

## 2.6 Criterios de Diseño

### (1) Instalaciones de bombeo

#### (a) Cantidad de agua planificada y número de unidades de bombeo

La cantidad de agua planificada será determinada de acuerdo al caudal máximo de trasvase basado en el resultado del estudio de operación integrada de embalses. La capacidad y número de unidades de bombeo deberían determinarse de ese modo en orden a operar lo mas cerca posible del punto de máxima eficiencia.

#### (b) Selección de bombas

El tipo de bomba será determinado de acuerdo al caudal y carga total de bombeo considerando la no ocurrencia de cavitación a la carga de succión especificada.

#### (c) Diámetro de la bomba

El diámetro de la bomba será determinado en virtud de la cantidad de flujo y la velocidad de flujo en la succión y descarga. La velocidad estandar del flujo en la succión deberá ser de 1,5 - 3 m/s. En condiciones normales, sin embargo, este será determinado de acuerdo al número de revoluciones del motor seleccionado.

#### (d) Carga total

La carga total de bombeo será determinada de acuerdo a la carga normal de bombeo y a las pérdidas de carga en las tuberías de succión y descarga.

La carga total (H) se calcula del siguiente modo:

$$H = H_d - H_s \\ = h_a + h_d + h_o + h_s$$

- donde, H : Carga total de bombeo (m)  
H<sub>d</sub> : Carga total del lado de la descarga (m)  
H<sub>s</sub> : Carga total del lado de la succión (m)
- h<sub>a</sub> : Carga actual (m)  
h<sub>d</sub> : Pérdida de carga en la tubería de descarga (m)  
h<sub>o</sub> : Carga de velocidad del lado de descarga (m)  
h<sub>s</sub> : Pérdida de carga en la tubería de succión (m)

(e) Potencia del motor

La potencia del motor se determina de acuerdo a la potencia al eje requerida de la bomba incluyendo un margen de seguridad. La potencia se calcula con la siguiente fórmula.

$$P_m = (0,163 \text{ g Q H/h}) (1 + a)$$

- donde, P<sub>m</sub> : Potencia del motor  
g : Peso del agua por unidad de volumen (kg/l)  
Q : Caudal (m<sup>3</sup>/min)  
H : Carga total (m)  
h : Eficiencia de la bomba (decimal)  
a : Margen de seguridad (0,1 - 0,2)

(f) Golpe de ariete en el sistema de bombeo

Cuando una bomba en operación se detiene bruscamente debido a una interrupción del fluido eléctrico, se desarrolla un fenómeno de golpe de ariete en la tubería de carga. Por consiguiente, es necesario efectuar un estudio del fenómeno del golpe de ariete y, si fuera necesario, deberá seleccionarse una medida apropiada de prevención del mismo sobre la base de una evaluación del costo de construcción.

Una medida de prevención considerable podría ser una cámara de aire, método del remanso, etc.

El espesor mínimo de la tubería de conducción forzada deberá ser mayor que aquellos dados por la siguiente fórmula empírica que sirve para evitar la deformación posible al manipular el material durante la fabricación, transporte y montaje en el campo.

$$t_{\text{mín}} = (D + 800)/400$$

- donde, t<sub>mín</sub> : Espesor mínimo de la tubería (mm)  
D : Diámetro interior (mm)

El espesor de la tubería deberá ser considerado tanto para el caso de tubería expuesta como de tubería embebida.

<Tubería expuesta>

$$t \geq HD/(2\sigma_a h) + \epsilon$$

- donde, t : Espesor de tubería (cm)  
D : Diámetro (cm)  
H : Carga de diseño (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_a$  : Esfuerzo permisible (kgf/cm<sup>2</sup>)  
h : Eficiencia de soldadura  
 $\epsilon$  : Factor de seguridad por corrosión (cm) 0,15 - 0,2

<Tubería embebida>

$$t \geq \frac{0,5DH + \sqrt{[0,5]^2 + 24\alpha \sigma_a M}}{[2\sigma_a h] + \epsilon}$$

- donde, t : Espesor de tubería (cm)  
D : Diámetro interior (cm)  
H : Carga de diseño (kgf/cm<sup>2</sup>)  
M : Momento flector máximo en la tubería por 1 cm debido a la presión externa (kgf-cm/cm)  
a : Esfuerzo de tensión/esfuerzo de flexión (kgf/cm<sup>2</sup>) 0,7  
 $\sigma_a$  : Esfuerzo permisible (kgf/cm<sup>2</sup>)  
h : Eficiencia de soldadura  
 $\epsilon$  : Factor de seguridad por corrosión (cm) 0,15 - 0,2

## (2) Compuerta y rejilla

### (a) Cargas de diseño

La compuerta deberá diseñarse bajo las peores condiciones o posible combinación de cargas actuantes, tomando en cuenta las condiciones de operación y la frecuencia de operación, etc. Serán consideradas las siguientes tipos de cargas para el diseño de la compuerta:

<Para el tablero de la compuerta y rejillas>

- (i) Presión hidrostática : Diferencia de presión entre los lados aguas arriba y aguas abajo de la compuerta y rejillas.
- (ii) Carga muerta : Reacción debida al propio peso

- (iii) Presión del sedimento : La fuerza vertical debería ser tomada como el peso del limo acumulado en el agua.  
La fuerza horizontal debería ser determinada de la siguiente fórmula:

$$Pe = Ce W_1 d$$

- donde, Pe : Fuerza horizontal (tf/m<sup>2</sup>)  
Ce : Factor de presión del sedimento (0,4 - 0,6)  
W1 : Peso unitario del limo depositado en el agua (tf/m<sup>3</sup>)  
d : Profundidad del depósito de sedimento (m)

- (iv) Carga debida al viento : La carga básica de 20 kgf/m<sup>2</sup> para una proyección vertical del área deberá aplicarse según el tipo de estructuras a diseñarse y multiplicando por los siguientes factores correspondientes:

Para superficie plana	1,2
Para superficie cilíndrica	0,7
Miembro reticular de frente	1,6
Miembro reticular por detrás	1,2

- (v) Carga de operación : La carga de operación deberá ser calculada de acuerdo con la cláusula denominada a "Malacate"

- (vi) Altura de la onda sísmica : Al calcular la altura de la ola provocada por un sismo, se empleará la siguiente fórmula:

$$he = k t / 2\pi \sqrt{gH}$$

- donde, he : Altura de la ola (m)  
k : Intensidad sísmica en la dirección horizontal 0,15  
g : Aceleración de la gravedad 9,8 (m/s<sup>2</sup>)  
t : Periodo sísmico 1,0 (s)  
H : Columna de agua desde la fundación (m)

- (vii) Presión hidrodinámica

durante un sismo: Al calcular la presión hidrodinámica durante un sismo, la fórmula de Westergard deberá utilizarse del modo siguiente.

$$pa = 7/8 Wok \sqrt{Hh}$$

donde,  $p_a$  : Presión hidrodinámica ( $\text{tf/m}^2$ )  
 $W_o$  : Peso específico del agua ( $1,0 \text{ tf/m}^3$ )  
 $k$  : Intensidad del sismo (0,15)  
 $H$  : Altura del agua desde el nivel de la fundación (m)  
 $h$  : Altura del agua desde la superficie de la misma (m)

(viii) Fuerzas inerciales durante un sismo: La fuerza de inercia durante un sismo será el valor obtenido al multiplicar el valor del peso muerto por la intensidad sísmica de 0,15.

(ix) Todas las cargas impuestas durante el levantamiento de la compuerta debido al sobre peso en el malacate o a condiciones de atascamiento de la compuerta.

<Para un malacate del tipo estacionario>

(i) Peso muerto del tablero de la compuerta y del contrapeso si lo hubiere.

(ii) Fuerza de fricción debida a las partes rotativas y/o deslizantes

(iii) Fuerza de fricción debida a los sellos de caucho y al sedimento.

(iv) Fuerza ascensional.

(v) Fuerza de subpresión y de tensión hacia abajo.

(vi) Todas las cargas resultantes del torque máximo del motor del malacate bajo condiciones de compuerta atascada.

(vii) La fuerza de cierre de todas las compuertas deberá tener un margen de seguridad de mas del 25 por ciento de la suma total de todas las fuerzas dirigidas hacia arriba.

<Para el tipo de malacate móvil y grúa>

(i) Fuerza de horizontal de inercia y/o fuerza centrífuga.

(ii) Fuerza del viento.

(iii) Fuerza de frenado y otras cargas de fricción.

(iv) Carga sísmica

(v) La fuerza de cierre de todas las compuertas deberá tener un margen de seguridad de mas del 25 por ciento de la suma total de todas las fuerzas dirigidas hacia arriba.

(b) Esfuerzos permisibles

En general, los esfuerzos permisibles utilizados en el diseño son obtenidos de la siguiente manera:

(i) Esfuerzos de tensión y compresión ( $\sigma_a$ )

$$\sigma_a = 0,5 \sigma_y$$

donde,  $\sigma_y$  = esfuerzo de fluencia

(ii) Esfuerzos de corte ( $\tau_{as}$ )

$$\tau_{as} = 0,3 \sigma_y$$

El esfuerzo en las barras de las rejillas no deberá exceder del siguiente esfuerzo crítico:

$$f_{cr} = 0,6 f_y (1,23 - 0,0153 L/t)$$

donde,  $f_{cr}$  : Esfuerzo crítico permisible ( $\text{kgf/cm}^2$ )  
 $f_y$  : Esfuerzo de fluencia del material ( $\text{kgf/cm}^2$ )  
 $L$  : Longitud lateral de las barras sin soporte (cm), pero  $L \leq 70 t$   
 $t$  : Espesor de las barras (cm), disminuidos por un factor debido a la corrosión como se especificó

Los esfuerzos permisibles a la flexión y al corte del hormigón deberán ser  $60 \text{ kgf/cm}^2$  y  $8 \text{ kgf/cm}^2$  respectivamente.

Deberá considerarse el hecho de que los esfuerzos permisibles en algunos materiales tienden a variar de acuerdo a sus características tal como se lo menciona en algunas normas.

(c) Deflexión en vigas

La deflexión máxima de las vigas principales deberá ser menor que el siguiente valor a plena carga dividido para la distancia de apoyo.

$$\text{Deflexión permisible} > \frac{\text{Deflexión máxima}}{\text{Distancia de apoyo}}$$

Tipo	Deflexión permisible
Para compuerta de sello metálico	1/1.000 - 1/5.000
Para compuerta de sello de caucho	1/800 - 1/1.000
Para rejilla	1/600

(d) Corrosión permisible

Como práctica general, se añade un espesor adicional de 1,0 mm a 2,0 mm a los miembros sumergidos en agua para compensar la disminución del espesor de la placa debido a la corrosión o abrasión.

(e) Espesor mínimo y relación crítica de esbeltez

(i) Espesor mínimo de miembros cargados = 6 mm

(ii) Relación crítica de esbeltez por pandeo (i)

$$i = l/r < 120 \text{ para miembros en compresión}$$

$$< 150 \text{ para miembros secundarios}$$

donde,  $l$  : Longitud de pandeo del miembro (cm)

$r$  : Radio de giro mínimo de la sección transversal del miembro

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I: Momento de inercia (cm<sup>4</sup>)

A: Sección transversal (cm<sup>2</sup>)

El esfuerzo permisible debería reducirse en este valor para los miembros en compresión.

(f) Placa

El espesor de la placa de la compuerta se calcula con la siguiente ecuación:

$$s = k a^2 P / (100 t^2)$$

donde,  $s$  : Esfuerzo de flexión (kgf/cm<sup>2</sup>)

$k$  : Factor determinado por  $b/a$

$a$  : lado menor de un rectángulo (cm)

$b$  : lado mayor de un rectángulo (cm)

$P$  : Presión del agua (kgf/cm<sup>2</sup>)

$t$  : Espesor de la placa (cm)

(g) Carga de operación

La carga de operación del malacate es la suma del propio peso de la placa de la compuerta, del contrapeso si lo hubiere, cargas de fricción de los rodillos, cojinetes y sellos y otras cargas.

(h) Velocidad de operación

- Para uso general 0,3 - 1,0 (m/min)
- Para cierre de emergencia 1,0 - 5,0 (m/min)

(i) Potencia del motor

La capacidad del motor deberá ser superior a la determinada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia} = (W V) / (6,12 h) \quad (\text{kW})$$

- donde, W : Carga de operación (tf)  
 V : Velocidad de operación (m/min)  
 h : Eficiencia total obtenida al multiplicar las respectivas eficiencias de las partes mecánicas tal como se indica abajo

Partes	Eficiencia (Promedio)
1. Tambor	0,95
2. Polea (guía deslizante)	0,95
3. Engranaje recto & helicoidal	0,95
4. Tren de engranajes reductores (relación de reducción 1/59 - 1/11)	0,80 - 0,85
5. Reductor de tornillo sinfin	0,5

- Coeficiente de fricción
  - Tornillo de husillo 0,2
  - Tornillo sinfin 0,06 - 0,1

(j) Diámetro del tambor y polea

- 19 veces el diámetro del cable para el tambor
- 17 veces el diámetro del cable para la polea

(k) Factor de seguridad del cable

En general, éste deberá ser mayor a 8 tal como se calcula con la siguiente ecuación.

$$8 > F / (L/N)$$

- donde, F : Resistencia de rotura del cable  
 L : Fuerza normal de tensión actuando sobre el cable  
 N : Número de cables a utilizarse

El cable de izamiento deberá soportar también las cargas debidas al máximo torque del motor de la polea, sin exceder el 90 por ciento de la resistencia de fluencia

(3) Válvula

(a) Selección de la válvula

El tipo de válvula deberá determinarse de acuerdo al caudal, carga hidráulica, ubicación de la instalación y operación requerida en consideración al costo total de construcción incluido la estructura civil.

(b) Diámetro de la válvula

En general, el diámetro de la válvula se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$A = Q_{\text{máx}} / (C \sqrt{2gH_o})$$

donde,	A	:	Area de flujo de la válvula (m <sup>2</sup> )
	Q <sub>máx</sub>	:	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)
	C	:	Coefficiente de descarga
	g	:	Aceleración de la gravedad (m/s <sup>2</sup> ) 9,8
	H <sub>o</sub>	:	Carga mínima actual (m)

$$D_v = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

donde,	D <sub>v</sub>	:	Diámetro de la válvula (m)
	π	:	Número Pi

Para una válvula de corredera

$$D_{v\text{mín}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{máx}}}{\pi V_{\text{máx}}}}$$

donde,	D <sub>vmin</sub>	:	Diámetro mínimo de la válvula (m)
	Q <sub>máx</sub>	:	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)
	π	:	Número Pi
	V <sub>máx</sub>	:	Velocidad máxima (m/s)

(c) Coeficiente de cavitación

El coeficiente de cavitación es calculado mediante la siguiente fórmula.

$$\sigma = (H_2 + 10) / (H_1 - H_2)$$

donde,	σ	:	coeficiente de cavitación
	σ > σ <sub>1</sub>		
	σ <sub>1</sub>	:	Válvula cónica 0,2 - 0,4
	H <sub>1</sub>	:	carga hidráulica del lado primario (m)
	H <sub>2</sub>	:	Carga hidráulica del lado secundario (m)

(b) Bore of valve

In general, the bore of valve is calculated by the following formula.

$$A = Q_{\max} / ( C \sqrt{2 g H_o} )$$

- where, A : Area of inflow part of valve (m<sup>2</sup>)  
Q<sub>max</sub> : Projected maximum discharge (m<sup>3</sup>/sec)  
C : Coefficient of discharge  
g : Gravity acceleration (m/sec<sup>2</sup>) 9.8  
H<sub>o</sub> : Minimum actual head (m)

$$D_v = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}}$$

- where, D<sub>v</sub> : Bore of valve (m)  
π : Circular constant

For sleeve valve

$$D_{v\min} = \sqrt{\frac{4 Q_{\max}}{\pi V_{\max}}}$$

- where, D<sub>vmin</sub> : Minimum bore of valve (m)  
Q<sub>max</sub> : Projected maximum discharge (m<sup>3</sup>/sec)  
π : Circular constant  
V<sub>max</sub> : Limited maximum velocity (m/sec)

(c) Coefficient of cavitation

The coefficient of cavitation is calculated by the following formula.

$$\sigma = (H_2 + 10) / (H_1 - H_2)$$

- where, σ : Coefficient of cavitation  
σ > σ<sub>l</sub>  
σ<sub>l</sub> : Sleeve valve 0.2 ~ 0.4

- H<sub>1</sub> : Water head of primary side (m)  
H<sub>2</sub> : Water head of secondary side (m)

fuentes motrices primarias de bombas y variado tipo de máquinas. Estos se clasifican en motores de inducción, motores sincrónicos, motores de C.C. y motores de C.A. de conmutador.

El motor de inducción de baja potencia utiliza mayormente el tipo de rotor de jaula de ardilla, en cambio los de mayor capacidad utilizan el rotor del tipo de devanado. Y en casos particulares se utilizan motores sincrónicos y motores de C.C. y de C.A. de conmutador.

El motor eléctrico, incluyendo el sistema de arranque y de protección debe seleccionarse de acuerdo a:

- carga de la bomba y características del motor,
- confiabilidad y durabilidad,
- dificultad o facilidad de mantenimiento, y
- costos de los equipos y de la operación de los mismos.

## 2) Tipo

La estructura del motor de inducción trifásico es durable y sencilla, fácil de operar y de mantener. Este tipo es, por lo tanto, usado ampliamente.

El motor de inducción trifásico se clasifica en: motor del tipo de rotor jaula de ardilla y motor del tipo de rotor de devanado, de acuerdo a la estructura del rotor.

El conductor del motor de inducción de jaula de ardilla es durable y de bajo costo. El rotor tipo devanado tiene un alambrado con aislamiento del devanado trifásico y anillo deslizante.

Por otro lado, a baja tensión y en bombas de gran capacidad, el motor sincrónico es más eficiente que el motor de inducción, y al regular el circuito excitatriz, se puede ajustar el factor de potencia lo que es conveniente en una estación que maneja otras cargas de bajo factor de potencia.

En los motores de C.C., el motor thyristor y el motor de conmutador, se utilizan para velocidades variables del motor en respuestas a demandas especiales de cargas.

## (3) Voltaje nominal, potencia y eficiencia

El voltaje nominal es generalmente escogido de acuerdo a la potencia de salida del motor, en la siguiente forma:

Voltaje Nominal del Motor	
Potencia del motor (kW)	Voltaje entre terminales (V)
Bajo 75	220
45 - 150	440
75 - 1.000	3.300
sobre 150	6.600
	13.800

La potencia de salida de un motor se produce continuamente en su eje, bajo voltaje y frecuencia nominales. La potencia nominal se expresa en kW.

Aún cuando la eficiencia de un motor eléctrico varía en cierto grado con su tipo, voltaje nominal y número de polos, también lo hace dependiendo del fabricante y de la técnica de registrar el ruido generado.

#### (4) Tipos de motores

Se clasifican en los siguientes tipos: autoprotegidos, antigoteo, antisalpicaduras, submergibles, anticorrosivo y del tipo exterior. Esta clasificación obedece al sitio de instalación y a las condiciones ambientales.

Los tipos representativos de motores eléctricos son los siguientes:

##### (a) Motores autoprotegidos

De tipo abierto, en el cual toda abertura está protegida con malla metálica o similar para prevenir el contacto de material extraño con las partes móviles (excepto la superficie del eje) y partes conductoras. Estos espacios deben evitar la introducción de varillas de 12 mm con la provisión de que, a distancias mayores de los 100 mm de las partes móviles y de inducción, sólo puedan utilizarse varillas de 20 mm.

##### (b) Motor del tipo antigoteo

Siendo del tipo abierto, se entiende que las gotas que impactan perpendicularmente, o al menos a un ángulo de inclinación con la vertical menor a los 15°, ruedan luego por sobre la superficie del motor y no hacen contacto alguno con el núcleo de hierro.

##### (c) Motor del tipo antisalpicadura

Del tipo abierto, en el cuál las gotas y material extraño que chocan perpendicularmente o a un ángulo menor a los 100° no ingresan directamente a la parte interna, pasan por sobre la superficie o son desviados por ésta.

(d) Motores submergibles

Del tipo antigoteo, horizontal y antisalpicaduras, en el cuál, aunque su cuerpo se halle temporalmente sumergido hasta la mitad del eje, la operación del motor no es interrumpida.

(e) Motor del tipo anticorrosivo

Del tipo abierto o del tipo completamente cerrado utilizado sin ningún inconveniente en atmósferas corrosivas ácidas, alcalinas o de gases peligrosos.

(f) Motor del tipo abierto usado en exteriores

Del tipo protegido, en el cuál se impide casi totalmente el ingreso de lluvia, nieve o polvo a la parte eléctrica interna. De estructura perdurable.

(g) Motor del tipo totalmente cerrado usado en exteriores

Del tipo totalmente cerrado de estructura perdurable para ser usado en exteriores.

(5) Mecanismo de arranque

En el motor de inducción trifásico de rotor de jaula de ardilla, para el caso del arranque en línea, la corriente de arranque fluctúa entre el 500 y 800% de la corriente nominal, debido a esto se requiere de un dispositivo de arranque que controle la corriente, excepto en el caso de motores pequeños (usualmente menores a 3,7 kW de potencia nominal y menores de 4,5 kW de potencia nominal en los motores especiales de jaula de ardilla).

Los motores trifásicos deberían poseer dicho dispositivo de arranque, lo cuál es conveniente de acuerdo al tipo y uso del motor, excepto, como ya se mencionó, en los casos de motores del tipo jaula de ardilla de menor capacidad.

Los sistemas de arranque de dichos motores se clasifican en:

Tipo de motor	Dispositivo de arranque
Motor de inducción jaula de ardilla	Estrella - Delta
	Compensador de arranque
	Reóstato
Motor de inducción de rotor tipo devanado	Resistencia de arranque

(a) Arranque del motor de inducción del tipo jaula de ardilla

Con el sistema Estrella - Delta (Y -  $\Delta$ ), la corriente de arranque se reduce a un voltaje de devanado inferior a su valor nominal; conectando en primera instancia el devanado del estator del motor a un circuito en "Y" en el momento del arranque, y cuando la velocidad de rotación se haya incrementado considerablemente, conectar al circuito en " $\Delta$ " y se obtendrá la operación normal al voltaje nominal.

El sistema de arranque mediante compensador y reóstato consiste en reducir la corriente de arranque a un valor inferior al voltaje nominal conectando los terminales del motor al circuito de arranque. Cuando la velocidad del motor aumente considerablemente, cambiamos al voltaje nominal, eliminando o conectando en cortocircuito el compensador de arranque o reóstato.

(b) Arranque del motor de inducción del tipo de rotor de devanado

Es el caso de arrancar el motor conectando una resistencia al rotor del motor tipo-devanado, la corriente se ve disminuida en un cierto rango, simultáneamente con un aumento considerable del torque de arranque, tal efecto es utilizado en este sistema de arranque. Se conecta el devanado del rotor con la resistencia externa mediante el dispositivo de anillo deslizante y escobillas, y, al disminuir el valor de la resistencia, se acelera al motor desde el arranque hasta la velocidad máxima.

En este tipo de sistema de arranque, el torque de arranque como en una bomba, se halla limitado por la corriente de arranque. Cuando la bomba trabaja continuamente, se debe prevenir el desgaste de las escobillas mediante un dispositivo cortacircuito que se conecta con el anillo deslizante inmediatamente después del arranque, liberando de esa manera las escobillas.

La resistencia utilizada para el arranque, consiste por lo general de una placa de acero inoxidable en lugar de la resistencia líquida por conveniencia de mantenimiento.

La capacidad de disipación de calor de la resistencia debe ser tal que permita controlar el tiempo de arranque de acuerdo a la velocidad requerida del motor en cada aplicación, de acuerdo a esto, se podrá incrementar la resistencia por medio de una resistencia auxiliar de mayor tamaño.

(6) Control de revoluciones

Para controlar la velocidad de rotación del motor, se utilizan las técnicas requeridas de acuerdo al uso que se dará a los motores.

Las principales técnicas usadas para controlar la velocidad de rotación de los motores son las siguientes:

(a) Sistema de resistencia secundaria

Se puede lograr el control de la velocidad colocando una resistencia en el rotor del motor de inducción a través del anillo deslizante y variar el valor de la resistencia para variar la velocidad. La resistencia disipa la energía, producto de la pérdida por deslizamiento del motor, en forma de calor.

Aunque la pérdida es grande, el margen de control de velocidad oscila entre 95-70% de la velocidad sincrónica, y es comparativamente barato.

(b) Sistema Scherbius

Este es un sistema que invierte la señal de potencia del secundario del motor de rotor tipo devanado a su fuente original. La potencia del secundario es rectificadora a corriente continua mediante un diodo de silicio.

Los dispositivos que regresan la corriente continua a su fuente eléctrica son del tipo rotatorio (M-G Scherbius), que utiliza un motor de C.C. y un generador de C.A.; y del tipo estacionario (thyristor scherbius) que utiliza en forma separada un inversor de la fuente excitatriz tipo thyristor.

Recientemente, el dispositivo thyristor Scherbius ha sido técnicamente usado al mejorar el rectificador, aportando una mejor operación, mantenimiento y un costo comparativamente más bajo del equipo, habiéndose extendido su uso.

A diferencia del sistema Craemer, el dispositivo de control puede ser instalado separadamente de las unidades principales, con la ventaja de fácil mantenimiento e inspección, pero en comparación con el sistema thyristor, el mantenimiento de las escobillas y el ruido son sus desventajas.

El rango de control de la velocidad de rotación es de aproximadamente 92 - 95 % de la velocidad sincrónica en todos los casos.

(c) Sistema Craemer

El sistema permite controlar el rango de velocidad mediante el ajuste de la fuerza electromotriz del devanado secundario del motor de inducción-tipo devanado, al regular la corriente excitatriz del motor de C.C., conectado mecánicamente el motor de C.C. al motor de inducción. El rango de control de la velocidad es casi similar al del sistema Scherbius (arriba indicado).

La característica de este sistema es la potencia de salida constante, producida al convertir potencia eléctrica de un motor de C.C. a potencia mecánica en una fuente motriz primaria.

En caso de emplear el tipo de eje vertical, la altura del edificio es una gran ventaja, y para el tipo de eje horizontal, el área de la instalación incrementa comparativamente su tamaño.

En relación a los costos de los equipos, los efectos económicos son mínimos siempre y cuando la potencia no exceda cierto límite.

Adicionalmente existe un segundo tipo de sistema, cuál es: el sistema especial Craemer, o sistema Craemer no-conmutador (thylister Craemer). En este sistema, la operación es continua incluso durante una interrupción momentánea de energía (cerca de 0,6 segundos). Y, el ahorro de mano de obra en mantenimiento, especialmente a potencias mayores, resulta beneficioso.

#### (d) Sistema Thylister

Este es un sistema usado con el motor de inducción del tipo rotor jaula de ardilla y con el motor sincrónico. Existen dos variaciones del sistema: el sistema de convertidor cíclico (que usa el Thylister, una fuente de C.A. de frecuencia variable que produce un voltaje variable al variar la frecuencia), que sirve para cambiar el giro y controlar la frecuencia eléctrica cuando varía la frecuencia de la red pública; el otro sistema utiliza el convertidor Thylister que varía la frecuencia de la red con un inversor y convierte la señal a C.C., controlando de esta manera la rotación y velocidad del motor.

Cualquiera de estos dos sistemas son apropiados para motores de baja y mediana potencia de salida, ya que permiten controlar con gran precisión y amplio margen de aplicaciones.

#### (e) Otros sistemas

Existen otros sistemas de control, como el sistema de conversión de polos y los sistemas tales como los motores primarios, conmutador de C.A. o motor de C.C., pero estos son muy raramente usados.

### (7) Protección de motores

Al considerar los dispositivos de protección de motores, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- No dude en instalar un dispositivo apropiado de interrupción de energía en caso de sobrecargas y voltajes anormales bajos.
- Un dispositivo de interbloqueo deberá instalarse entre el interruptor, el dispositivo de arranque y el dispositivo secundario de corto circuito para prevenir la falla en la operación.

En el tablero de protección o caja de breakers se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecargas y bajos voltajes, para evitar que se fundan los motores o se deterioren los mismos cuando estos arrancan nuevamente una vez que se ha recobrado la energía.

(a) Motor sujeto a baja tensión

Se debe instalar un dispositivo electromagnético del tipo de expansión térmica, de lo contrario, se deberá instalar un relé protector de una sola fase (negativa).

(b) Motor sujeto a alta tensión

Deberán instalarse dispositivos de suficiente capacidad de interrupción, tales como relés térmicos, relé de sobrecarga y relé de voltaje excesivamente bajo. Para el caso de la combinación de un fusible eléctrico y un contactor electromagnético (combinación de arranque) sin un dispositivo interruptor, se instalará un relé tipo 3E.

(c) Interbloqueo

Esta norma ha sido establecida para prevenir los accidentes eléctricos causados por una mala operación de los motores de inducción del tipo de rotor de devanado, equipados con un regulador de arranque (o resistencia de arranque). Este es un mecanismo de seguridad que interrumpe la operación mediante el interruptor (breaker) sin tener que volver, con el regulador de arranque (o resistencia de arranque), a iniciar la operación.

### 3.4 Transformadores

(1) Tipo

Se tienen de dos tipos: inmersos en aceite y del tipo seco dependiendo del método de aislamiento.

(a) Transformadores inmersos en aceite

Lo constituye una parte interna que contiene los elementos principales de núcleo y devanado, la parte externa que contiene el aceite que sirve como aislante y elemento de refrigeración, y los bujes de conexión de los conductores internos y externos.

Dependiendo de los tipos de preservación del aceite, se clasifican en: inmersos en aceite con respiradero, inmersos en aceite del tipo sellado con nitrógeno e inmersos en aceite del tipo sellado con aire.

Existen tres clases de sistemas de enfriamiento: autoenfriados, enfriamiento forzado con aire y enfriados con agua.

(b) Transformadores moldeados del tipo seco

El devanado se moldea con resina epóxica H de alta resistencia al calor que tiene propiedades auto-extinguidoras. De esta manera, este transformador no representa peligro contra fuego o explosión y su aislamiento es muy estable al polvo y humedad. También sus devanados no originan distensión volviendo la inspección y el mantenimiento más fácil. Comparados con los transformadores inmersos en aceite, son de menor tamaño y peso.

(2) Capacidad

(a) Transformador principal de la subestación de bombeo

Su capacidad comprende el total de las cargas simultaneas de los motores y del servicio de la estación de bombeo incluyendo un cierto margen de carga, todo esto transformado a su valor de potencia aparente (kVA). Para convertir kW a kVA, el valor total de carga eléctrica debe dividirse para el factor de potencia total.

El equipo de operación maneja cargas que raramente cubren los valores nominales. Generalmente, la potencia debido a la carga de diseño y el factor de potencia están sujetos a errores, y entonces es aconsejable incrementar el valor de la carga en cierto margen de seguridad.

Al calcular la potencia, la potencia total de la carga (kVA) se divide para el factor de potencia total, con un margen de seguridad de 10 - 20 %.

(b) Transformadores en la estación

La carga de servicio de la estación de bombeo comprende aquellas de producción de C.C., de equipos auxiliares, de iluminación y de equipos requeridos.

(3) Nivel de Voltaje

(a) Para el transformador principal

El voltaje de la línea de transmisión es aplicado al devanado primario, y el voltaje para uso en los motores de bombeo es tomado del devanado secundario.

El voltaje de la línea de transmisión utilizado en el área de la provincia de Manabí es de 138 kV y el voltaje de los motores de bombeo se determina mediante la potencia del motor y oscila entre 3,3 kV, 6,6 kV y 13,8 kV.

(b) Para la estación de servicios

El voltaje de bombeo se aplica al devanado primario, y el devanado secundario se diseña de acuerdo a la carga de servicio. El sistema de bajo voltaje utilizado en el Ecuador es de 230 V trifásico y 115 V monofásico, por lo tanto se adopta el voltaje del devanado secundario de 230 V, trifásico. Eventualmente, se podrá emplear voltaje del secundario al nivel de los 400 V trifásico, considerando la carga del equipo auxiliar.

(4) Conexiones

Se disponen los siguientes métodos de conexiones típicas:

(a) Conexión delta - delta ( $\Delta - \Delta$ )

Es apropiada para transformadores de distribución con capacidad inferior a los 33 kV.

(b) Conexión estrella - estrella (Y - Y)

Raramente usada en transmisión. Pero necesita un devanado estabilizador en delta como tercer elemento.

(c) Conexión estrella - delta (Y -  $\Delta$ ) o delta - estrella ( $\Delta$  - Y)

La conexión Y -  $\Delta$  se utiliza en transformador elevador de la estación de potencia y la conexión  $\Delta$  - Y se utiliza en el transformador reductor en la subestación receptora.

(5) Derivaciones

Los cambiadores de toma son del tipo de circuito abierto y del tipo conectado a carga que considera la variación de voltaje debido a la variación de carga durante un cierto periodo. En la subestación de bombeo, el voltaje del motor puede ser efectivamente controlado mediante el control de carga de bombeo y por lo tanto no se requiere de un cambiador de toma del tipo conectado en carga.

(6) Rango de temperatura

El rango admisible de incremento temperatura del transformador principal es el siguiente:

Devanado : 65°C (por resistencia)

Aceite : 60°C (termómetro)

### 3.5 Dispositivos de distribución

(1) Interruptores

Los interruptores son importantes en la operación del sistema de potencia. Donde ocurra un problema, sea en el sistema de potencia o en las cargas que conectan, los dispositivos de interrupción cortan la energía y aíslan los puntos críticos.

Varios tipos de interruptores están disponibles y se seleccionan de acuerdo al voltaje, la corriente y la corriente de corto circuito.

Especial de alto voltaje (240, 138 y 69 kV)	:	Interruptor de gas (GCB) Interruptor de aire (ACB) Interruptor de aceite (OCB)
Alto voltaje (13,8 ; 6,6 y 3,3 kV)	:	Interruptor de vacío (VCB) Interruptor de aire (ACB) Interruptor de aceite (OCB)
Bajo voltaje	:	Interruptor de aire (ACB) Interruptor de cajetín (MCCB)

(2) Interruptores de desconexión

Estos no poseen la habilidad de cortar la corriente de carga. Ellos son seleccionados de acuerdo al voltaje y corriente usados.

(3) Transformadores de medición

Se utilizan para transformar un voltaje o corriente elevados a voltaje y corriente inferior, lo que puede ser usado por los instrumentos de medición y relés de protección. Existen transformadores de voltaje (PT), transformadores de corriente (CT), transformadores de voltaje conectados a tierra (GPT) y transformadores de corriente de fase nula (ZCT). Estos están disponibles y se seleccionan de acuerdo al voltaje y a la corriente. El transformador acorazado tipo-seco se ha venido usando mayormente para aplicaciones en circuitos de alto y bajo voltajes.

(4) Pararrayos

Se instalan para proteger el equipo contra las descargas producidas por un rayo y pueden restringir el voltaje máximo producido por un rayo.

(5) Supresor de ondas

Los dispositivos de amortiguación de ondas los constituyen los pararrayos y los capacitores. Estos dispositivos no solamente reducen el valor máximo de la onda que ingresa mediante su conexión a tierra - como en el caso del pararrayos- sino también, que reducen el escalonamiento del frente de onda mediante el efecto amortiguador del capacitor, protegiendo por consiguiente el aislamiento de los devanados del motor.

(6) Capacitores que mejoran el factor de potencia

A fin de mejorar el valor de factor de potencia del sistema, a menudo se conectan éste tipo de capacitores. Estos se conocen como capacitores para mejorar el factor de potencia.

(7) Interruptores de aire

Estos se utilizan en las líneas de alto voltaje de C.A. para desconectar las líneas. La corriente de carga puede interrumpirse mas no así la corriente de corto circuito de las mismas.

(8) Fusibles de potencia

Los fusibles para voltajes mayores a los 1.000 V son denominados normalmente fusibles de potencia.

### 3.6 Tableros de Distribución y de Control

El tablero de distribución contiene los mecanismos de distribución que sirven para transmitir la energía recibida y el tablero de control contiene a su vez los dispositivos de supervisión y control de la operación del motor y de la bomba.

(1) Tipos

Se clasifican en los siguientes tipos:

- Por su apariencia y construcción : Del tipo vertical auto-soportante, tipo anaquel, tipo escritorio, tipo gabinete.
- Por la construcción de la protección (ordinario) : Del tipo abierto, semicompacto, compacto, de uso interno, de uso externo.
- Por la construcción de la protección (especial) : Protección contra goteo, protección contra polvo, protección contra la corrosión, protección contra la explosión.
- Por el diseño de la puerta : De puerta frontal, del tipo posterior fija, del tipo de puerta frontal y posterior.

En las estaciones de bombeo se utilizan generalmente el tipo de uso interno, vertical auto soportante tipo compacto. Los interruptores de los aparatos de control y operación se ensamblan en el panel frontal, y en muchos casos se utiliza un panel posterior adicional.

(2) Configuración

La configuración del panel de distribución varía de acuerdo a la disposición del sistema. Esto es, la configuración y dimensiones del tablero varían grandemente dependiendo de si el motor es del tipo de alto o bajo voltaje, o de si los dispositivos de interrupción son del tipo de voltaje alto especial, alto, o bajo voltaje y también dependen del tipo de relés de protección y del tipo de la fuente de poder de C.C.

Adicionalmente, se utilizan tableros de distribución para motores, para relés de protección, para motores de arranque, para secuencia de control automática, y para la fuente de potencia de C.C.

### 3.7 Unidad de Generación de Corriente Continua (C.C.)

Una unidad de potencia de C.C. se utiliza como fuente para los interruptores y equipos similares, así como también para fuente de potencia para los dispositivos de control.

También se utiliza esta unidad, en los motores que operan los reguladores y válvulas menores.

La unidad de C.C. consta de baterías y cargadores.

#### (1) Baterías de carga

Generalmente las baterías utilizadas son las de plomo, de chapa y sello y con respiraderos.

Las baterías tienen algunas características como las siguientes:

- Larga vida
- Apropriadas para el caso de gran variación de voltaje o carga o en ambiente de temperaturas elevadas.

Existen baterías del tipo sinterizado y de bolsillo tipo alcalinas, pero las baterías de bolsillo son normalmente usadas.

Del tipo de batería de bolsillo, las hay con respiradero y selladas. Estas características son apropiadas por:

- El variado uso para periodos cortos de descarga hasta descargas de larga duración.
- El área de instalación es más ventajosa comparado con el área de las baterías de plomo.
- El tipo de batería sellada no requiere reposición de agua por largo periodo de tiempo y es mejor por su mantenimiento.
- Larga vida

## (2) Cargadores

Son rectificadores que alimentan de carga a las baterías y dotan de suficiente energía para cubrir la demanda de carga de la batería.

Para alargar el periodo de vida de la batería y evitarse el inconveniente de la operación de carga, es preferible usar el cargador del tipo flotante y es todavía mejor usar el sistema de cargado automático.

## 3.8 Generador Diesel de Emergencia

### (1) Tipo

Las siguientes precauciones deben adoptarse al escoger el tipo de unidad generadora Diesel.

- Escoger un motor de alta o media velocidad.  
La clasificación de alta, media o baja revolución no es precisa, pero a groso modo, por debajo de los 500 rpm se considera bajo, de 500 a 1.000 rpm, velocidad media, y por arriba de las 1.000 rpm se considera alta velocidad. El motor de baja velocidad es más costoso y posee mayor tamaño y peso.
- Para el caso de arranque neumático con motor de cilindros  
No posee un arrancador en el circuito de válvulas distribuidoras, por lo que no es apropiado para operación automática.
- Para motores Diesel, existen dos tipos (motores de cuatro tiempos y motores de dos tiempos)

Generalmente, los motores de cuatro tiempos ofrecen la ventaja de baja vibración, durabilidad, mantenimiento, bajo ruido de escape y bajo consumo de combustible. Pero los motores de dos tiempos son baratos por unidad de potencia de salida.

### (2) Potencia de salida

La capacidad del generador y la potencia de salida del motor diesel deberán tomarse del mayor de los siguientes valores de carga:

- Capacidad continua requerida
- Capacidad requerida para el arranque del motor eléctrico de mayor capacidad.
- Capacidad por seguridad, requerida en caso de una caída de voltaje al momento de arrancar el motor eléctrico de mayor capacidad.

Estos tres aspectos deben analizarse y el mayor valor de ellos deberá adoptarse. La capacidad del generador y la potencia del motor deben ser valores nominales fijos.

(3) Equipo adicional

Debido a que el tablero de control es utilizado para operaciones de control, protección y monitoreo de los equipos, éste debe ser determinado en consideración a la capacidad, características y condiciones locales.

En caso de cambiar la alimentación de energía al sistema público, la conexión en paralelo entre el sistema de generación propia y el sistema público puede ser peligrosa, por lo que se requiere de un dispositivo de transferencia con sincronizador para evitar la operación en paralelo.

El motor diesel debe complementarse con un tanque de combustible, mecanismo de arranque y equipo para enfriamiento.

El tanque de combustible deberá instalarse 1 a 2 m por sobre el tope del motor, para alimentar a éste por gravedad y su capacidad deberá ser tal que permita la operación del motor a plena carga por un tiempo de diez horas. En caso de ser necesario la operación del motor por un largo periodo de tiempo, debido a motivos fuerza mayor, se alimentará el motor mediante una bomba. Y en caso de alimentar el tanque de combustible desde tanques de 55 galones, se lo hará mediante bomba manual.

El sistema de arranque de un motor diesel puede ser de dos tipos: sistema neumático y sistema eléctrico. En el sistema neumático se debe disponer de un tanque de aire comprimido y un compresor de aire. En el sistema eléctrico se debe tener un acumulador y un cargador. El motor de arranque es usualmente un motor C.C. de 24 V y la capacidad del acumulador deberá ser de más de tres veces la capacidad de operación.

En los motores diesel, con la excepción de los pequeños motores diesel enfriados por aire, se hace necesario disponer de agua para enfriamiento de los cilindros y de aceite lubricante, por lo tanto se requiere de una fuente y reservorio de agua apropiados.

Es deseable la instalación de una grúa de techo o polea-tecle en el sitio donde se instale un motor diesel de gran tamaño.

## 4 LINEA DE TRANSMISION

### 4.1 Normas a Aplicarse

Las normas que se aplicarán para el Proyecto son básicamente la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), JIS (Norma Industrial Japonesa) y la JEC ( Normas del Comité Electrotécnico Japonés). Sin embargo, otras normas internacionales y prácticas de diseño usadas en Ecuador, Japón y en varios países son eventualmente empleadas en el diseño de aspectos particulares:

### 4.2 Ruta de la Línea de Transmisión

La ruta se elegirá atendiendo a consideraciones de economía para la construcción, operación y mantenimiento de la línea. La ruta de línea de transmisión elegida se muestra en la Figura 4.3.6 del Texto Principal. La longitud de ruta es de aproximadamente 32 km.

### 4.3 Características Básicas de la Línea de Transmisión

Las características básicas de la línea de transmisión son las siguientes:

- (1) Voltaje de la línea de transmisión: AC 138 KV, trifásico
- (2) Frecuencia: 60 HZ
- (3) No de circuitos: 1 CCT
- (4) Conductor: un conductor 336 MCM equivalente a ACSR Oriole (170 mm<sup>2</sup>)
- (5) Alambre de protección a tierra : alambre trenzado de acero galvanizado de 55 mm<sup>2</sup>, dos alambres
- (6) Condiciones de diseño para la deflexión del cable
  - (a) Condición más severa de diseño: Presión máxima del viento bajo la mínima temperatura del conductor
  - (b) Presión máxima del viento sobre el conductor: 20 kg/m<sup>2</sup>
  - (c) Temperatura máxima del conductor: 60°C
  - (d) Temperatura promedio del conductor: 25°C
  - (e) Temperatura mínima del conductor: 5°C
  - (f) Resistencia última a la tensión: 7.590 kg

(7) Máximo esfuerzo de trabajo del conductor: 2.500 kg

(8) Las flechas máximas y mínimas del conductor a una luz equivalente de 350 m son las siguientes:

Luz (m)	100	200	300	350	400	500	800	1.000
Flecha máx (m)	0,56	2,22	4,97	6,80	8,88	13,87	35,52	55,50
Flecha mín (m)	0,48	1,92	4,31	5,87	7,66	11,98	30,66	47,90

#### 4.4 Aislamiento

(1) Tipo de unidad de aislamiento: aislador estandar esférico de vidrio porcelanizado de 254 mm de diámetro y espaciados a 146 mm

(2) Características eléctricas y mecánicas:

(a) Mínima tensión de ruptura

Voltaje ciclico : seco 78 kV

- idem - : húmedo 45 kV

Impulso al 50 % : positivo 120 kV

- idem - : negativo 125 kV

(b) Mínima tensión no disruptora

Voltaje ciclico : seco 70 kV

Voltaje ciclico : húmedo 40 kV

(c) Carga de falla electromecánica : 12.000 kg

(3) Grupo aislador

(a) Voltaje normal del sistema : 138 kV

(b) Voltaje máximo de operación : 155 kV

(c) Voltaje pico disruptor : 355 kV

(d) Voltaje no disruptivo requerido

- Para voltaje pico disruptor : 391 kV
- Para sobre carga temporal : 128 kV
- (e) Número de unidades aisladoras requeridas : 10 unidades para tensión  
9 unidades para suspensión
- (f) Voltaje no disruptivo del grupo aislador:
  - para voltaje pico disruptor : 575 kV para tensión  
530 kV para suspensión
  - para sobre carga temporal : 330 kV para tensión  
300 kV para suspensión
- (g) Longitud del grupo aislador : 1.460 mm para tensión  
1.314 mm para suspensión
- (h) Separación de diseño entre terminales : 1.170 mm para tensión  
1.050 mm para suspensión
- (i) Voltaje pico que soportan los terminales : 520 kV para tensión  
480 kV para suspensión
- (j) Voltaje de frecuencia que soportan los terminales : 340 kV para tensión  
310 kV para suspensión

#### 4.5 Apoyos

##### (1) Tipo de Torres

Torre autoportante de base amplia y enrejado de acero galvanizado sobre fundación de concreto.

##### (2) Altura de torre

- (a) Cuerpo y extensión en colinas: 3 m y 1 m por cada escalón
- (b) Mínima altura de los conductores desde el suelo:
  - (i) Sobre el suelo en general: 8 m

- (ii) Sobre carretera principal: 10 m
- (iii) Sobre otras líneas: 4 m

(3) Tipos característicos de torres

Se emplearán cinco (5) tipos de torres de acuerdo al ángulo de desviación horizontal según el mapa de ruta planificado, llámense estos; tipo-SA, tipo-LA, tipo-MA, tipo-HA y tipo-TA que se utilizan para los puntos de torre con una desviación horizontal desde 2, 20, 40, 60 grados y torre terminal o hasta 90 grados de ángulo horizontal de torre.

(4) Cargas de diseño

(a) Carga por el viento

- (i) Sobre el conductor de potencia y línea de tierra: 39 kg/m<sup>2</sup>
- (ii) Sobre la estructura de la torre: 60 kg/m<sup>2</sup>
- (iii) Sobre el grupo de aisladores: 30 kg/m<sup>2</sup>

(b) Tensión máxima de trabajo del conductor de potencia y de los conductores a tierra.

- (i) Conductor activo: ACSR Hawk: 2.500 kg
- (ii) Conductor a tierra, alambre trenzado de acero galvanizado, 55 mm<sup>2</sup>: 1.050 kg

(c) Cargas Verticales

(i) Estructura de torre:

Peso actual de la torre y accesorios

(ii) Conductores de potencia:

Peso del conductor por unidad de longitud

(iii) Conductor de fase a tierra:

Peso del conductor por unidad de longitud entre torres, considerando la reacción posible debido al tensado de los cables.

(iv) Aquellas cargas como el peso propio del obrero sobre los miembros de la torre, reacciones temporales al momento de tensar los cables.

- (d) Efectos debido al ángulo horizontal de conductores de potencia y de fase a tierra: Componente horizontal de la tensión máxima de trabajo de los conductores de potencia y de tierra debido a la desviación horizontal angular especificada.

(5) Condición de diseño

(a) Condición normal de cargas asumida

Las siguientes cargas se asumen que actúan simultáneamente sobre una torre:

(i) Cargas verticales

(ii) Cargas transversales:

Cargas debida al viento y a la desviación angular horizontal.

(iii) Cargas longitudinales:

Cargas debidas al viento y cargas al momento de la erección de la torre conjuntamente con la tensión máxima de trabajo de los conductores activos y neutros determinadas para las torres tipo-TA

(b) Se asume condición de rotura de cable

Bajo la condición de que, un (1) conductor activo cualquiera o un (1) conductor de tierra cualquiera se rompe a su máxima tensión de trabajo sumada a las cargas resultantes de la condición normal de trabajo.

(c) Factor de seguridad

Se tomarán en cuenta para el diseño de las estructuras de torre los siguientes factores de seguridad:

(i) Más de 1.5 veces la carga máxima sintética bajo la condición de carga normal.

(ii) Más de 1,1 veces para la carga máxima sintética bajo la condición de rotura de cable, pero 1,5 veces para la cruceta.

(d) Selección del tipo de torre

Para la selección económica de los tipos de torre especificados para las ubicaciones seleccionadas de torre, se utilizará una ábaco ángulo-luz en el diseño.

(5) Fundación para la Torre

El constructor examinará las condiciones del subsuelo en los sitios de torre utilizando un equipo de sondeos, para obtener información de las características del subsuelo.

Los resultados de estas pruebas servirán para la determinación del tipo de fundación.

Las fundaciones estandar son de zapata y columna de concreto y se clasifican en los siguientes tipos:

Tipo de Fundación	Carga Portante Máxima (ton/m <sup>2</sup> )	Peso unitario del suelo (ton/m <sup>3</sup> )	Angulo de reposo (grados)
Liviana (L)	60	1,6	30
Mediana (M)	40	1,5	20
Pesada (P)	20	1,4	10

# TABLAS

Tabla 1.1 Abreviaturas Recomendadas (1/4)

Uso general

A.	abajo	ab.	apoyo	apo.
	acabado	aca.	aproximado(a)	aprox.
	acero	ace.	arandela	aran.
	actual	act.	automatico(a)	auto.
	aguas abajo	a/ab	auxiliar	aux.
	aguas arriba	a/ar	alterna(o)	alt.
B.	barra lisa	B.L.	brida/charnela	bri/char
	bituminoso	bitm.		
C.	cadauno	c/u	constante	const.
	capacidad	cap.	corriente alterna	A.C. (C.A.)
	carga	car	corriente directa	(C.D.)
	carga viva	C.V.	cota	(msnm)
	centro a centro	c a c	cover	cov.
	coeficiente	coef.	cuadrado(a)	cuad.
	columna	col	cubiculo	cub.
D.	diámetro	dia	diámetro interior	d.i.
	diámetro exterior	d.e..	dibujo(s)	Dib.
E.	encerrado	encer.	estandard	Est.
	entre(espacio)	@	etcetera	etc.
	equipo	equip.	excavación	exc.
	equivalente	equiv.	expansion	exp.
	espesor	esp	extremo a extremo	e a e
	estación	est		
F.	figura	Fig.	flexible	flex.
	fijo(a)	fij.		
G.	galvanizado	galv.	generador	gen.
H.	hexagonal	hex.	hito	H.
	hidráulica(o),hidrante	hydr.	horizontal	horiz.
	hierro fundido	H.F.		

Tabla 1.1 Abreviaturas Recomendadas (2/4)

I.	idem inacabado	id inac.	incluyendo ingeniero	incl. ing.
J.	junta	jun.		
K.	kip (1.000 b)	k (1.000 lb)		
L.	lámina, hoja lateral, latitud límite	lam. lat. lim.	línea de centro línea de transmisión	C L.T
M.	máximo(a) mínimo(a)	max. min.	misceláneo	misc.
N.	número	No. o #		
O.	opuesto(a)	op.		
P.	peso placa porcentaje promedio	pe. PL % prom.	puente pulgada Punto punto de control	puen. pul. Pto. P.C.
R.	radio referencia reforzado regulador(servomotor)	R ref. ref. regu.	requerido(a) revisión rigidizador	req'd rev. rigid.
S.	simétrico(a) síncrono solera subestación	sim. sinc sol. sub.	subestructura supercarretera superestructura	subest. superca. superest.
T.	temperatura típica(o)	temp. tip.	transformador transversal	Tr. transv.
V/	ventilación versus vertical viga	vent. vs. vert. vig	vía férrea vía terrestre volumen	V. Fer. V. Ter. vol.
Y.	y	&		

Tabla 1.1 Abreviaturas Recomendadas (3/4)

Unidades

Cota	(m.s.n.m.)	centigrado	°C
milímetro	mm	vatio	w (o W)
centímetro	cm	kilovatio	kw (o kW)
metro	m	megavatio	MW
kilómetro	km	kilovatio-hora	kwh (o kWh)
millón de metros cúbicos	MCM (MMC)	voltios	V
gramo	gr.	amperio	A
kilogramo	kg	kilovoltamperio	kVA
ton	t	revoluciones/minuto	rpm
hora	hr	hectárea	ha
grado	°	caballo de fuerza	hp (o HP)
minuto	min (o ')	segundo	seg, s (o ")
metros cúbicos por segundo	mcs		

Estructuras

Bloque	BL.
junta de contracción	jt. cont.
junta de construcción	jt. const.
junta de expansión	jt. exp.
columna	col.
edificio	edif.

Materiales

hormigón (concreto)	hormig.	cloruro de polivinilo	PVC
acero	ace.	reforzado	reinf.
hierro fundido	HF	galvanizado	galv.
varilla lisa	B.L.		

Tabla 1.1 Abreviaturas Recomendadas (4/4)

Curvatura

radio	R.
punto de intersección	P.I.
ángulo de intersección	A.I.
longitud de curva	L.C.
longitud de tangente	L.T.
longitud de secante	L.S.
punto de inicio de la curva	P.I.
punto de terminación de la curva	P.T.
punto de la tangente a la curva	P.T.
punto de inicio	P.I.
punto de terminación	PT..

Hidráulica

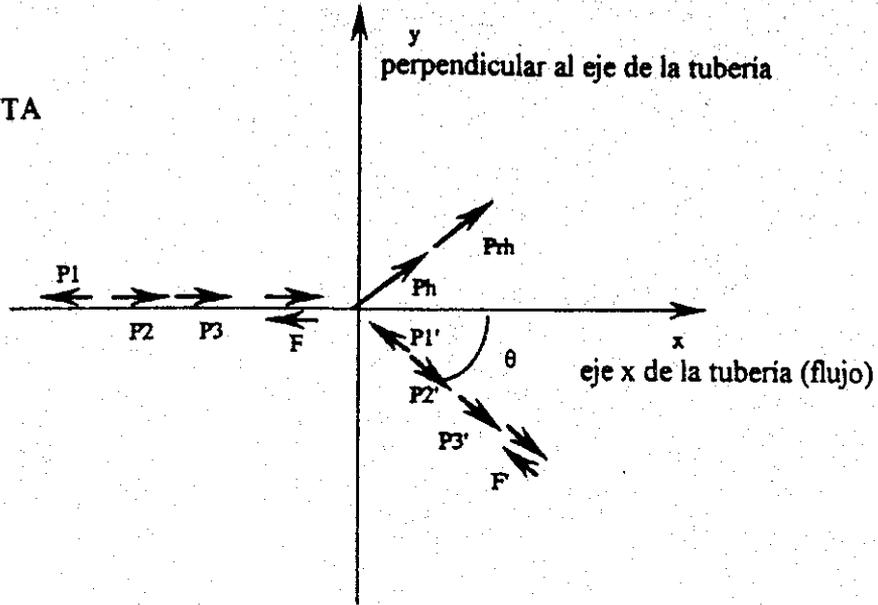
máximo nivel de abastecimiento	M.N.S.
mínimo nivel de operación	M.N.O.
nivel (o de superficie) de crecidas	N.D.C.
nivel normal	N.M.N.

Eléctricos

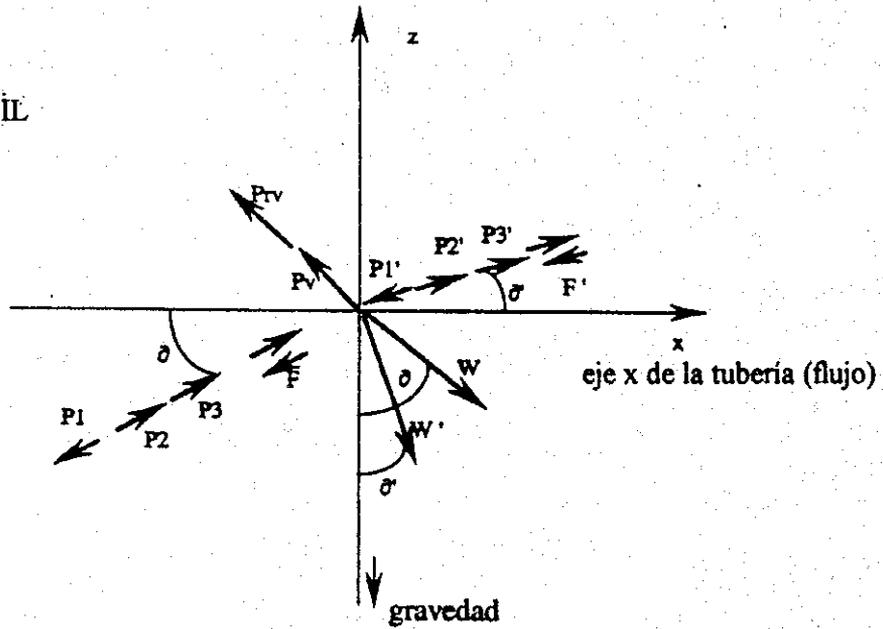
generador	gen.
transformador	tr.
excitatriz	ex.
cubículo	cub.
baja tensión	B.T.
centro de control del motor	M.C.C. (CMM)

# FIGURAS

PLANTA



PERFIL



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRASVASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

TITULO

Dirección del Impulso

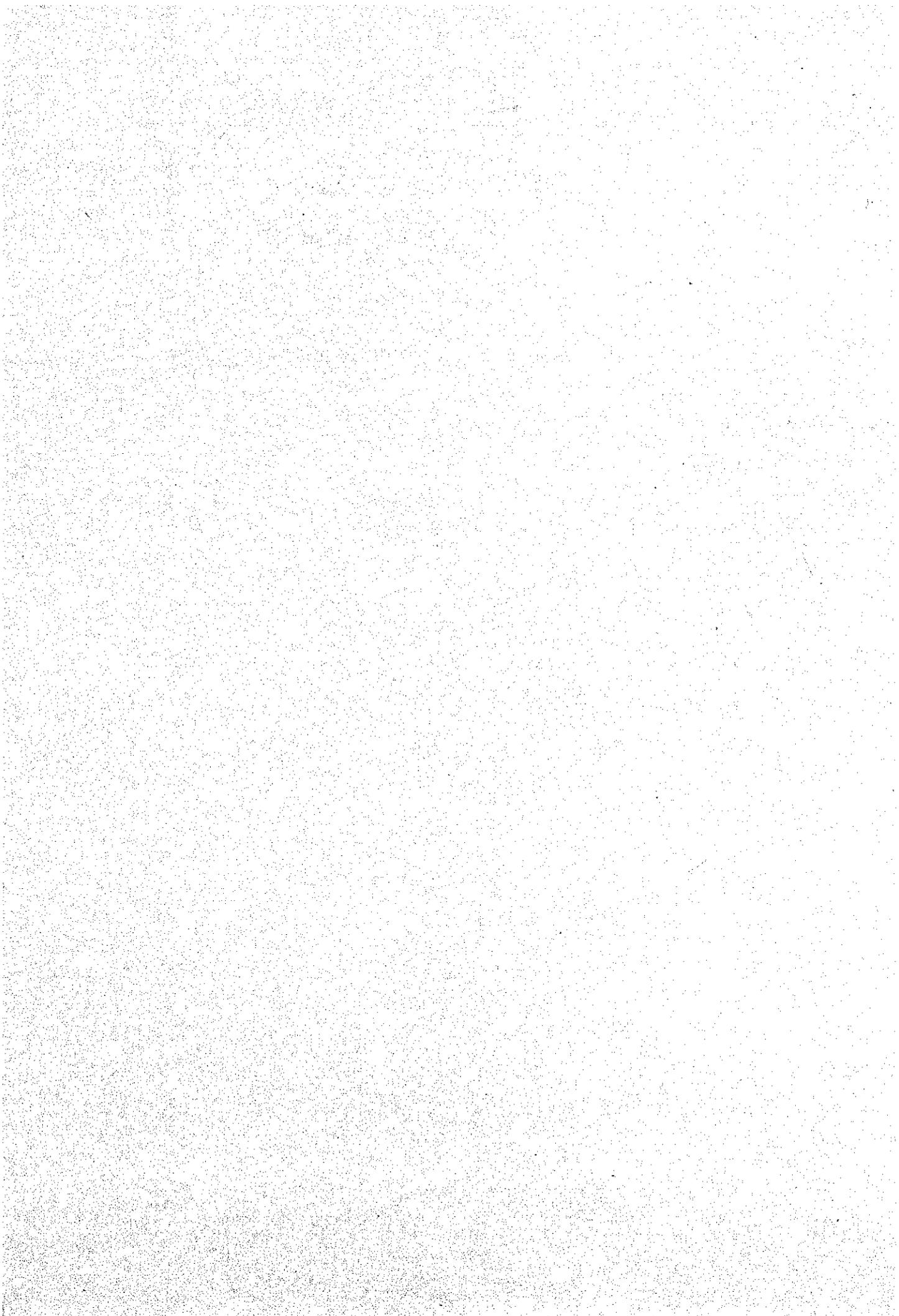
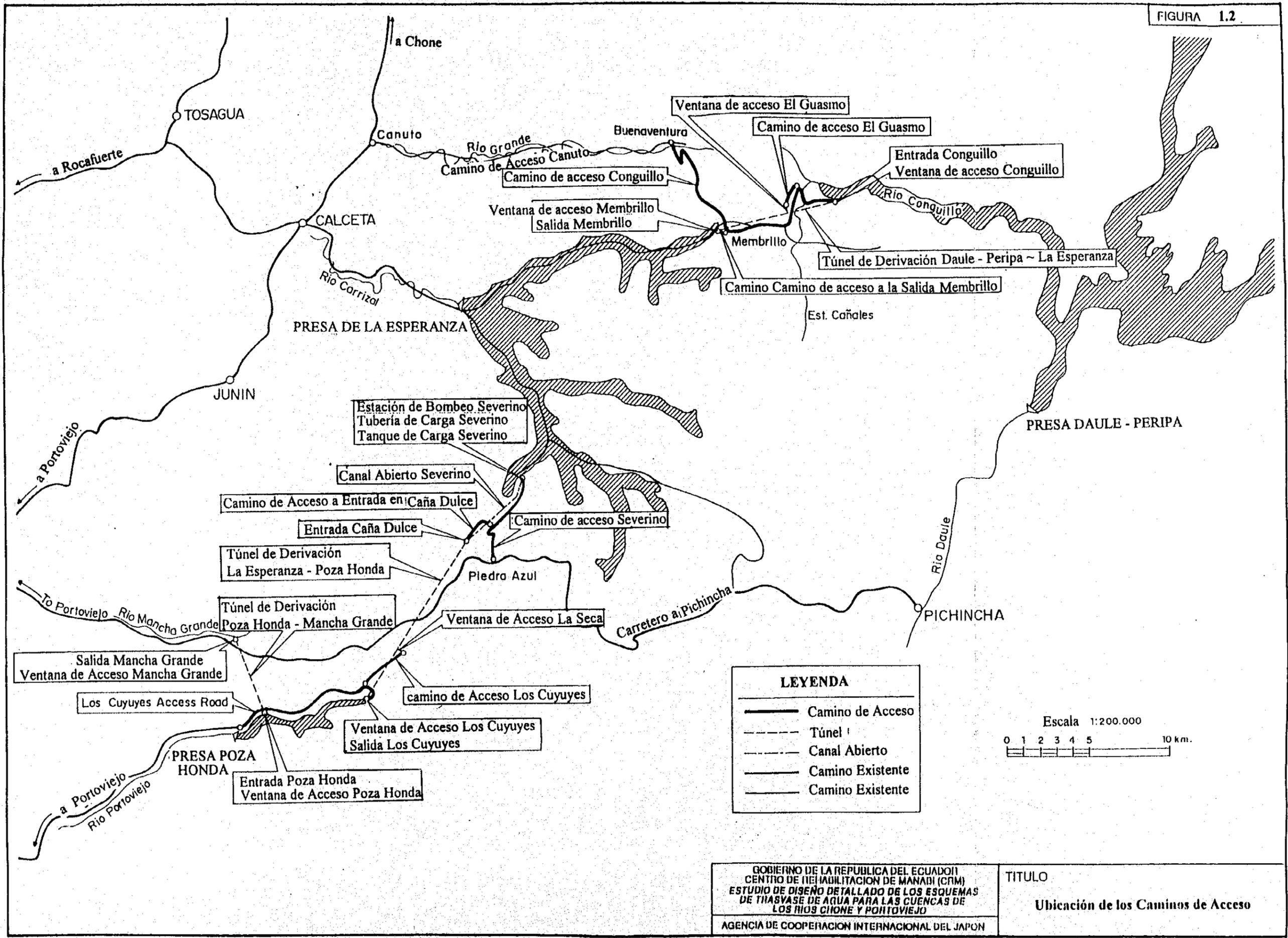
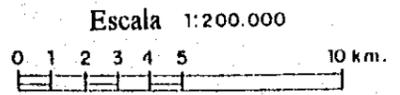


FIGURA 1.2



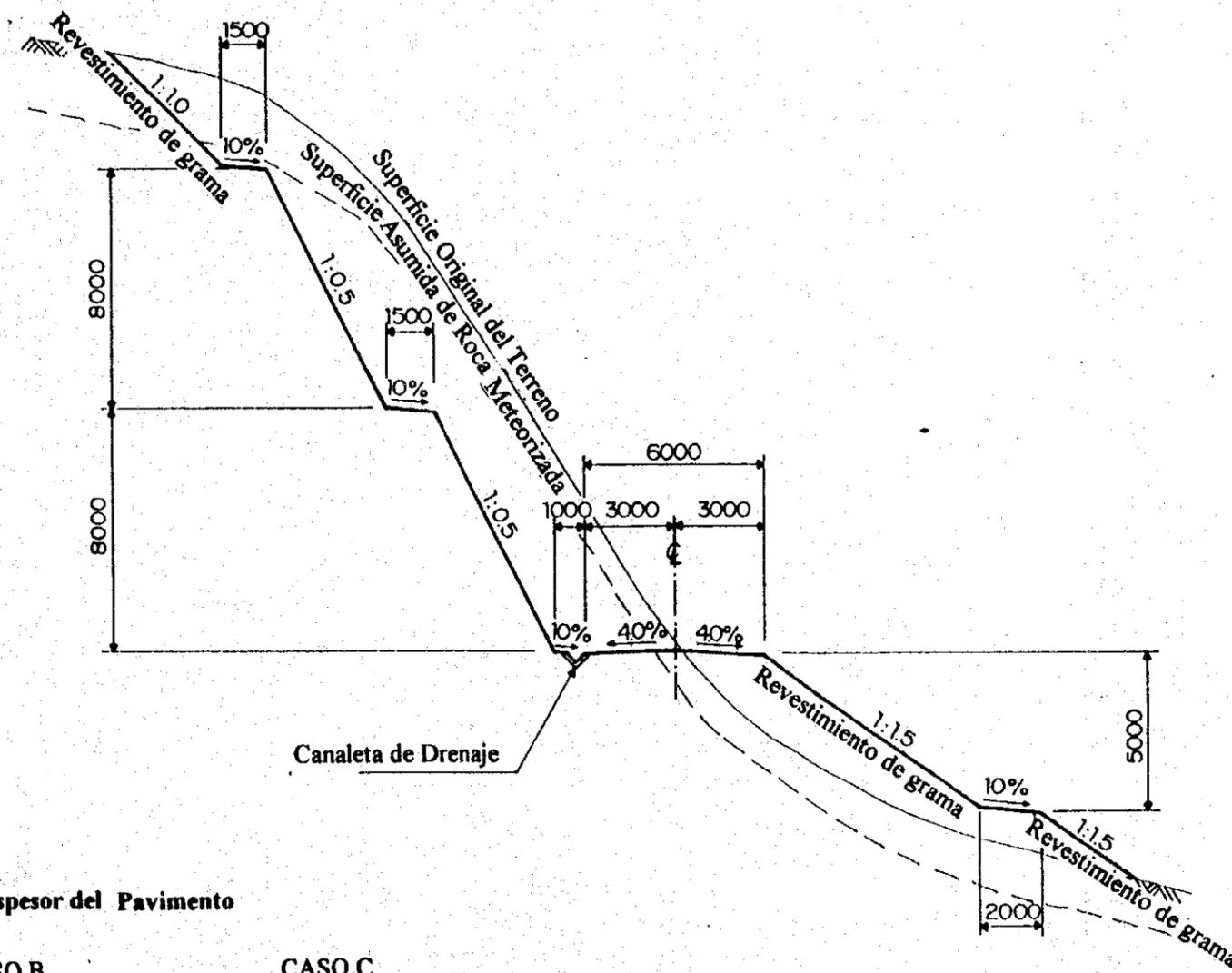
**LEYENDA**

- Camino de Acceso
- - - Túnel
- · - Canal Abierto
- Camino Existente
- Camino Existente



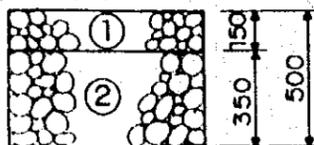
GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRANSFERENCIA DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

TITULO  
 Ubicación de los Caminos de Acceso



**Determinación del Espesor del Pavimento**

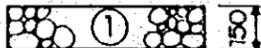
**CASO A**  
CBR de Diseño  $\leq$  3%



**CASO B**  
3% < CBR de Diseño < 12%



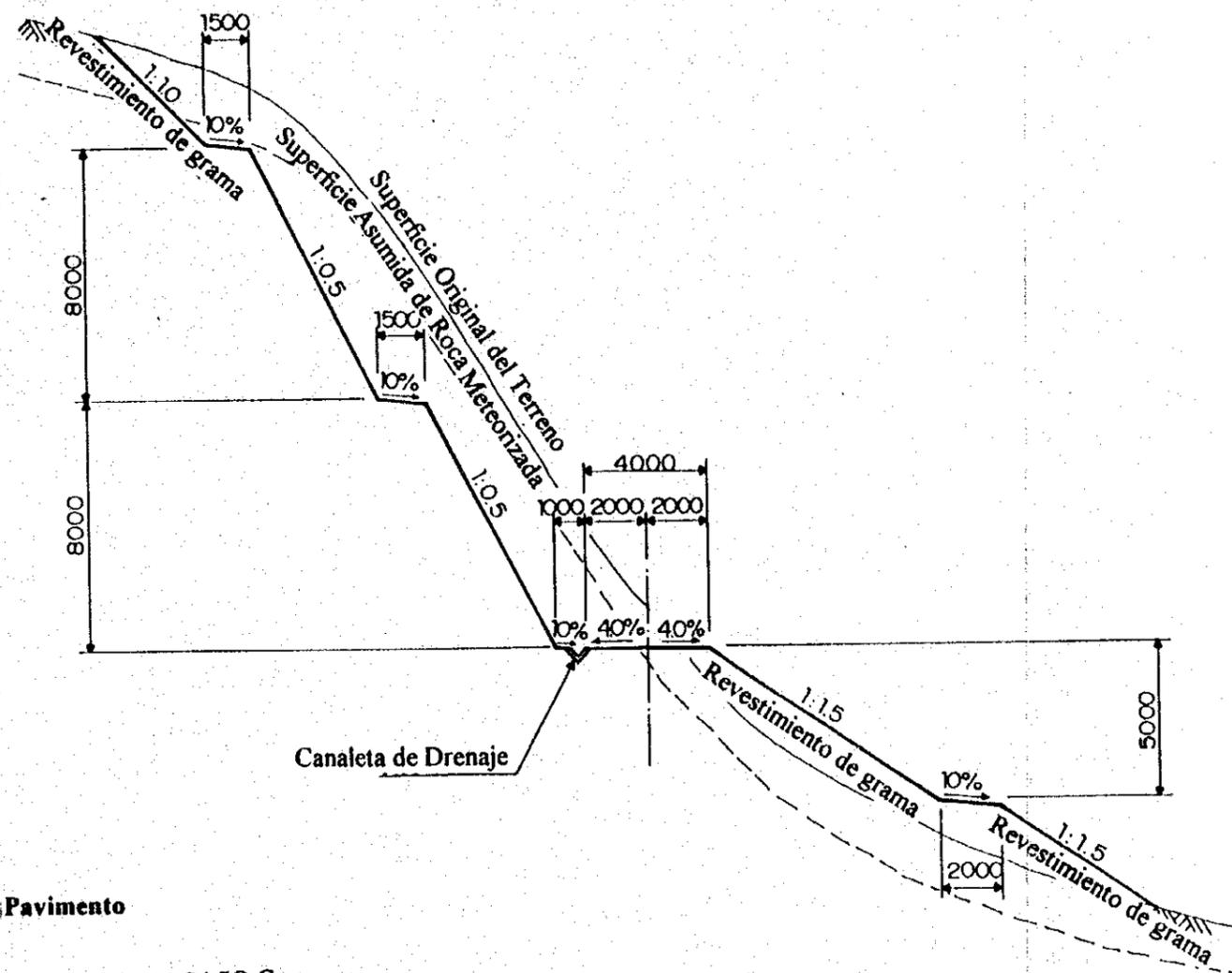
**CASO C**  
12%  $\leq$  CBR de Diseño



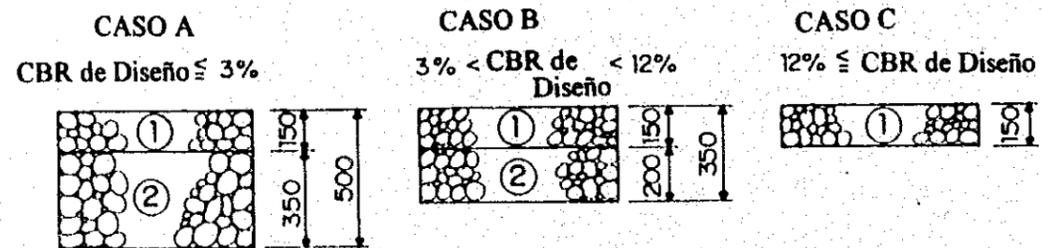
- ① Material Granular  $\geq$  CBR Corregido 60
- ② Material de Mejoramiento de Subrasante  $\geq$  CBR Corregido 12

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
DE TRAYASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO  
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

TITULO  
**Sección Típica de los Caminos de Acceso Permanentes**



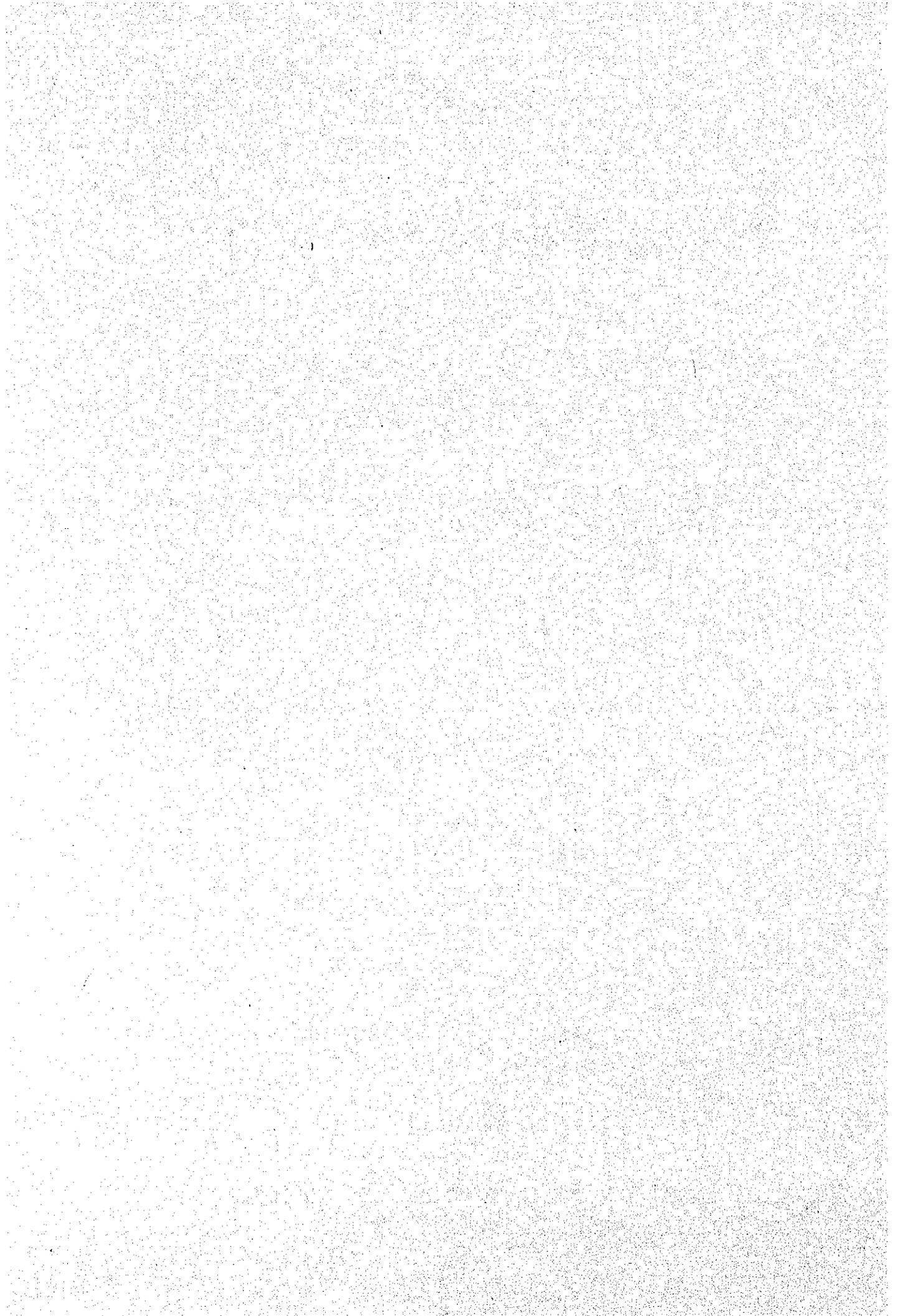
**Determinación del Espesor del Pavimento**

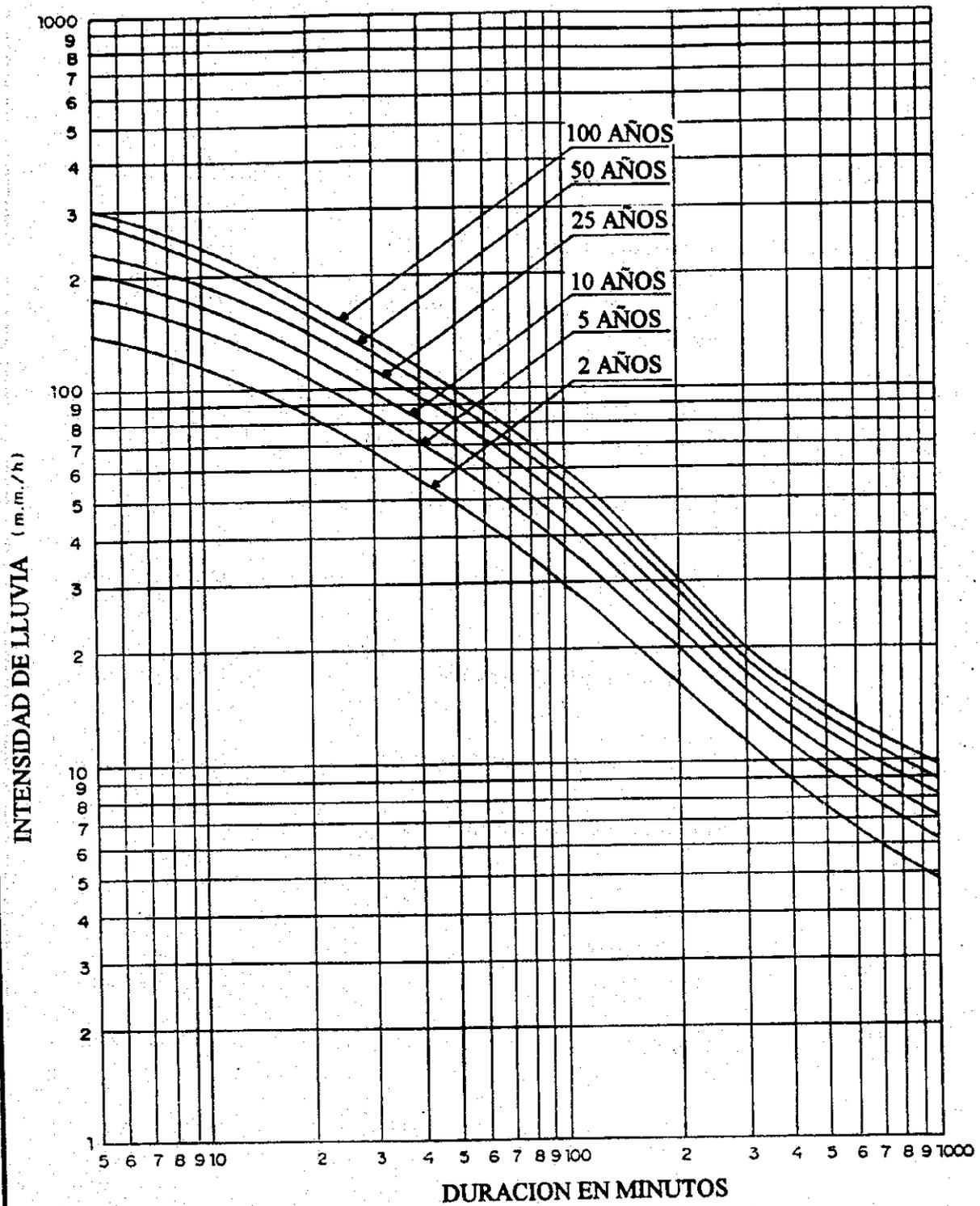


- ① Material Granular  $\geq$  CBR Corregido 60
- ② Material de Mejoramiento de Subrasante  $\geq$  CBR Corregido 12

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRAYASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO  
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

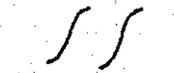
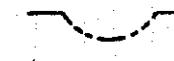
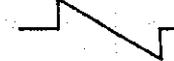
TITULO  
**Sección Típica de los Caminos de  
 Acceso Provisionales**





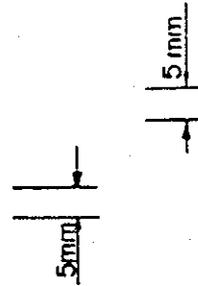
GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRASFASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO  
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

TITULO  
**Curva de Intensidad de Lluvia en la  
 Zona 1**

<u>Línea</u>	<u>Descripción</u>	<u>Espesor</u>
	Varilla de Refuerzo	0.5 mm
	Linderos, Trazado, parte visible de las obras	0.5 ~ 0.3 mm
	Línea original del suelo, relleno de tierra, Relleno, Línea de Excavación	0.2 mm
	Línea de Dimesniones, Línea de Extensión	0.1 mm
	Invisible, Parte Oculta	0.5 ~ 0.2 mm
	Línea central Línea imaginaria, Alternativa	0.2 ~ 0.1 mm
	Trazado en la estructura adyacente	0.4 ~ 0.2 mm
	Muestra Partes parcialmente rotas	0.2 mm
	Curva de nivel original (parte oculta)	0.3 ~ 0.1 mm
	Línea de corte.	0.2 ~ 0.1 mm

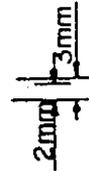
a) Subtitulo para dibujos en general

PLANTA PERFIL ELEVACION  
 AGUAS ARRIBA ELEVACION



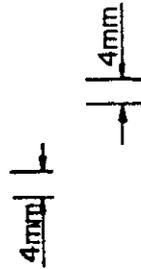
b) Notación para porción de estructura

Manposteria Cimentación de hormigón  
 Línea original del terreno

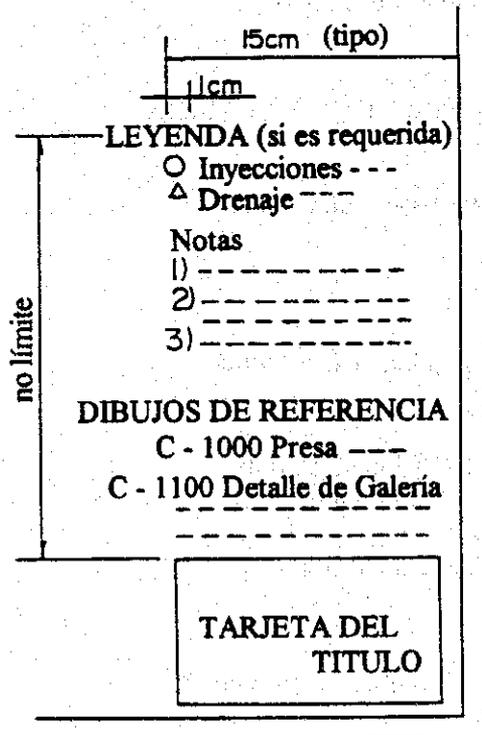


c) Sub-titulo para porción de estructura

DETALLE A, SECCION A - A  
 TABLA DE DIMENSIONES



<p>Gobierno de la República del Ecuador                  Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM)                  Estudio de Diseño Detallado de los Esquemas                  de Tránsito de Agua para las Cuencas de                  los Ríos Chone y Portoviejo</p>	<p>TITULO                  LETRAS</p>
<p>AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON</p>	



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRÁNSVASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

---

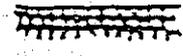
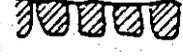
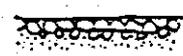
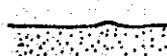
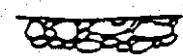
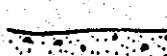
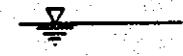
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

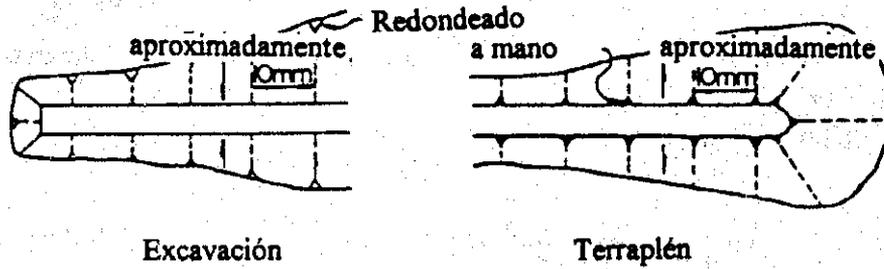
TITULO

**UBICACION DE NOTAS**

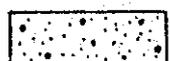
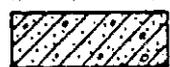
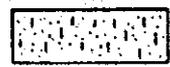


d) Obras de Tierra

	Tierra		Enrocado
	Roca		Piedra bola
	Grava		Enrocado vertido o colocado a mano
	Arena		Piedra bola o cantos rodados
	Areana y grava		Superficie del agua



e) Hormigón y Manpostería

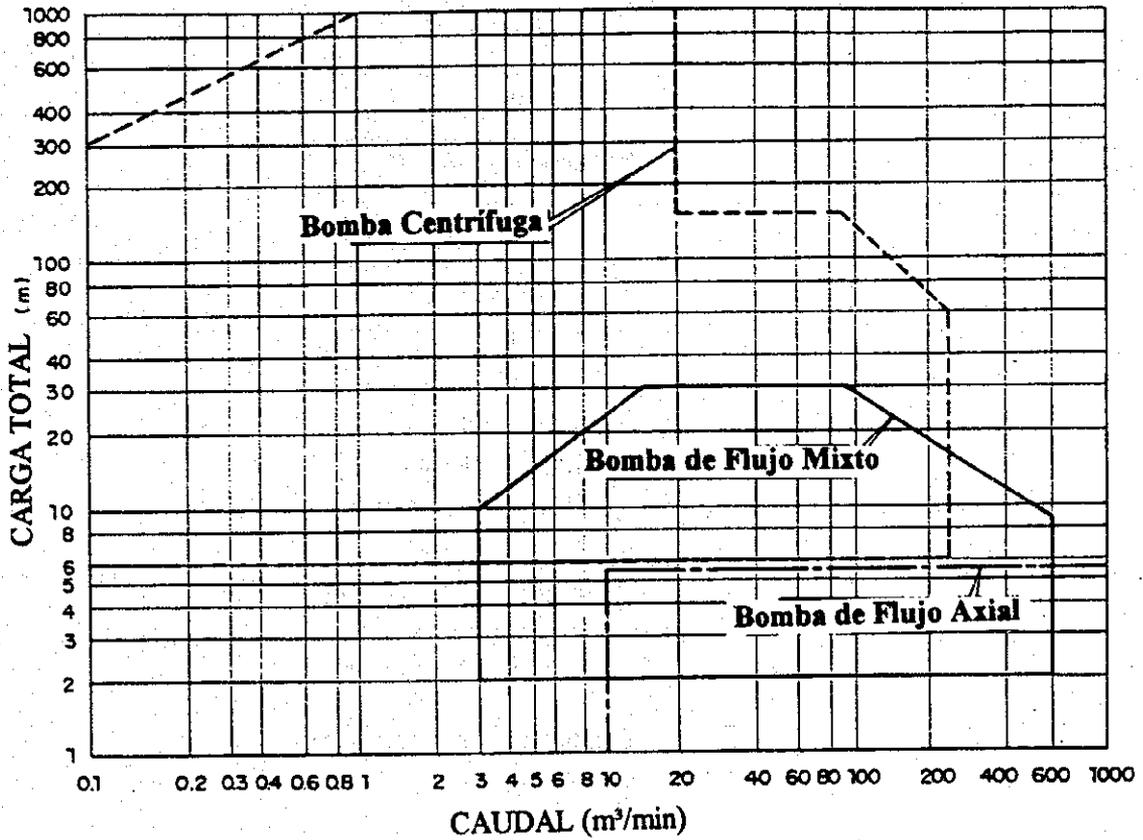
	Hormigón		Hormigón existente
	Hormigón de segunda etapa		Ladrillo
	Hormigón de cenizas o poroso		Piedra bruta
	Hormigón ciclopéo o pobre		Piedra bruta seca

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRASVASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

TITULO

**SÍMBOLOS**

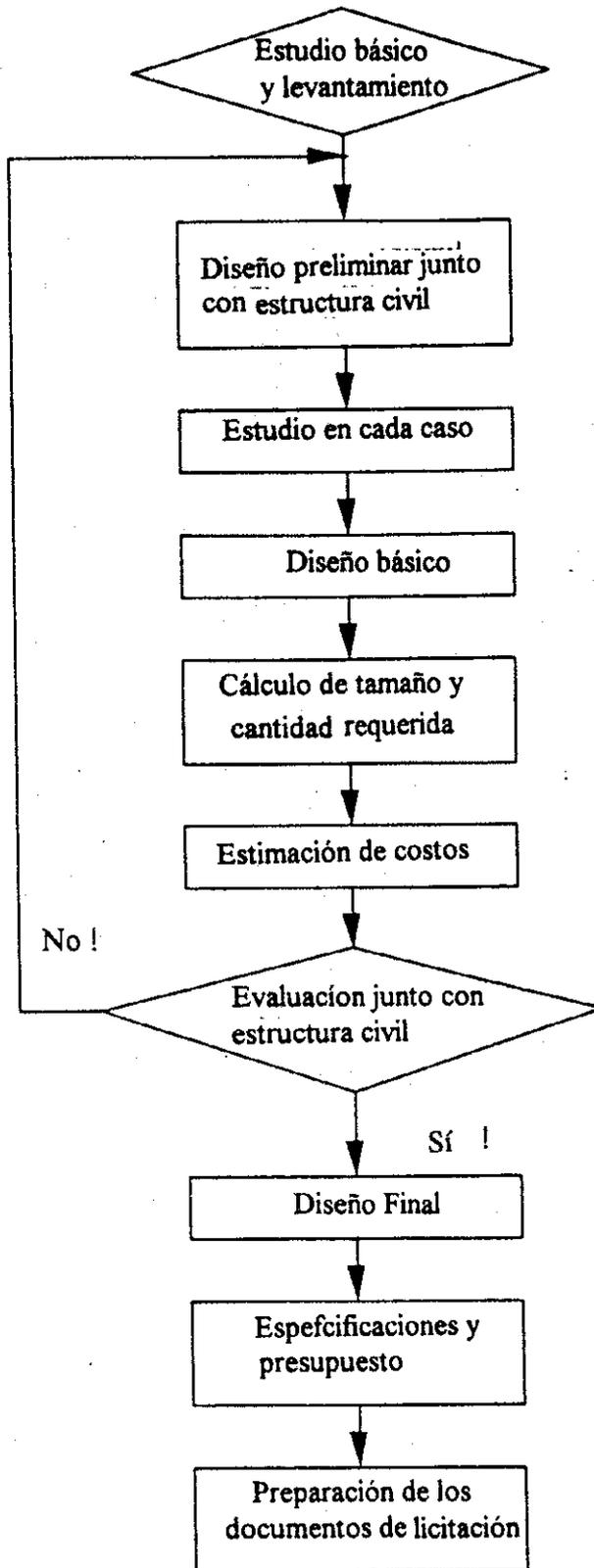


GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRASVASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

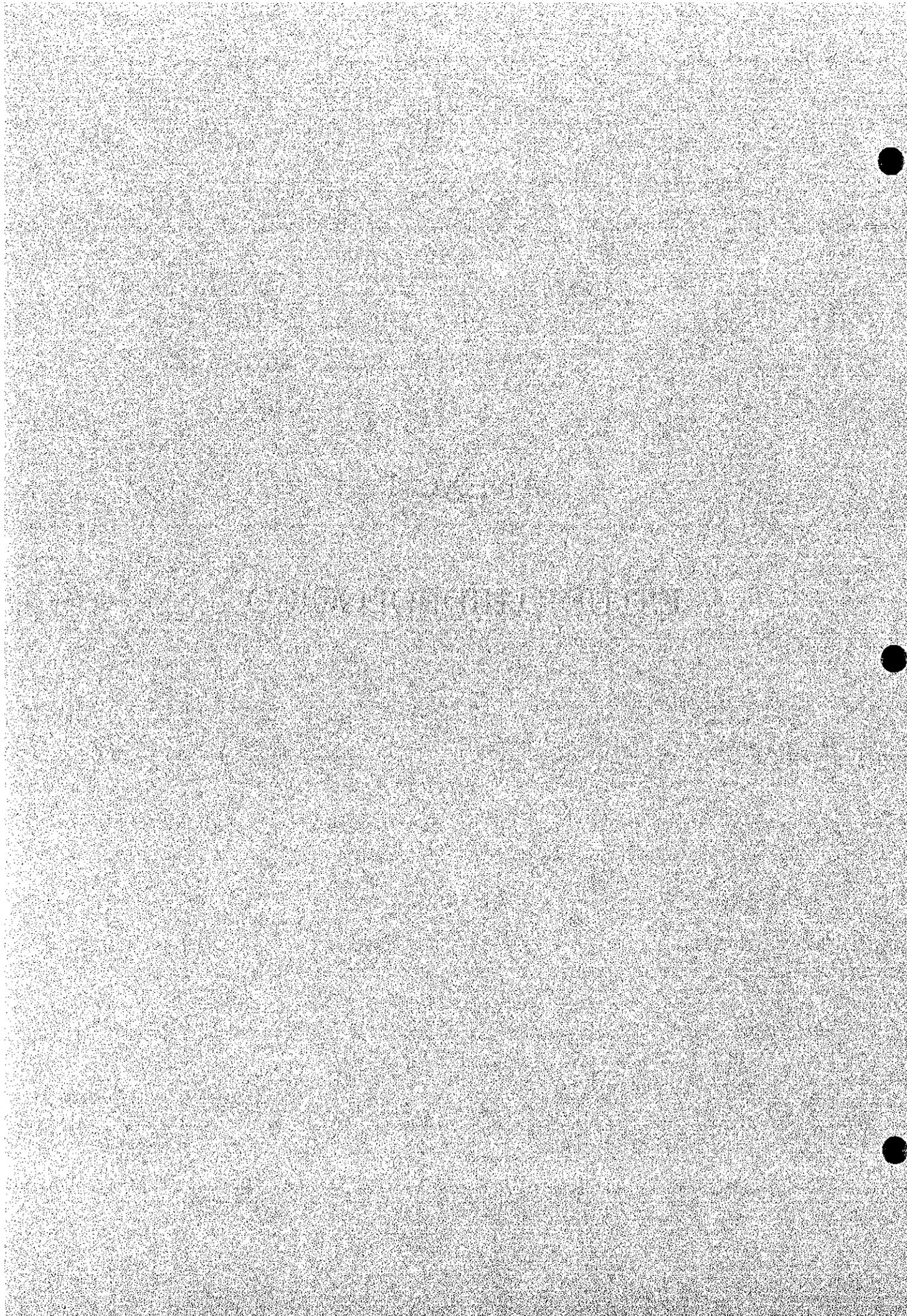
TITULO

CUADRO DE SELECCION DEL  
 TIPO DE BOMBA



**ANEXO 1**

**ESTUDIO HIDROLOGICO**



## TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	2
3. RECOLECCION Y REVISION DE DATOS .....	2
3.1 Precipitación .....	2
3.2 Evaporación .....	3
3.3 Caudales.....	4
4. PRECIPITACION.....	4
4.1 Análisis Regional de la Precipitación.....	4
4.1.1 Introducción .....	4
4.1.2 Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia.....	5
4.1.3 Distribución de la Precipitación .....	6
4.2 Modelo Precipitación - Escorrentía.....	7
4.2.1 Descripción del modelo.....	7
5. HIDROLOGIA.....	10
5.1 Caudales Mensuales.....	10
5.2 Modelo Hidrológico Mensual .....	11
5.3 Ajuste del Modelo Hidrológico Mensual.....	18
5.4 Generación de los Caudales Mensuales.....	19
6. ANALISIS DE SEDIMENTOS EN LOS EMBALSES .....	20
6.1 Generalidades.....	20
6.2 Producción de Sedimentos.....	21
6.3 Acumulación de Sedimentos en el Embalse.....	23
6.3.1 Distribución de Sedimentos en los Embalses.....	23
6.3.2 Depósitos Delta .....	27
6.4 Comentarios sobre el Análisis de los Sedimentos en los Embalses ....	28
REFERENCIAS .....	30

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
Tabla 3.1.1	Precipitación Mensual en la Estación Dos Bocas.....	T-1
Tabla 3.1.2	Precipitación Mensual en la Estación Chone .....	T-2
Tabla 3.1.3	Precipitación Mensual en la Estación Portoviejo .....	T-3
Tabla 3.1.4	Precipitación Mensual en la Estación Rocafuerte (INAMHI).....	T-4
Tabla 3.1.5	Precipitación Mensual en la Estación Calceta.....	T-5
Tabla 3.1.6	Precipitación Mensual en Chamotete - Estación Jesús María .....	T-6
Tabla 3.1.7	Precipitación Mensual en la Estación Santa Ana.....	T-7
Tabla 3.1.8	Precipitación Mensual en la Estación Boyacá.....	T-8
Tabla 3.2.1	Evaporación Mensual Tanque Tipo A en la Estación Portoviejo.....	T-9
Tabla 3.3.1	Caudales Medidos (Río Carrizal en Calceta) .....	T-10
Tabla 3.3.2	Caudales Medidos (Río Chico en Alajuela) .....	T-11
Tabla 3.3.3	Caudales Medidos(Río Grande en A.J. Mosquito).....	T-12
Tabla 5.4.1	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Chico en Alajuela.....	T-13
Tabla 5.4.2	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Grande en A.J. Mosquito.....	T-14
Tabla 5.4.3	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Carrizal en Calceta .....	T-15
Tabla 5.4.4	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Sitio Propuesto de Presa La Esperanza .....	T-16
Tabla 5.4.5	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Sitio de Presa Poza Honda.....	T-17
Tabla 5.4.6	Escorrentía a Largo Plazo estimada en m <sup>3</sup> /s para la Nueva Presa de Derivación en Santa Ana.....	T-18
Tabla 5.4.7	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Carrizal en La Estancilla .....	T-19
Tabla 5.4.8	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Sitio de Presa de Derivación Propuesto en La Ciénega.....	T-20
Tabla 5.4.9	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Portoviejo en El Ceibal.....	T-21
Tabla 5.4.10	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Portoviejo ( confluencia con el Río Chico).....	T-22
Tabla 5.4.11	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Chico (confluencia con el Río Portoviejo).....	T-23
Tabla 5.4.12	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s en el Estuario del Río Portoviejo .....	T-24
Tabla 5.4.13	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Carrizal (confluencia con el Río Chone).....	T-25
Tabla 5.4.14	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s para el Río Chone (confluencia con el Río Carrizal).....	T-26

Tabla	Descripción	Página
Tabla 5.4.15	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m <sup>3</sup> /s en el Estuario del Río Chone.....	T-27
Tabla 5.4.16	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Chico en Alajuela.....	T-28
Tabla 5.4.17	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Grande en A.J. Mosquito.....	T-29
Tabla 5.4.18	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Carrizal en Calceta.....	T-30
Tabla 5.4.19	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC en el Sitio de Presa Propuesto La Esperanza.....	T-31
Tabla 5.4.20	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC en el Sitio de Presa Poza Honda.....	T-32
Tabla 5.4.21	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC en el Nuevo Sitio de Presa de Derivación Santa Ana.....	T-33
Tabla 5.4.22	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Carrizal en La Estancia.....	T-34
Tabla 5.4.23	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC en el Sitio de Presa Propuesto La Ciénega.....	T-35
Tabla 5.4.24	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Portoviejo en el Ceibal.....	T-36
Tabla 5.4.25	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Portoviejo (confluencia con el Río Chico).....	T-37
Tabla 5.4.26	Escorrentía a Largo Plazo estimada en MMC para el Río Chico (confluencia con el Río Portoviejo).....	T-38
Tabla 5.4.27	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC en el Estuario del Río Portoviejo.....	T-39
Tabla 5.4.28	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Carrizal (confluencia con el Río Chone).....	T-40
Tabla 5.4.29	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC para el Río Chone (confluencia con el Río Carrizal).....	T-41
Tabla 5.4.30	Escorrentía a Largo Plazo Estimada en MMC en el Estuario del Río Chone.....	T-42
Tabla 6.3.1	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Poza Honda (Afluencia de Sedimentos: 30 MMC).....	T-43
Tabla 6.3.2	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Poza Honda (Afluencia de Sedimentos: 30 MMC).....	T-44
Tabla 6.3.3	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Poza Honda (Afluencia de Sedimentos: 13 MMC).....	T-45
Tabla 6.3.4	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Poza Honda.....	T-46
Tabla 6.3.5	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Poza Honda (Afluencia de Sedimentos: 7.5 MMC).....	T-47
Tabla 6.3.6	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Poza Honda.....	T-48
Tabla 6.3.7	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza (Afluencia de Sedimentos: 64 MMC).....	T-49
Tabla 6.3.8	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza.....	T-50

Tabla	Descripción	Página
Tabla 6.3.9	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza (Afluencia de Sedimentos: 32 MMC) .....	T-51
Tabla 6.3.10	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza .....	T-52
Tabla 6.3.11	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza (Afluencia de Sedimentos: 16 MMC) .....	T-53
Tabla 6.3.12	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza .....	T-54
Tabla 6.3.13	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse La Esperanza (Afluencia de Sedimentos: 260 MMC) .....	T-55
Tabla 6.3.14	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Daule-Peripa .....	T-56
Tabla 6.3.15	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Daule-Peripa (Afluencia de Sedimentos: 130 MMC) .....	T-57
Tabla 6.3.16	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Daule-Peripa .....	T-58
Tabla 6.3.17	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Daule Peripa (Afluencia de Sedimentos: 65 MMC) .....	T-59
Tabla 6.3.18	Estudio de Acumulación de Sedimentos, Embalse Daule-Peripa .....	T-60

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
Figura 3.1.1	Curva de Doble Masa (Estación Chone) .....	F-1
Figura 3.1.2	Curva de Doble Masa (Estación Dos Bocas y Estación Boyacá) .....	F-2
Figura 3.1.3	Curva de Doble Masa (Estación Calceta y Estación Rocafuerte) .....	F-3
Figura 3.1.4	Curva de Doble Masa (Estación Portoviejo) .....	F-4
Figura 3.1.5	Curva de Doble Masa (Estación Santa Ana) .....	F-5
Figura 3.1.6	Curva de Doble Masa (Estación Chamotete) .....	F-6
Figura 4.1.1	Zonificación de la Intensidad de la Lluvia .....	F-7
Figura 4.1.2	Curvas de Frecuencia Puntual .....	F-8
Figura 4.1.3	Distribución de la Precipitación Diaria .....	F-9
Figura 4.1.4	Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia, Zona 1 .....	F-10
Figura 4.1.5	Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia, Zona 2 .....	F-11
Figura 4.1.6	Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia, Zona 3 .....	F-12
Figura 4.1.7	Distribución de la Precipitación por Area .....	F-13
Figure 4.2.1	Hidrograma .....	F-14
Figura 5.3.1	Ajuste del Modelo en la Estación Calceta .....	F-15
Figura 5.3.2	Ajuste del Modelo en la Estación Alajuela .....	F-16
Figura 5.3.3	Ajuste del Modelo en la Estación A.J. Mosquito .....	F-17
Figura 6.3.1	Determinación de la pendiente, m, para la Clasificación del Tipo de Embalse (Embalse Poza Honda) .....	F-18
Figura 6.3.2	Determinación de la Pendiente, m, para la Clasificación del Tipo de Embalse (Embalse La Esperanza) .....	F-19
Figura 6.3.3	Determinación de la Pendiente, m, para la Clasificación del Tipo de Embalse (Embalse Daule-Peripa) .....	F-20
Figura 6.3.4	Determinación de la Profundidad Relativa ( $P=P_0/H$ ), Embalse Poza Honda .....	F-21
Figura 6.3.5	Determinación de la Profundidad Relativa ( $P=P_0/H$ ), Embalse La Esperanza .....	F-22
Figura 6.3.6	Determinación de la Profundidad Relativa ( $P=P_0/H$ ), Embalse Daule Peripa .....	F-23
Figura 6.3.7	Curvas Area-Capacidad, Embalse Daule-Peripa .....	F-24
Figura 6.3.8	Curvas Area-Capacidad, Embalse La Esperanza .....	F-25
Figura 6.3.9	Curvas Area-Capacidad, Embalse Poza Honda .....	F-26
Figura 6.3.10	Perfil Típico de Deposición de Sedimentos .....	F-27
Figura 6.3.11	Perfil de Sedimentación, Embalse La Esperanza (Sistema del Río Carrizal, Afluencia de Sedimentos: 64 MMC) .....	F-28
Figura 6.3.12	Perfil de Sedimentación, Embalse La Esperanza (Sistema del Río Carrizal, Afluencia de Sedimentos: 32 MMC) .....	F-29

Figura	Descripción	Página
Figura 6.3.13	Perfil de Sedimentación, Embalse La Esperanza (Sistema del Río Barro, Afluencia de Sedimentos: 64 MMC).....	F-30
Figura 6.3.14	Perfil de Sedimentación, Embalse La Esperanza (Sistema del Río Barro, Afluencia de Sedimentos: 32 MMC).....	F-31
Figura 6.3.15	Perfil de Sedimentación, Embalse Poza Honda (Afluencia de Sedimentos: 30 MMC).....	F-32
Figura 6.3.16	Perfil de Sedimentación, Embalse Poza Honda (Afluencia de Sedimentos: 13 MMC).....	F-33
Figura 6.3.17	Perfil de Sedimentación, Embalse Daule Peripa (Afluencia de Sedimentos: 260 MMC).....	F-34

**APENDICE 1 AJUSTE DEL MODELO HIDROLOGICO MENSUAL**

**APENDICE 2 SIMULACION DE CAUDALES MENSUALES**