimo**

$$\text{\$} = 0.35W_{\max}$$

**6.1.3. Montaje**

Incluye la instalación de las válvulas, sellado de juntas y prueba hidráulica, así como todos los blindajes y anclajes que se necesiten.

La unidad de medida es la válvula (unidad)

$$\text{\$} = 0.8W_{\max}$$

**6.2. ESFÉRICA**

Las válvulas esféricas deben su nombre a la forma de su cuerpo de presión. Las dos disposiciones más comúnmente utilizadas son las que tienen el conducto de pasaje para el flujo cilíndrico, que constituye el obturador rotante, y el que dispone un obturador rotante de forma esférica.

Son muy adecuadas como válvulas de guardias para ser localizadas cercanas a las turbinas, cuando se requiere una mínima alteración del flujo y reducida pérdida de carga.

También son utilizadas para descargas de alta velocidad, ya que en posición abierta no presenta ninguna interferencia a la corriente fluida.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 0,819 \cdot h \cdot Q^{1,5}$$

$$h \geq 40 \text{ mca}$$

Donde:

\$ = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

W = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo en kilogramo.

h = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo en m.c.a.

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

L = Longitud de la tubería en metros.

l = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

Donde el valor de K<sub>s</sub> se adopta según fue expuesto previamente. (Apartado 6)

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

1.1 ≤ K<sub>a</sub> ≤ 1,4 según severidad estimada

Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{máx} = Máx(W_s, W_a)$$

#### **6.2.1. Fabricación**

Ídem válvula mariposa.

$$\text{\$} = 16,7 \cdot W_{máx}$$

**6.2.2. Transporte**

6.2.2.1 Transporte Terrestre

$$\text{\$} = 0.16W_{\max}$$

6.2.2.2 Transporte Marítimo

$$\text{\$} = 0.35W_{\max}$$

**6.2.3. Montaje**

$$\text{\$} = 0.8W_{\max}$$

**6.3. CONO FIJO (HB)**

Las válvulas de cono fijo son ampliamente difundidas para la regulación de flujo. Para descargas sumergidas, se producen esfuerzos vibratorios por lo que es imprescindible realizar pruebas sobre modelo previas a la construcción.

La forma de descarga cónica de esta válvula produce una buena aireación del agua y una adecuada disipación de la energía de la vena fluida.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 0,605 \cdot h \cdot Q^{1.5} \quad (\text{para } h \geq 40\text{mca})$$

Donde:

$\text{\$}$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$W$  = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo, en kilogramo.

$h$  = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo, en m.c.a.

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

$L$  = Longitud de la tubería en metros.

$l$  = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

1.1 ≤ Ka ≤ 1,4 según severidad estimada

Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{máx} = Máx(W_s, W_a)$$

#### **6.3.1. Fabricación**

$$\$ = 14,0 \cdot W_{máx}$$

#### **6.3.2. Transporte**

##### **6.3.2.1 Transporte Terrestre**

$$\$ = 0.16W_{max}$$

##### **6.3.2.2 Transporte Marítimo**

$$\$ = 0.35W_{max}$$

#### **6.3.3. Montaje**

$$\$ = 0.8W_{max}$$

#### **6.4. AGUJA**

Indicadas para regular flujo con alta presión. Debido a las características de su funcionamiento pueden generar sobrepresiones por golpe de ariete, situación que debe ser tenida en cuenta en el diseño de la tubería de presión.

Requieren venteo de las cámaras para evitar impactos hidráulicos, especialmente con grandes presiones y bajo caudal.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 0,817 \cdot h \cdot Q^{1,5} \quad (\text{para } h \geq 40\text{mca})$$

Donde:

\$ = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

W = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo en kilogramo.

h = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo en m.c.a.

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

L = Longitud de la tubería en metros.

l = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

Donde el valor de K<sub>s</sub> se adopta según fue expuesto previamente. (Apartado 6)

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

1.1 ≤ K<sub>a</sub> ≤ 1,4 según severidad estimada

Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{m\acute{a}x} = M\acute{a}x(W_s, W_a)$$

#### **6.4.1. Fabricación**

$$\text{\$} = 22,5 \cdot W_{m\acute{a}x}$$

#### **6.4.2. Transporte**

##### **6.4.2.1 Transporte Terrestre**

$$\text{\$} = 0.16W_{\max}$$

##### **6.4.2.2 Transporte Marítimo**

$$\text{\$} = 0.35W_{\max}$$

#### **6.4.3. Montaje**

$$\text{\$} = 0.8W_{\max}$$

## **6.5. TUBO**

Son similares a la válvula aguja, pero no poseen el cono de salida. Los esfuerzos de operación son menores que en la válvula de aguja, ya que el empuje hidráulico sobre el obturador se encuentra mejor balanceado.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 0,786 \cdot h \cdot Q^{1,5} \quad (\text{para } h \geq 40 \text{ mca})$$

Donde:

\$ = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006

W = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo en kilogramos.

h = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo en m.c.a.

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

L = Longitud de la tubería en metros.

l = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

Donde el valor de K<sub>s</sub> se adopta según fue expuesto previamente. (Apartado 6)

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

1.1 ≤ K<sub>a</sub> ≤ 1,4 según severidad estimada

Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{máx} = Máx(W_s, W_a)$$

### **6.5.1. Fabricación**

$$\$_{f} = 18,9 \cdot W_{máx}$$

**6.5.2. Transporte**

6.5.2.1 Transporte Terrestre

$$\text{\$} = 0.16W_{\max}$$

6.5.2.2 Transporte Marítimo

$$\text{\$} = 0.35W_{\max}$$

**6.5.3. Montaje**

$$\text{\$} = 0.8W_{\max}$$

**6.6. CHORRO HUECO**

Similares a las válvulas de cono fijo y de manguitos deslizantes, aunque para ciertas dimensiones de mayor tamaño y peso.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 0,817 \cdot h \cdot Q^{1,5} \quad (\text{para } h \geq 40 \text{ mca})$$

Donde:

$\text{\$}$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$W$  = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo en kilogramo.

$h$  = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo en m.c.a.

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

$L$  = Longitud de la tubería en metros.

$l$  = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

Donde el valor de  $K_s$  se adopta según fue expuesto previamente (Apartado 6)

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

$1.1 \leq K_a \leq 1.4$  según severidad estimada



Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{m\acute{a}x} = M\acute{a}x(W_s, W_a)$$

**6.6.1. Fabricación**

$$\text{\$} = 17,2 \cdot W_{m\acute{a}x}$$

**6.6.2. Transporte**

6.6.2.1 Transporte Terrestre

$$\text{\$} = 0.16W_{\max}$$

6.6.2.2 Transporte Marítimo

$$\text{\$} = 0.35W_{\max}$$

**6.6.3. Montaje**

$$\text{\$} = 0.8W_{\max}$$

**6.7. MANGUITO DESLIZANTE**

Estas válvulas pueden operar totalmente sumergidas y generalmente son utilizadas en posición vertical en fosos de disipación. El elemento de regulación es un manguito deslizando cilíndrico. Difiere de la válvula de cono fijo porque el obturador cilíndrico es interno, mientras que en la anterior es externo.

El chorro de descarga sale a 90° en lugar de 45° como en la anterior.

La válvula de manguito deslizando es diseñada para una alta velocidad de descarga, con flujo sumergido para asegurar la disipación de la energía de la vena fluida.

i) Peso en condiciones normales

$$W = 1,670 \cdot h \cdot Q^{1.5} \quad (\text{para } h \geq 40\text{mca})$$

Donde:

\$ = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

W = Peso básico de la válvula con su accionamiento, sin considerar golpe de ariete ni sismo en kilogramo.

h = Altura manométrica que soporta la válvula sin golpe de ariete ni sismo en m.c.a.

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s

L = Longitud de la tubería en metros.

l = Longitud del cuerpo de la válvula en metros

ii) Peso según zona sísmica

$$W_s = k_s \cdot W$$

Donde el valor de K<sub>s</sub> se adopta según fue expuesto previamente. (Apartado 6)

iii) Peso por golpe de ariete

$$W_a = k_a \cdot W$$

1.1 ( $\leq$ )  $\leq K_a \leq$  ( $\leq$ ) 1,4 según severidad estimada

Debido a que se trata de dos contingencias deberán evaluarse por separado, con lo que:

$$W_{\max} = \text{Máx}(W_s, W_a)$$

#### **6.7.1. Fabricación**

$$\text{\$} = 15,3 \cdot W_{\max}$$

#### **6.7.2. Transporte**

##### **6.7.2.1 Transporte Terrestre**

$$\text{\$} = 0.16 W_{\max}$$

##### **6.7.2.2 Transporte Marítimo**

$$\text{\$} = 0.35 W_{\max}$$

**6.7.3. Montaje**

$$S = 0.8W_{\max}$$

## **7. TURBINAS**

Se han considerando cuatro tipos de turbinas: Pelton, Francis, Kaplan, y Bulbo. Para los rangos habituales de potencia, las turbinas hélice, tienen una pequeña diferencia de precios con las turbinas Kaplan, ya que pueden resultar aproximadamente un 10 % más baratas, sin embargo su rendimiento es bastante inferior, frente a variaciones del salto hidráulico, por modificaciones de las cotas de embalse o restitución, sin posibilidades de regulación de los álabes del rotor, razón por la cual se decidió no incluirlas.

En el plan de cuentas, además de los cuatro tipos de turbinas mencionadas se ha previsto la posibilidad que el Usuario puede introducir, en cada caso tres máquinas de distinta potencia, las que han sido denominadas genéricamente Tipo I, Tipo II y Tipo III.

### **a) Nomenclatura**

Las fórmulas de estimación desarrolladas dan los valores en US\$ de abril de 2006. Los parámetros utilizados son:

$WT =$       Peso Total de una unidad en Toneladas

$D_{TH} =$       Diámetro en m

$H =$       Salto en m

$HP =$       Potencia de salida en MW

$N =$       Velocidad sincrónica en Rev. /min.

$\# =$       Número de unidades

$\$ =$  Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

$k_0 =$  Coeficiente por origen de la fabricación

$k_0 = 1,00$  para Argentina

$k_0 = 0,90$  para Brasil

$k_0 = 1,40$  para Unión Europea y EEUU

$k_0 = 0,70$  para Rusia – China

### **b) Medición**

Los costos correspondientes se discriminan en tres rubros:

- Ingeniería y Fabricación
- Transporte
- Montaje

Para cada uno de ellos la medición se realiza por unidad.

## **7.1. PELTON**

Este tipo de turbina se emplea para saltos elevadas y caudales reducidos.

La Turbina Pelton tiene la peculiaridad de aprovechar la energía cinética del fluido, ya que no existe gradiente de presión en el proceso de transformación de la energía.

La energía cinética del agua, en forma de chorro libre, se genera en una o varias toberas colocadas al final de la tubería a presión. Las toberas están provistas de una aguja de cierre para regular el gasto, constituyendo el conjunto el órgano de alimentación y de regulación de la turbina.

### **7.1.1. Ingeniería y Fabricación**

Incluye la elaboración de planos, desarrollo y calibración de la turbina mediante ensayos en modelos ya sean físicos o matemáticos y la fabricación de todos los componentes de la turbina tanto fija como móvil. Incluye todos los materiales y mano de obra necesarios para la realización de la tarea.

La unidad es la turbina fabricada (unidad).

$$\text{\$} = 78,5 * 10^6 * HP / H^{1.52} * (\#)^{0.8203} k_0$$

### **7.1.2. Transporte**

El costo del transporte dependerá del medio en el que se realice y la distancia de fábrica a obra. Si el transporte es terrestre, incluye la verificación de todos los caminos que componen el recorrido a la carga que implica el transporte de las piezas. Si el transporte es marítimo y terrestre, se considera un flete terrestre en origen estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km. Se considera, además, el caso que el suministro sea de Europa con su correspondiente flete marítimo internacional.

La unidad es la turbina (unidad).

7.1.2.1. Transporte desde el Mercosur:

$$\text{\$} = 390000 * HP / H^{1.52} * (\#)$$

7.1.2.2. Para fletes desde Europa, Estados Unidos y Canadá, usar:

$$\text{\$} = 600000 * HP / H^{1.52} * (\#)$$

Se considera incluido el transporte hasta el Puerto y la carga.

7.1.2.3. Transporte Terrestre sin especificar origen y destino:

$$\text{\$} = 190000 * HP / H^{1.52} * (\#)$$

Se considera un flete de 800km incluida la carga en el lugar de origen

### **7.1.3. Montaje**

El montaje consiste en la colocación y ajuste de las piezas componentes. Incluye los equipos de izaje (grúas) para descarga y el montaje.

La mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica es provista por el Contratista principal, si esto no ocurre, la estructura de costos lo contempla.

La unidad es la turbina (unidad).

$$\text{\$} = 16 * 10^6 * HP / H^{1.52} * (\#)^{0.9104}$$

## **7.2. FRANCIS**

Las turbinas Francis son de tipo radial/mixta dando lugar a cuatro tipos fundamentales: lentas, normales, rápidas y extrarrápidas, diferenciándose unas de otras en la forma del rodete. Las palas o alabes de la rueda Francis son alabeadas.

Estimación del peso

$$WT = 0.00355(D_{TH} * 39.3701)^{1.9566} (H * 3.28084)^{0.3310}$$

### **7.2.1. Ingeniería y Fabricación**

Incluye la elaboración de planos, desarrollo y calibración de la turbina mediante ensayos en modelos ya sean físicos o matemáticos y la fabricación de todos los componentes de la turbina tanto de las partes fijas como de las móviles. Comprende todos los materiales y mano de obra necesarios para la realización de la tarea.

La unidad es la turbina fabricada (unidad).

$$\text{\$} = 250 \cdot (D_{TH} \cdot 39,3701)^{2,0008} \cdot (\#)^{0,8203} k_0$$

## **7.2.2. Transporte**

### **7.2.2.1. Transporte desde el Mercosur:**

$$\text{\$} = 350 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

Se considera incluido el transporte hasta el Puerto y la carga.

### **7.2.2.2. Para fletes desde Europa, Estados Unidos y Canadá usar:**

$$\text{\$} = 600 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

### **7.2.2.3. Transporte Terrestre sin especificar origen y destino:**

$$\text{\$} = 160 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

Se considera un flete de 800km incluida la carga en el lugar de origen

## **7.2.3. Montaje**

El montaje consiste en la colocación y ajuste de las piezas componentes. Incluye los equipos de izaje (grúas) para descarga y montaje.

La mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica es provista por el Contratista principal, si esto no ocurre, la estructura de costos lo contempla.

La unidad es la turbina (unidad).

$$\text{\$} = 3600 * [(\#) \cdot (WT)]^{0,9104}$$

## **7.3. KAPLAN**

Las turbinas Kaplan son de reacción de flujo axial. Los álabes del rodete son regulables para ajustarse a las condiciones de salto y caudal disponibles en cada instante de la operación. Se emplean en saltos reducidos y elevado caudal. El control del caudal se efectúa mediante el ajuste de la posición de los álabes del distribuidor..

Estimación del peso

$$WT = 7,8215 \cdot 10^{-5} (39,3701 \cdot D_{TH})^{3,3407} (\#)^{0,0640} (3,28084 \cdot H)^{1,3630} \cdot (1340,483 \cdot HP)^{-0,7338}$$

### **7.3.1. Ingeniería y Fabricación**

Incluye la elaboración de planos, desarrollo y calibración de la turbina mediante ensayos en modelos ya sean físicos o matemáticos y la fabricación de todos los componentes de la turbina tanto fijos como móviles. Incluye todos los materiales y mano de obra necesarios para la realización de la tarea.

La unidad es la turbina fabricada (unidad).

$$\text{\$} = 18000 \cdot [(\#) \cdot (WT)]^{0,9104} k_0$$

### **7.3.2. Transporte**

El costo del transporte dependerá del medio en el que se realice y la distancia de fábrica a obra. Si el transporte es terrestre, incluye la verificación de todos los caminos que componen el recorrido a la carga que implica el transporte de las piezas. Si el transporte es marítimo y terrestre, se considera un flete terrestre en origen estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km. Se considera, además, el caso que el suministro sea de Europa con su correspondiente flete marítimo internacional.

La unidad es la turbina (unidad).

#### **7.3.2.1. Transporte desde el Mercosur.**

$$\text{\$} = 350 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

Se considera incluido el transporte hasta el Puerto y la carga.

#### **7.3.2.2. Para fletes desde Europa, Estados Unidos y Canadá usar:**

$$\text{\$} = 600 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

#### **7.3.2.3. Transporte Terrestre sin especificar origen y destino:**

$$\text{\$} = 160 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

Se considera un flete de 800km incluida la carga en el lugar de origen.

### **7.3.3. Montaje**

El montaje consiste en la colocación y ajuste de las piezas componentes. Incluye los equipos de izaje (grúas) para descarga y el montaje.

La mano de obra de ayuda de gremio y la energía eléctrica es provista por el Contratista principal, si esto no ocurre, la estructura de costos lo contempla.

La unidad es la turbina (unidad).

$$\text{\$} = 3600 * [(\#) \cdot (WT)]^{0,9104}$$

## **7.4. BULBO**



El grupo bulbo consta de una turbina axial tipo hélice o Kaplan de eje horizontal directamente vinculada al alternador sumergido en la corriente fluida. El agua que circula entre la envolvente del generador y la pared concéntrica de mayor diámetro, pasa en primer lugar por los canales que forman las aletas guía fijas, que sirven de soporte estructural, luego por el canal de las aletas guía móviles del distribuidor y por último atraviesan el rodete. El conjunto queda sumergido, accediéndose a él a través de un pozo con diseño exterior aerodinámico a los efectos de reducir la pérdida de carga. Son aptas para funcionar con saltos reducidos y gran caudal

Estimación del peso

$$WT = 7,039 \cdot 10^{-5} (39,3701 \cdot D_{TH})^{3,3407} (\#)^{0,0640} (3,28084 \cdot H)^{1,3630} \cdot (1340,483 \cdot HP)^{-0,7338}$$

### 7.4.1. Ingeniería y Fabricación de la totalidad de las máquinas

$$\$ = 21000 \cdot [(\#) \cdot (WT)]^{0,9104} k_0$$

### 7.4.2. Transporte de la totalidad de las máquinas

#### 7.4.2.1. Transporte desde el Mercosur:

$$\$ = 350 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

Se considera incluido el transporte hasta el Puerto y la carga.

Para fletes desde Europa, Estados Unidos y Canadá usar:

$$\$ = 600 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

#### 7.4.2.2. Transporte Terrestre sin especificar origen y destino:

$$\$ = 160 \cdot (WT) \cdot (\#)$$

Se considera un flete de 800km incluida la carga en el lugar de origen.

### 7.4.3. Montaje de la totalidad de las máquinas

$$\$ = 4200 * [(\#) \cdot (WT)]^{0,9104}$$

## **8. GENERADORES**

Se incluye en esta cuenta a las máquinas eléctricas destinadas a convertir la energía mecánica producida por la turbinas en energía eléctrica.

### **8.1. GENERADORES PRINCIPALES**

#### **a) Descripción**

Este punto abarca el suministro de los generadores de corriente alterna trifásicos, incluyendo su sistema de excitación, protección y puesta a tierra del centro de estrella y sus accesorios. Pero no incluye a las barras de fase, que son tratadas por separado.

#### **b) Medición**

El costo de los generadores se discrimina en tres componentes:

- Fabricación
- Transporte
- Montaje

En los tres casos la medición es por unidad

En el Plan de Cuentas se ha previsto para cada rango de revoluciones, la posibilidad de especificar tres equipos de diferente potencia, los que son denominados como Tipo I, Tipo II y Tipo III.

#### **8.1.1. Fabricación**

El cálculo del precio de fabricación del generador se expresa mediante una fórmula en función de la potencia para un rango de rpm, obteniendo de esta forma el precio de fabricación, puesto en puerto de Buenos Aires, en US\$ por unidad del mismo.

$$P(G) = K1 N + K2$$

Donde

P(G)= Precio de fabricación del generador en US\$ /unidad a abril de 2006.

N = Potencia nominal del generador en kVA.

K1 constante.

K2 constante.

Para diferentes rangos de rpm surge:

- Para revoluciones entre  $50 < \text{rpm} < 300$ , la fórmula aplicada es:

$$P(G) = 42 N + 2.400.000$$

- Para revoluciones entre  $300 < \text{rpm} < 600$ , la fórmula aplicada es:

$$P(G) = 41 N + 2.200.000$$

- Para revoluciones entre  $600 < \text{rpm} < 800$ , la fórmula aplicada es:

$$P(G) = 40 N + 2.000.000$$

- Para revoluciones entre  $800 < \text{rpm} < 1200$ , la fórmula aplicada es:

$$P(G) = 30 N + 2.000.000$$

### **8.1.2. Transporte**

En este rubro se incluyen todos los costos asociados al movimiento y traslado de la máquina desde fábrica hasta su implantación en obra.

Para el cálculo del costo del transporte de los generadores se aplica

$$P(TG) = 0,487 \frac{\text{US\$}}{\text{tn} \cdot \text{km}} \times L(\text{km}) \times \text{tn}(\text{ton})$$

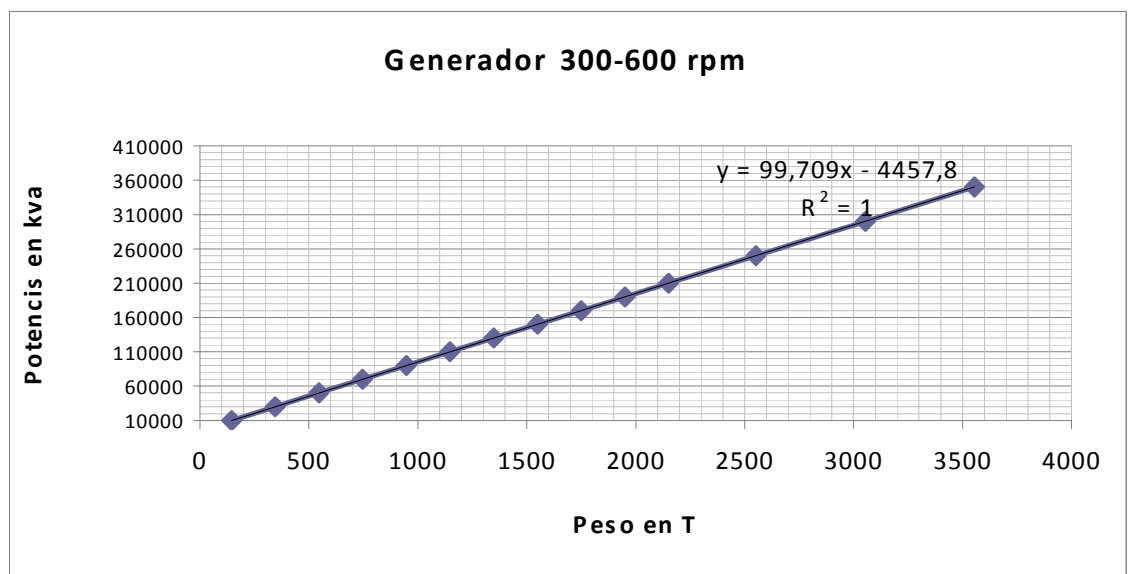
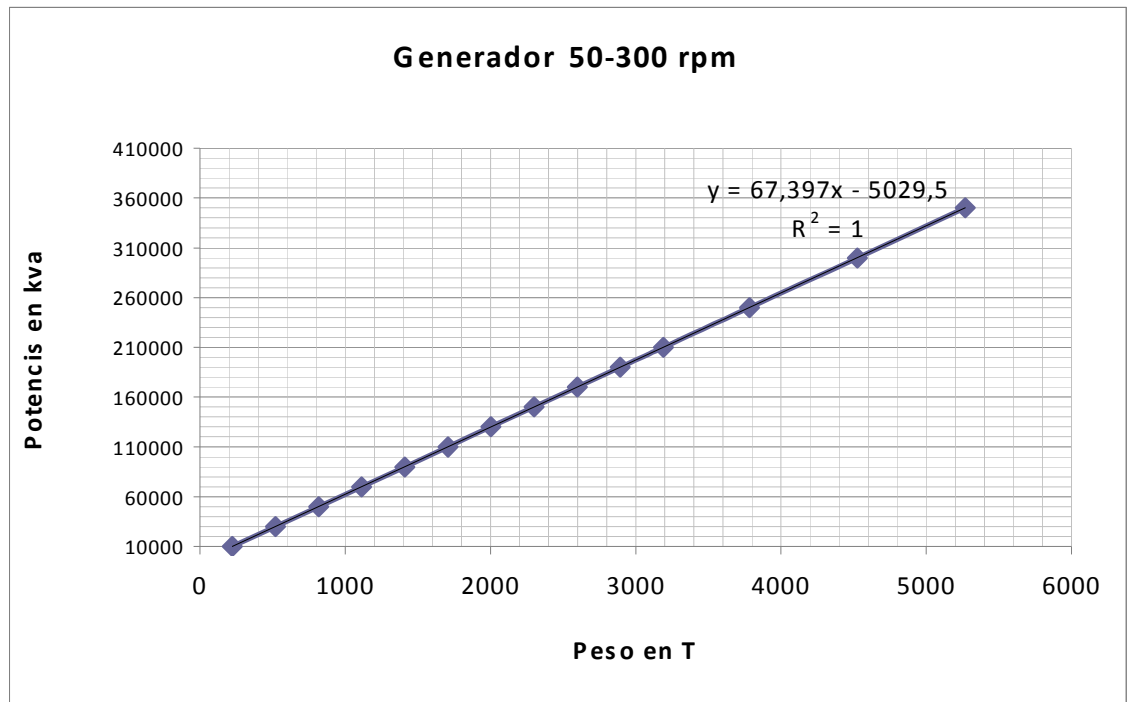
Donde

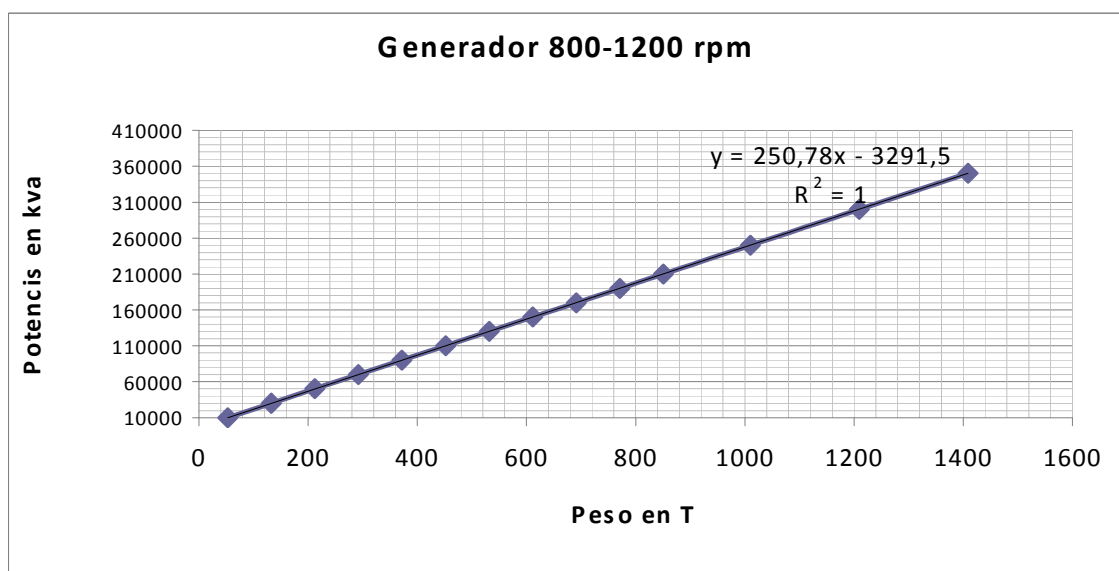
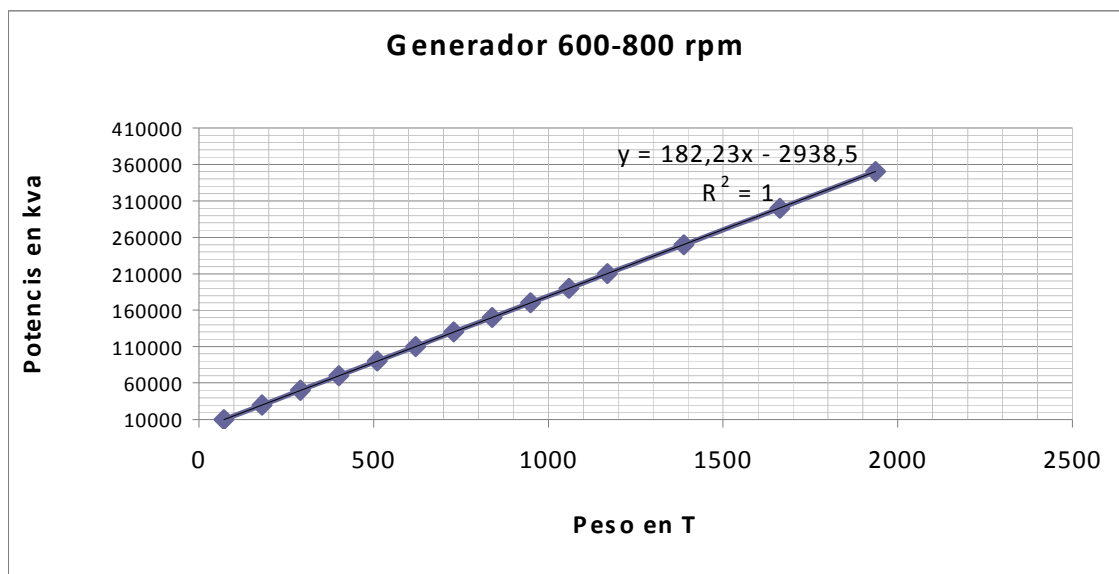
P(TG) Precio de transporte en US\$/unidad.

L: Distancia a transportar en km.

tn: Peso en toneladas de la máquina.

Para el cálculo del peso de los generadores ver los 4 gráficos adjuntos:





### 8.1.3. Montaje

En este rubro se incluyen los costos que insumen las tareas de montaje de la máquina previamente entregada en obra a la empresa contratista hasta su correcto posicionamiento ensamblado y puesta en servicio en la casa de máquinas.

Para el cálculo del precio de montaje del generador se recomienda el 20 % del precio del generador y se obtiene de una fórmula en la cual se ingresa la

potencia teniendo ya asumido un rango de rpm, obteniendo de esta forma el precio de montaje del generador en US\$ por unidad del mismo.

$$P(MG) = K1 N + K2$$

Donde

P (MG)= Precio de montaje del generador en US\$ /unidad a abril de 2006.

N = Potencia nominal del generador en kVA.

K1 constante.

K2 constante.

- Para revoluciones entre  $50 < \text{rpm} < 300$ , la fórmula a aplicar es:

$$P(MG) = 8,4 N + 480.000$$

- Para revoluciones entre  $300 < \text{rpm} < 500$ , la fórmula aplicada es:

$$P(MG) = 8.2 N + 440.000$$

- Para revoluciones entre  $600 < \text{rpm} < 800$ , la fórmula aplicada es:

$$P(MG) = 8 N + 400.000$$

- Para revoluciones entre  $900 < \text{rpm} < 1200$ , la fórmula aplicada es:

$$P(MG) = 6 N + 400.000$$

## **8.2. BARRAS DE FASE**

### **8.2.1. Barra de fase no segregada con seccionador**

Sistema de conductores eléctricos rígidos con una envoltura metálica tipo Omán a las tres fases que sirve para el transporte de la energía eléctrica entre los bornes del generador y el transformador de máquina con su respectivo dispositivo de maniobra e interconecta las celdas de neutro, de salida del generador y del transformador de excitación.

El cálculo del precio de fabricación de las barras de fases no segregadas con seccionador o interruptor, se obtiene de una fórmula en la cual se ingresa la cantidad de metros lineales trifásicos de barras, obteniendo de esta forma el precio de fabricación en US\$ por unidad del mismo.

$$P(BFNS) = K1 M + K2$$

Donde

P(BFNS)= Precio de fabricación de las barras de fases no segregadas con seccionador / interruptor en US\$/unidad a abril de 2006.

M = Metro lineal trifásico de barras.

K1 constante dependiente de las barras.

K2 constante dependiente del seccionador o interruptor.

$$P(BFNS) = 4.500 M + 40.000$$

La medición se realiza por metro lineal

### **8.2.2. Barra de fase segregada con interruptor**

Sistema de Conductores eléctricos rígidos con envoltura metálica individual para cada fase que sirve para el transporte de la energía eléctrica entre los bornes del generador y el transformador de máquina con su respectivo dispositivo de maniobra, interconecta las celdas de neutro, de salida del generador y del transformador de excitación.

El cálculo del precio de fabricación de las barras de fases segregadas con interruptor se obtiene de una fórmula en la cual se ingresa la cantidad de metros lineales monofásicos de barra, obteniendo de esta forma el precio de fabricación en US\$ por unidad del mismo.

$$P(BFS) = K1 M + K2$$

Donde

P(BFS)= Precio de fabricación de las barras de fases segregadas con interruptor en US\$ /unidad a abril de 2006.

M = Metro lineal monofásico de barra.

K1 constante dependiente de las barras.

K2 constante dependiente del interruptor.

$$P(BFS) = 2.500 M + 540.000$$

La medición se realiza por metro lineal

## **9. TRANSFORMADORES**

### **a) Descripción**

Esta cuenta comprende las máquinas eléctricas destinados a elevar la tensión generada por los generadores desde los 13 kV, (tensión de generación) hasta los 132 kV, 220 kV o 500 kV de tensión de transporte.

b) Medición

El costo de los transformadores se discrimina en tres componentes:

- Fabricación
- Transporte
- Montaje

La medición se realiza en los tres casos por unidad.

**9.1. TRANSFORMADORES PRINCIPALES**

Este punto trata el suministro de los transformadores principales y sus accesorios.

Transformadores Trifásicos.

Banco de tres transformadores monofásicos.

Dispositivos de medición y protección.

Descargadores de sobre tensión.

Elementos accesorios.

**9.1.1. Fabricación**

El cálculo del costo de fabricación del transformador se obtiene de una fórmula en la cual se asume una tensión secundaria y se debe ingresar su potencia nominal, obteniendo de esta forma el precio de fabricación, puesto en puerto de Buenos Aires, en US\$ por unidad del mismo.

$$P(TXP) = K1 N + K2$$

Donde

P(TXP)=Precio de fabricación del transformador en US\$ /unidad a abril 2006.

T = Tensión máxima del transformador en kV.

N = Potencia nominal del transformador en MVA.

K1 Constante.

K2 constante.

**9.1.1.1 Para 132 kV de tensión de transporte**

$$10 < N < 50 \text{ MVA} \quad P(TXP) = 8750 N + 262500$$



$$50 < N < 100 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 5000 N + 450000$$

$$100 < N < 150 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 6000 N + 350000$$

$$150 < N < 250 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 5000 N + 500.000$$

9.1.1.2 Para 220 kV de tensión de transporte

$$10 < N < 50 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 10750 N + 312500$$

$$50 < N < 100 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 5000 N + 600.000$$

$$100 < N < 150 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 6000 N + 500.000$$

$$150 < N < 250 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 8000 N + 200.000$$

9.1.1.3 Para 500 kV de tensión de transporte

$$100 < N < 350 \text{ MVA} \quad P(\text{TXP}) = 10000 N + 1.000.000$$

**9.1.2. Transporte**

En este rubro se incluyen todos los costos asociados al movimiento y traslado de la máquina desde fábrica hasta su implantación en obra.

Para el cálculo del costo del transporte de los transformadores se recomienda

$$P(\text{TTXP}) = 0,487 \frac{\text{US\$}}{\text{tn} - \text{km}} \times L(\text{km}) \times \text{tn}(\text{ton})$$

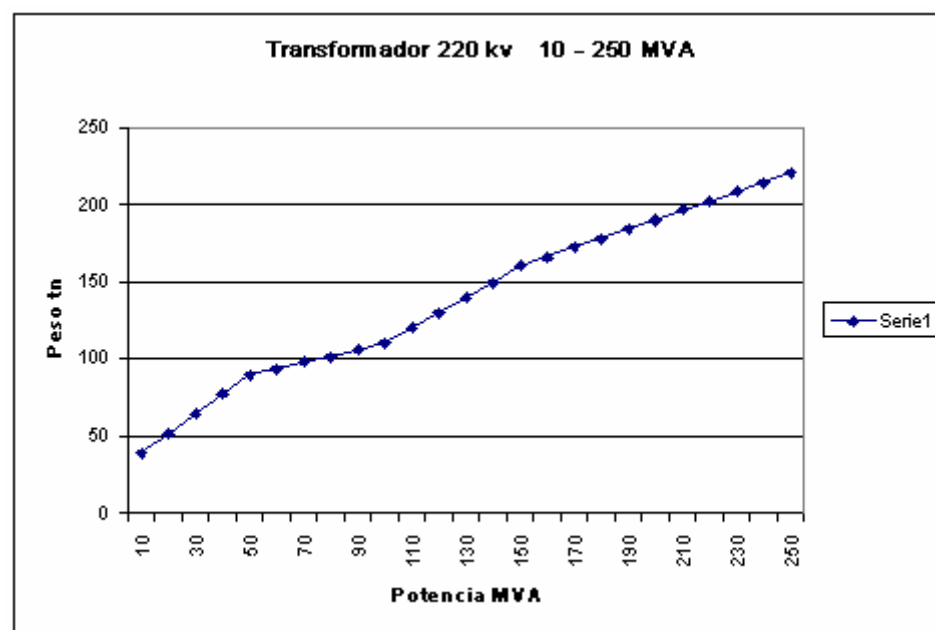
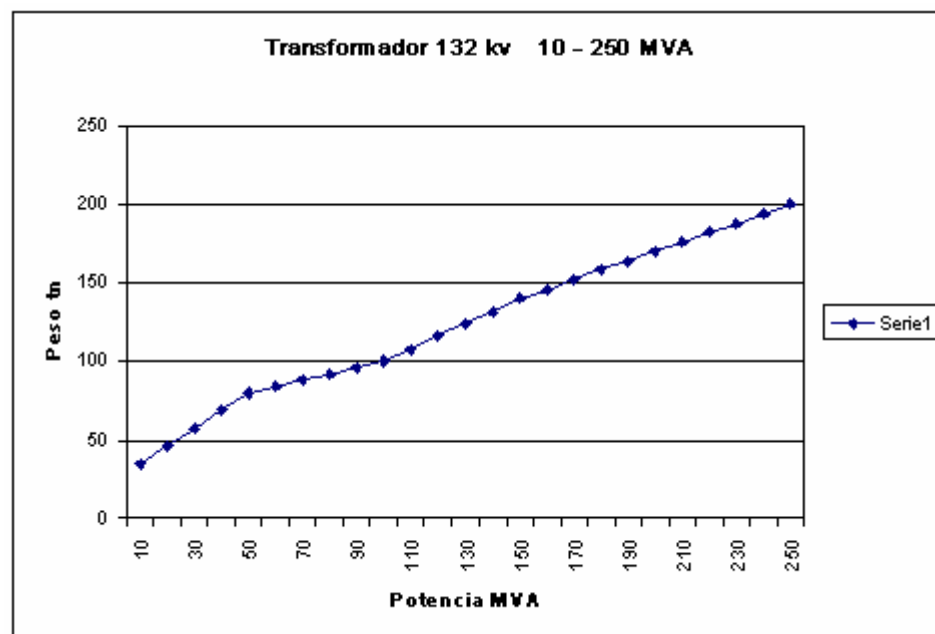
Donde

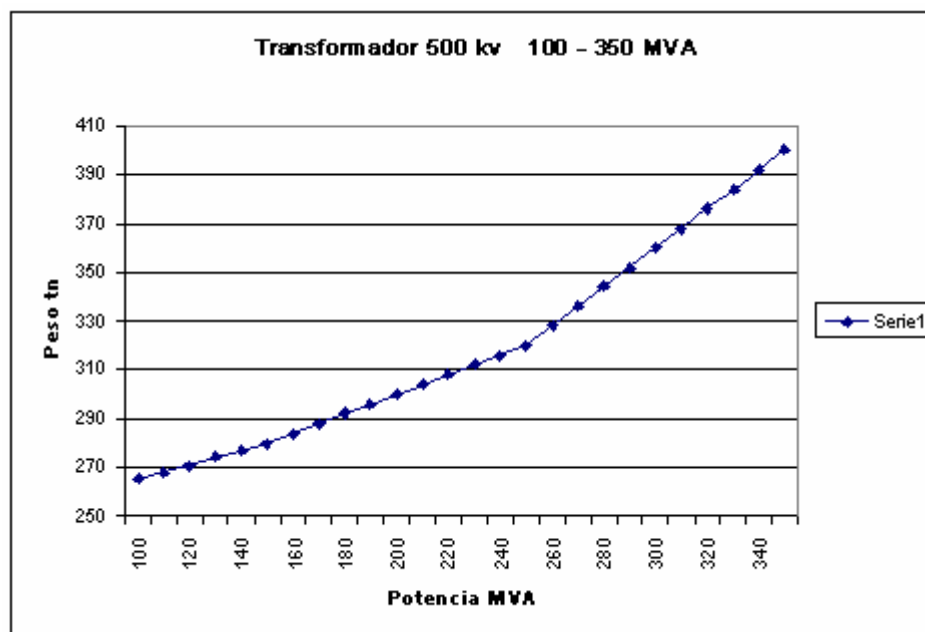
P(TTXP) Precio de transporte en US\$ /unidad.

L: Distancia a transportar en km.

tn: Peso en toneladas de la máquina.

Para el cálculo del peso de los transformadores ver los 3 gráficos adjuntos.





### 9.1.3. Montaje

En este rubro se incluyen los costos que insumen las tareas de montaje de la máquina previamente entregada en obra a la empresa contratista hasta su correcto posicionamiento ensamblado y puesta en servicio en la casa de máquinas.

El cálculo del precio de montaje del transformador se recomienda el 10% del valor de la máquina y se obtiene de una fórmula en la cual se ingresa la potencia teniendo ya asumida una tensión secundaria, obteniendo de esta forma el precio de transporte del transformador en US\$ por unidad a abril 2006 del mismo.

$$P \text{ (MTXP)} = K1 \text{ N} + K2$$

Donde

P (MTXP)= Precio de montaje del transformador en US\$ /unidad a abril de 2006.

N = Potencia nominal del transformador en MVA.

K1 constante.

K2 constante.

#### 9.1.3.1 Montaje para tensión 132 kV

10 < N < 50 MVA	P(MTXP) = 875 N + 26.250
50 < N < 100 MVA	P(MTXP) = 500 N + 45.000
100 < N < 150 MVA	P(MTXP) = 600 N + 35.000

$$150 < N < 250 \text{ MVA} \quad P(\text{MTXP}) = 500 N + 50.000$$

9.1.3.2 Montaje para tensión 220 kV

$$10 < N < 50 \text{ MVA} \quad P(\text{MTXP}) = 1.075 N + 31.250$$

$$50 < N < 100 \text{ MVA} \quad P(\text{MTXP}) = 500 N + 60.000$$

$$100 < N < 150 \text{ MVA} \quad P(\text{MTXP}) = 600 N + 50.000$$

$$150 < N < 250 \text{ MVA} \quad P(\text{MTXP}) = 800 N + 20.000$$

9.1.3.3 Montaje para tensión 500 kV

$$100 < N < 350 \text{ MVA} \quad P(\text{MTXP}) = 1.000 N + 100.000$$

**10. SERVICIOS ELÉCTRICOS AUXILIARES**

a) Descripción

Se incluye en esta cuenta a todo el equipamiento y accesorios necesarios para la transformación y distribución de la energía en corriente alterna, con una tensión intermedia en caso que corresponda, y la conversión en corriente continua, para el funcionamiento de la central y la playa de maniobras, incluyendo también la generación de emergencia GDE.

También están incluidos en este punto la iluminación y fuerza motriz normal y de emergencia.

b) Medición

La unidad de medida es global

**10.1. SERVICIOS ELÉCTRICOS AUXILIARES**

Este punto comprende el suministro de todo el equipamiento y accesorios necesarios para mantener en servicio todas las cargas generales y de emergencia de la central.

- Transformadores de servicios auxiliares.
- Celdas de maniobra, protección y medición de transformador.
- Tableros de servicios auxiliares de corriente alterna.
- Sistema de corriente continua.
  - Tableros de corriente continua.
  - Baterías.
  - Sistema cargador.
- Sistema de iluminación y fuerza motriz.
- Sistema de puesta a tierra.
- Elementos accesorios
- Equipo generador de emergencia.

A este fin incluye la provisión de un grupo generador de emergencia, impulsado por un motor diesel, de una potencia de salida suficiente para arrancar los equipos auxiliares de una unidad hidrogeneradora y a la vez mantener en

servicio todas las cargas generales de emergencia de la subestación y la central en forma normal compuesto por:

- Motor diesel.
- Sistema de escape.
- Sistema de combustible.
- Generador.
- Regulador de tensión y sistema de excitación.
- Tablero local de comando, control, protección y medición.

El costo del equipamiento para los servicios eléctricos auxiliares de la central se calcula en función de la capacidad en MW del generador.

El costo total de los servicios eléctricos auxiliares se calcula en base al costo correspondiente a la suma de todas las unidades generadoras y se recomienda adoptar el 15 % de dicho costo discriminado como se indica a continuación.

#### **10.1.1. Tensión de servicios auxiliares 380 / 220 V**

Se incluye en esta cuenta a todo el equipamiento y accesorios de tensión 380/220 V, necesarios para la transformación y distribución de la energía en corriente alterna, y la conversión en corriente continua, para el funcionamiento de la central y la playa de maniobras, incluyendo también la generación de emergencia GDE.

También están incluidos en este punto la iluminación y fuerza motriz normal y de emergencia.

Este rubro abarca el 5% del rubro 10.1.

#### **10.1.2. Tensión intermedia 3.300 o 6.600 / 380 / 220 V**

Se incluye en esta cuenta a todo el equipamiento y accesorios de tensión 3.300 ó 6.600 V, necesarios para la transformación y distribución de la energía en corriente alterna, con una tensión intermedia, y la conversión en corriente continua, para el funcionamiento de la central y la playa de maniobras, incluyendo también la generación de emergencia GDE.

También están incluidos en este punto la iluminación y fuerza motriz normal y de emergencia.

Este rubro abarca el 10% del rubro 10.1.

**11. SISTEMA DE CONTROL, PROTECCIÓN, COMUNICACIÓN Y MEDICIÓN**

**a) Descripción**

Este punto abarca los equipos de control, automatismos, protección, medidas, registros y alarmas para los grupos hidrogeneradores y demás instalaciones de la central. Entre ellos se consideran:

- Arranque, marcha, parada y sincronización de las unidades generadoras.
- Tableros de supervisión y control.
- Sistema de telecontrol y comunicaciones.
- Tableros de protecciones.
- Tableros de medición.
- Elementos accesorios.

El costo de los equipamientos para los sistemas de control, protección, comunicación y medición se calcula en función de la capacidad en MW del generador.

El costo total de los equipos para los sistemas de control, protección, comunicación y medición se calcula en base al costo correspondiente a la suma de todas las unidades generadoras y se recomienda adoptar el 20 % de dicho costo.

**b) Medición**

La unidad de medida es global.

**12. PLAYA DE MANIOBRAS**

Se incluye en esta cuenta a todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión de la central que conformen una unidad completa de funcionamiento.

**12.1. CONVENCIONAL (AISLADA EN AIRE)**

Se incluye en esta cuenta a todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión de la central cuya técnica de ruptura del arco es en aire.

**12.1.1. Celdas de transformador**

Se incluye en esta cuenta la provisión de todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión del campo de transformación cuya técnica de ruptura del arco es en aire.

- Interruptores.
- Seccionadores.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de tensión.
- Descargadores de sobretensión.
- Barras y accesorios.
- Sistema de Puesta a tierra.
- Elementos accesorios.

**12.1.2. Celdas de salida**

Se incluye en esta cuenta la provisión de todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión del campo de salida cuya técnica de ruptura del arco es en aire.

- Interruptores.
- Seccionadores.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de tensión.



- Descargadores de sobretensión.
- Barras y accesorios.
- Sistema de Puesta a tierra.
- Elementos accesorios.

#### **12.1.3. Celdas de control de medición y protecciones**

Se incluye en esta cuenta la provisión de todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión del campo de medición cuya técnica de ruptura del arco es en aire.

- Seccionadores.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de tensión.
- Descargadores de sobretensión.
- Barras y accesorios.
- Sistema de Puesta a tierra.
- Elementos accesorios.

#### **12.1.4. Costo Directo**

El cálculo del costo del equipamiento de la playa de maniobra se realiza por celdas.

El costo de una unidad incluye la provisión, el transporte y el montaje.

- Para 132 kV y un esquema de doble barras interruptor y medio el costo es:  
Celda de transformación: US\$ 1.500.000 / unidad.  
Más el costo del transformador.  
Celda de medición: US\$ 700.000 / unidad.  
Celda de salida de línea: US\$ 1.500.000 /unidad
- Para 220 kV y un esquema de doble barras interruptor y medio el costo es:  
Celda de transformación: US\$ 2.800.000 / unidad.  
Más el costo del transformador.  
Celda de medición: US\$ 1.300.000 / unidad.  
Celda de salida de línea: US\$ 2.800.000 /unidad

- Para 500 kV y un esquema de doble barras interruptor y medio el costo es:  
Celda de transformación: US\$ 5.000.000 / unidad.  
Más el costo del transformador  
Celda de medición: US\$ 2.500.000 / unidad.  
Celda de salida de línea: US\$ 5.000.000 / unidad

## **12.2. AISLADA EN SF6**

Se incluye en esta cuenta a todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión de la central cuya técnica de ruptura del arco es en SF6.

### **12.2.1. Celdas de transformador**

Se incluye en esta cuenta la provisión de todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión del campo de transformación cuya técnica de ruptura del arco es en SF6.

- Interruptores.
- Seccionadores.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de tensión.
- Descargadores de sobretensión.
- Barras y accesorios.
- Sistema de Puesta a tierra.
- Elementos accesorios.

### **12.2.2. Celdas de salida**

Se incluye en esta cuenta la provisión de todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión del campo de salida cuya técnica de ruptura del arco es en SF6.

- Interruptores.
- Seccionadores.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de tensión.
- Descargadores de sobretensión.

- Barras y accesorios.
- Sistema de Puesta a tierra.
- Elementos accesorios.

#### **12.2.3. Celdas de control de medición y protecciones**

Se incluye en esta cuenta la provisión de todo el equipamiento y accesorios necesarios para las operaciones de maniobra, corte y medición en media y alta tensión del campo de medición cuya técnica de ruptura del arco es en SF6.

- Seccionadores.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de tensión.
- Descargadores de sobretensión.
- Barras y accesorios.
- Sistema de Puesta a tierra.
- Elementos accesorios.

#### **12.2.4. Costo Directo**

El cálculo del costo del equipamiento de la playa de maniobra aislada en SF6 se realiza por celdas.

El costo de una unidad incluye la provisión el transporte y el montaje.

- Para 132 kV y un esquema de doble barras interruptor y medio el costo es:

Celda de transformación: US\$ 4.500.000 / unidad mas el costo del transformador.

Celda de medición: US\$ 2.1000.00 / unidad.

Celda de salida de línea: US\$ 4.500.000 /unidad

- Para 220 kV y un esquema de doble barras interruptor y medio el costo es:

Celda de transformación: US\$ 8.400.000 / unidad mas el costo del transformador.

Celda de medición: US\$ 3.900.000 / unidad.

Celda de salida de línea: US\$ 8.400.000 /unidad

- Para 500 kV y un esquema de doble barras interruptor y medio el costo es:

Celda de transformación: US\$ 15.000.000 / unidad mas el costo del transformador.

Celda de medición: US\$ 7.500.000 / unidad.

Celda de salida de línea: US\$ 15.000.000 /unidad.

### **13. EQUIPO CONTRA INCENDIO**

#### **a. Descripción**

En este punto se hace referencia a la protección contra incendio mediante instalaciones adecuadas al tipo de riesgo de cada área, donde se deben proveer los siguientes sistemas:

- Sistema de protección general de la central.
- Sistema de protección de los generadores.
- Sistema de protección de los transformadores.
- Elementos accesorios.

Para el análisis de costos de estos equipos que incluyen los sistemas de detección y extinción, se tienen en cuenta las diferentes características de los elementos y usos de cada local.

El sistema Contra Incendios, presenta dos subsistemas:

#### **a) Sistema de Detección**

#### **b) Sistema de Extinción**

#### **b. Medición**

La medición se realiza por unidad de superficie de la central con equipo contra incendio (m<sup>2</sup>).

### **13.1. SISTEMA DE DETECCIÓN**

Se calcula considerando un detector cada 81 m<sup>2</sup> cuadrados de superficie y un detector - pulsador manual cada 36 metros (de recorrido entre si).

Todos estos sensores se conectan a una central analógica y direccional.

	<b>U\$/unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Sensores</b>	70,00	49,38	3.456,79
<b>Central</b>	25.000,00	1.00	25.000,00
<b>MO</b>	56,67	49,00	2.776,67

**TOTAL**

**31.233,46**

Para el análisis se considera una central de 4.000 m<sup>2</sup> de superficie

Denominación	US\$	Pesos
Detección m <sup>2</sup>	7,81	24,21
Extinción m <sup>2</sup>	31,23	96,82
<b>TOTAL US\$ /m<sup>2</sup></b>	<b>39,04</b>	<b>121,03</b>

Costo del Sistema de Detección: 24 \$/m<sup>2</sup>

### **13.2. SISTEMA DE EXTINCIÓN**

Este sistema puede ser diseñado sobre la base de instalaciones a base de agua, gases o espumas, según los materiales y/o equipos que se deseen proteger, por lo tanto sus costos asociados varían.

Para el análisis de costos se considera un sistema mixto:

Costo de Instalación del Sistema de Extinción: Costo Sist. de Detección x 4

Costo Sistema de Extinción: 97 \$/m<sup>2</sup>

Costo Total Sistema contra Incendios: 121 \$/m<sup>2</sup>

**14. EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA CENTRAL.**

Para el análisis de costos se consideró la provisión de plantas compactas; en sus costos se incluye la provisión y la colocación.

**14.1. POTABILIZACIÓN DE AGUA CRUDA**

Se ha tomado como referencia el consumo correspondiente a una población media de 40 personas, con un pico de 100 personas. La planta tratará agua de río del tipo de la zona central del país. Estará constituida por floculación, sedimentación, filtración y cloración. El precio de una planta de estas características es de \$ 95.000, sin incluir el IVA.

**14.2. DEPURACIÓN DE EFLUENTES CLOACALES**

La planta compacta depurará los efluentes clocales de la población media de 40 tomada como referencia, con un pico de 100 personas. El tratamiento será de barros activados con aireación extendida. El precio de una planta de estas características es de \$ 75.000 sin incluir el IVA.

**15. EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE ACEITE**

Es todo el equipamiento necesario para el filtrado, depuración y recirculación del aceite utilizado para los equipos mecánicos y eléctricos de la central..

Para el análisis de costos se considera un equipo portátil, cuya capacidad de purificación será función del volumen de aceite a tratar. Para dicho análisis de costo se tiene en cuenta un equipo como para intervenir en 6 generadores de una potencia instalada de 1.400 MW y de un rendimiento de 1.200 litros por hora. El precio de un equipo de estas características es de \$ 50.000, sin incluir el IVA.



**16. EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.**

a) Descripción

Para el análisis de costo de estos equipos, se tienen en cuenta las diferentes características de los elementos y usos de cada local, considerando la siguiente composición porcentual de los metros cuadrados de superficie que conforman los edificios de una central.

a<sub>1</sub>).60 % Sala de Máquinas, locales de tableros y Sala de Control.

a<sub>2</sub>).40 % Locales de Oficinas, talleres y depósitos.

b) Medición

La medición se realiza por unidad de superficie de la central refrigerada (m<sup>2</sup>)

**16.1. SALA DE MÁQUINAS, LOCALES DE TABLEROS Y SALA DE CONTROL.**

Se requiere para este tipo de locales un rendimiento de 20 m<sup>2</sup>/tn frigorías, es decir que con una tonelada frigoría se acondicionan 20 m<sup>2</sup> de superficie.

Sistema: Rooftop

CEQ Costo Unitario Equipo (en u\$/tn frigorías)

$$CEQ = \frac{1\$ EQ a}{20 tnxfrig} \times Sc (m^2)$$

Donde Sc es igual al 60% de la superficie de la central.

**16.2. LOCALES DE OFICINAS Y TALLERES.**

Se requiere para este tipo de locales un rendimiento de 25 m<sup>2</sup>/tn frigorías, es decir que con una tonelada frigoría se acondicionan 25 m<sup>2</sup> de superficie.

Sistema: VRV

CEQ Costo Unitario Equipo (en u\$/tn frigorías)

$$CEQ = \frac{1\$ EQ a}{25 tnxfrig} \times So$$

Donde  $S_o$  es igual al 40% de la superficie de la central.

El costo de equipos incluye mano de obra y materiales.

## **17. TRANSFERENCIA DE PECES**

### **17.1. EQUIPAMIENTO HIDROMECAÍNICO**

#### **a) Descripción**

A partir de informaci3n recabada de Instalaciones de Peces existentes, se establece una relaci3n general del costo de los equipos de transferencia en funci3n de las dimensiones y capacidad del tanque de elevaci3n de los peces, y el desnivel a salvar (salto hidr3ulico). Si bien el tanque de elevaci3n no tiene una preponderancia muy alta en el costo total de las instalaciones de transferencia de peces, en buena medida sus dimensiones (junto con la cantidad de ciclos de transferencias por unidad de tiempo determinan la capacidad de transferencia de las instalaciones), definen la magnitud y el dise1o de las restantes partes del sistema.

La f3rmula prev3 que las instalaciones cuentan con un carro concentrador de peces. En caso de que las instalaciones carezcan de carro concentrador, el coeficiente de concentraci3n disminuye el valor de las instalaciones por esta circunstancia.

La f3rmula prev3 que la alimentaci3n de agua para la atracci3n de los peces sea realizada por gravedad utilizando el agua del embalse. Dado que por lo general la presi3n necesaria para generar el caudal de atracci3n de peces es muy inferior al salto hidr3ulico de la central, en muchas ocasiones se incorpora un sistema de bombeo que utiliza agua de la restituci3n y produce la corriente de atracci3n. El coeficiente de bombeo incrementa el costo de las instalaciones para el caso de que las mismas dispongan de bombas para generaci3n del flujo de atracci3n.

#### **b) Nomenclatura**

De acuerdo a esto los par3metros a utilizar ser3n los que siguen:

$V$  = Volumen 3til del tanque de transferencia en  $m^3$

$H$  = Salto hidr3ulico en m.

$k_{aut}$  = Coeficiente de automatismo

$k_{aut} = 1,00$  Para Instalaciones totalmente automatizadas y equipadas.

$k_{aut} = 0,90$  Para Instalaciones parcialmente automatizadas y equipadas.

$k_{aut} = 0,80$  Para Instalaciones con un bajo nivel de automatizaci3n y equip.

$k_{conc}$  = Coeficiente que determina la existencia del Carro Concentrador

$k_{conc}$  = 1,00 con Carro Concentrador

$k_{conc}$  = 0,88 sin Carro Concentrador

$k_{bomb}$  = Coeficiente de alimentación del agua de atracción

$k_{bomb}$  = 1,0 instalaciones alimentadas sólo por gravedad

$k_{bomb}$  = 1,6 instalaciones alimentadas sólo por bombeo

$k_{bomb}$  = 1,9 instalaciones alimentadas por gravedad y bombeo alternatativo.

$k_o$  = Coeficiente por Origen de la fabricación

$k_o$  = 1,00 para Argentina

$k_o$  = 0,90 para Brasil

$k_o$  = 1,40 para Unión Europea y EEUU.

$k_o$  = 0,70 para Rusia – China

$k_1$  = Coeficiente correspondiente a la prestación de equipos de izaje, y ayuda de gremio para el montaje

$k_1$  = 1,00 Para prestación a cargo del proveedor del equipo hidromecánico

$k_1$  = 0,85 Para prestación a cargo del Contratista Principal del Proyecto

$d$  = distancia de fábrica a obra, en Km.

$\$$  = Estimación del precio en US\$ de Abril de 2006.

#### c) Medición

El costo se ha discriminado en tres rubros:

- Fabricación
- Transporte
- Montaje

La medición se realiza en forma global por cada rubro.

#### 17.1.1. Fabricación

$$\$ = 55.000 \cdot V \cdot H^{0,3} \cdot k_{aut} \cdot k_{conc} \cdot k_{bomb} \cdot k_o$$

#### 17.1.2. Transporte

i) Transporte terrestre, sin especificación de origen y destino

$$\$ = 3.000 \cdot V \cdot H^{0,3} \cdot k_{aut} \cdot k_{conc} \cdot k_{bomb}$$

Se considera exclusivamente un flete terrestre, estimado en 800 Km. y carga

ii) Transporte terrestre y marítimo, con datos de origen y destino

$$S = (3.000 \cdot V \cdot H^{0,3} \cdot k_{aut} \cdot k_{conc} \cdot k_{bomb}) \cdot (0,3 + 0,7 \cdot d / 800) \cdot k_{int}$$

d = distancia de fábrica a obra, en Km.

Se considera exclusivamente un flete terrestre efectuado en caminos pavimentados y carga.

Para fletes terrestres internacionales, -MERCOSUR- utilizar kint = 1,5

Para Transporte terrestre en origen, estimado en 100 Km., depósito, estiba, flete marítimo internacional desde el MERCOSUR-, carga de camión local y flete terrestre de 800 Km., utilizar kint = 2,5.

Para fletes desde Europa, utilizar kint = 4

### **17.1.3. Montaje**

$$S = 10.000 \cdot V \cdot H^{0,3} \cdot k_{aut} \cdot k_{conc} \cdot k_{bomb} \cdot k_1$$

**18. CONDUCCIÓN FORZADA**

a. Descripción

El presente rubro se refiere al cálculo del costo correspondiente a la tubería forzada o tubería de presión, fabricada en acero, desde su inicio en la chimenea de equilibrio hasta la brida de la válvula de acceso a las turbinas en la Central.

b. Nomenclatura

Se establecieron fórmulas matemáticas en función de los siguientes parámetros generales:

D = Diámetro de la conducción en m

L = Longitud de la conducción (sin incluir piezas especiales que consuman longitud) en m

$\sigma$  = Tensión admisible para el acero seleccionado en Kg/cm<sup>2</sup>

e = Espesor de la chapa de acero

W = Peso total de la tubería, excluyendo piezas especiales que consuman longitud.

Los elementos que integran la conducción forzada contemplan para cada uno de ellos la discriminación de sus costos en:

- Fabricación
- Transporte
- Montaje

c. Medición

La medición se realiza en toneladas de acero (t).

En el Plan de Cuentas se ha previsto la posibilidad de ingresar tres tramos de conducto y piezas especiales de diferente diámetro y longitud denominados Tramo I, Tramo II y Tramo III.

**18.1. TUBERÍA DE ACERO**

Comprende los tramos de tubería recta sin considerar las piezas especiales.

El cálculo del costo permite considerar cuatro tipos de acero, con tensiones admisibles iguales a 1200, 1800 y 2400 y 3000 kg/cm<sup>2</sup>, utilizada para el diseño de la tubería (para detalle ver Anexo I ) Asociados a estos tipos de aceros se calcularán los respectivos costos de provisión, de transporte y los distintos ítem de la fabricación de la tubería.

#### **18.1.1. Fabricación**

Costo:

$$\text{\$} = \left[ C_o W K_r + (C_r \sum C_{gi} + \Pi C_{gp}) D L \right] k$$

Donde  $K_r$  y  $C_r$  son coeficientes del rango de las tensiones admisibles que toman los siguientes valores:

Rango	1200	1800	2400	3000
$K_r$	1	1,1	1,2	1,3
$C_r$	3	6	9	12

y los coeficientes generales son (en US\$ /m):

$C_o$  = Costo unitario chapa de acero (Código 49 de la Planilla de Materiales)

$C_{g1}$  = 50 (Corte y Perfilado)

$C_{g2}$  = 50 (Rolado)

$C_{g3}$  = 150 (Soldadura)

$C_{gp}$  = 100 (Pintura)

$K$  = coeficiente de subcontrato = 1,45

#### **18.1.2. Transporte**

Transporte terrestre sin considerar origen y destino para una distancia media de 300 km.

$$\text{\$} = 100 W k$$

[W] = toneladas

**18.1.3. Montaje**

$$\text{\$} = 250 W k$$

[W] = toneladas

**18.2. PIEZAS ESPECIALES**

Las piezas especiales se costean a través del peso y la sumatoria de las longitudes de los elementos que integran cada pieza especial. El costo unitario se obtiene del mismo modo que la tubería propiamente dicha de igual diámetro, multiplicado por un coeficiente de complejidad que de acuerdo a los estudios realizados para reducciones, curvas, bifurcación, trifurcación, (ver figura al final del apartado 10.2. PIEZAS ESPECIALES y Anexo I) se adoptó igual a 1,44.

En el caso de juntas de expansión y apoyos deslizables longitudinales el coeficiente de complejidad adoptado es 3 y 2 respectivamente.

A fin de contemplar el efecto de este coeficiente de complejidad el usuario deberá ingresar la longitud de las piezas consideradas maximizadas de acuerdo a la expresión.

$$L_{\max} = \sum K_i L_i$$

Donde :

K<sub>i</sub>: Coeficiente de complejidad

L<sub>i</sub>: Longitud de cada pieza

El costo de transporte y montaje se calcula del mismo modo que para la tubería principal en función del peso de las piezas especiales.