

## CAPITULO 5 EVALUACION ECONOMICO-FINANCIERA Y CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

### 5.1 Diseño Preliminar y Estimación de Costos

#### 5.1.1 Diseño Preliminar

El diseño preliminar se llevó a cabo para las obras de ingeniería que incluyen las presas y las estructuras de conducción de agua. En la Figura 4.2.2 se encuentra la ubicación de las obras. Para poder comparar el costo del proyecto del esquema alternativo de conducción de agua para uso doméstico e industrial (esquema Mantaro-Carispacha con el esquema Cañete, el Grupo de Estudio revisó el esquema Mantaro-Carispacha del Plan Maestro de SEDAPAL. La ubicación de estos esquemas se muestran en la Figura 5.1.1.

##### (1) Presa

La compañía privada de cemento, Cementos Lima S.A. ha realizado algunos diseños de presa y central hidroeléctrica, para la cuenca del río Cañete, en el denominado Proyecto El Platanal. En este proyecto, se ha planificado la construcción de una presa de tierra (presa Paucarcocha), una presa RCC con una planta hidroeléctrica (presa Morro de Arica, hace poco el tipo de presa fue cambiado a presa de arco) y una presa de derivación con planta hidroeléctrica (presa de derivación de Capillucas, tipo de concreto por gravedad). Las características típicas se muestran en las Figuras 5.1.2, 5.1.3 y 5.1.5. Por otro lado, el Grupo de Estudio identificó nuevos sitios de presas adicionales (presa Auco y presa San Jerónimo, ambas de tipo RCC) con el propósito de aumentar la capacidad de regulación de caudales del río y llevar a cabo el diseño preliminar de cada sitio tal como se muestra en las Figuras 5.1.4 y 5.1.6. La ubicación de las presas aparece en la Figura 4.2.2.

##### (2) Conducción de Agua de Cañete

El diseño preliminar de las estructuras del esquema de conducción de agua para uso doméstico e industrial de Cañete (ruta por montaña-1, longitud total: 206 km) se realizó con el propósito de revisar la estimación de costos preliminares y los diseños existentes en un estudio de pre-factibilidad realizado por SEDAPAL en 1995. En la Figura 5.1.7 se muestra la presa de derivación Zúñiga. En la Figura 5.1.7 se muestra la presa de derivación Zúñiga. En la Figura 5.1.8 aparecen las estructuras principales del sistema de conducción de agua que se compone de los siguientes elementos.

|                        |   |        |
|------------------------|---|--------|
| (i) Canal abierto      | : | 125 km |
| (ii) Tubería (D=1.6m)  | : | 53 km  |
| (iii) Sifones (D=1.6m) | : | 8 km   |

|              |   |        |
|--------------|---|--------|
| (iv) Túneles | : | 18 km  |
| (v) Caída    | : | 2 km   |
| Total        |   | 206 km |

Se analizaron dos rutas alternativas para el sistema de conducción, una ruta por la montaña y otra ruta por la costa, tal como se muestra en las Figuras 4.2.2 y 5.1.9, y se seleccionó la Ruta por Montaña-1 original para el estudio en esta etapa (véase la sección 5.1.2 (2), 2).

### (3) Conducción de Agua del Mantaro-Carispacha

La ubicación de las estructuras del esquema Mantaro-Carispacha para la Etapa-1 y Etapa-2 se muestra en la Figura 5.1.10. El diagrama del sistema para el esquema del Mantaro-Carispacha sólo en la Etapa-1 aparece en la Figura 5.1.11. Las principales estructuras del esquema se muestran en las Figuras 5.1.12 y 5.1.13.

## 5.1.2 Estimación Preliminar de Costos

### (1) Metodología

Los informes existentes relacionados al Estudio, mencionados a continuación, se recolectaron para propósitos de revisión del diseño e información de costos incluyendo, estimaciones de costos y precios unitarios de las obras de ingeniería:

- (a) Estudios de pre-factibilidad en la Cuenca del Río Cañete para Suministro de Agua a la ciudad de Lima, 1995, SEDAPAL
- (b) Estudio Final de la Derivación Pomacocha – Río Blanco (MARCA-II) 1998, SEDAPAL
- (c) Estudio Detallado del Trasvase Marcapomacocha (MARCA-III) 1997, SEDAPAL
- (d) Estudio de Factibilidad sobre la Optimización de la Cuenca del Río Rímac, entre Moyopampa y La Atarjea, y el Estudio de Impacto Ambiental, 1997, SEDAPAL
- (e) Estudio de Factibilidad sobre el Proyecto de la Planta Hidroeléctrica de “EL PLATANAL” 1998, Cementos Lima S.A.
- (f) Estudio de Factibilidad sobre la Planta Hidroeléctrica de EL PLATANAL, 1987, Electro Perú S.A.

En este estudio se realizó la estimación de costos considerando los siguientes resultados resumidos de los reportes recolectados:

- (a) Se asumen precios unitarios de los principales componentes de las obras tomando como referencia los datos de licitaciones internacionales para los esquemas de desarrollo de suministro de agua y generación de energía hidroeléctrica.
- (b) Para el esquema de presas y/o generación de energía hidroeléctrica, se adoptaron simples ecuaciones convencionales de estimación de costos para efecto de estimar el costo del componente del proyecto incluyendo los costos directos e indirectos, de las instalaciones con la información de las dimensiones principales de las instalaciones del proyecto y precios unitarios supuestos.
- (c) Para los esquemas de conducción de agua, se revisan las listas de cantidades mediante un método de diseño del Grupo de Estudio en base al diseño preliminar utilizado en el Estudio de Pre-Factibilidad de 1995.
- (d) Para el esquema de irrigación, el costo del componente del proyecto se elaboró como un producto del área dominada y el precio unitario por área irrigada que fue asumido tomando como referencia los datos de costos actuales de esquemas similares en Perú y otros países.
- (e) Los costos de los trabajos de movilización y el factor no medido se asumieron tal como sigue:
  - Trabajos de movilización : 10% de la cantidad total de obras civiles
  - Factor no medido : 5% de la cantidad total de obras civiles
- (f) Se asumen costos indirectos tal como sigue.
  - Servicios de Administración e Ingeniería : 10% del costo directo total
  - Contingencia física : 10% del costo directo total
  - Contingencia de precios : 3% del costo directo total
- (g) El costo de operación y mantenimiento anual para este estudio se adoptó como sigue:
  - Canal abierto : 1.0% del costo directo
  - Estación de bombeo : 2.0% del costo directo
  - Túnel : 0.1% del costo directo
  - Camino de acceso : 0.5% del costo directo
  - Tubería & Sifón : 0.2% del costo directo
  - Presa : 0.5% del costo directo

- otras estructuras : 0.5% del costo directo

(2) Costo del proyecto del Esquema CAÑETE

Las características principales del proyecto y es respectivo costo total del proyecto se detallan a continuación:

(a) Presa y Central Hidroeléctrica

Para la estimación preliminar de costos de las presas y de los esquemas de generación de energía hidroeléctrica, se preparó el diseño preliminar para cada presa (presa Paucarcocha, presa Morro de Arica, presa Auco, presa Capillucas, presa San Jerónimo), tal como se muestra en las Figuras 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5 y 5.1.6. mediante la revisión de datos e información disponibles proporcionados por SEDAPAL y Cementos Lima.

A continuación se presenta un resumen del costo total del proyecto:

| Nombre de la Presa                         | Paucarcocha                        | Morro de Arica |             | Auco        | Capillucas                        | San Jerónimo |
|--|------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------------------------|--------------|
|  |                                    | Presa Alta     | Presa Baja  |             |                                   |              |
| Tipo de Presa                              | Presa de Tierra con Núcleo Central | Presa RCC      | Presa RCC   | Presa RCC   | Presa de Gravedad de Concreto por | Presa RCC    |
| Volumen de la Presa (m3)                   | 405,000m3                          | 2,499,400m3    | 1,805,000m3 | 6,934,500m3 | 76,500m3                          | 6,635,500m3  |
| Altura de la Presa desde la fundación (m)  | 30m                                | 259m           | 232m        | 230m        | 37m                               | 235m         |
| Volumen Activo de Almacenamiento Vol.(mmc) | 55mmc                              | 245mmc         | 205mmc      | 300mmc      | -                                 | 250mmc       |
| Costo Total (US\$ Millones)                |                                    |                |             |             |                                   |              |
| Sólo construcción de la Presa              | 16                                 | 196            | 143         | 535         | -                                 | 513          |
| Presa & Central Hidroeléctrica             | -                                  | 239            | 184         | 591         | 164                               | 555          |
| (Capacidad Instalada MW)                   |                                    | (50MW )        | (46MW )     | (47MW )     | (200MW )                          | (42MW )      |

(b) Conducción de Agua para uso doméstico e industrial

| Ruta   | Ruta por Montaña      |                       |                        | Ruta por la Costa *                |                                      |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|  | (Ruta-1) Propuesta    | Alternativa           | (Ruta-2) Propuesta     |                                    |                                      |
| Longitud de la Conducción de Agua (km)               | 206km                 | 172km                 | 206km                  | 165km                              |                                      |
| Abastecimiento de Agua para Lima (m <sup>3</sup> /s) | 5.0 m <sup>3</sup> /s | 5.0 m <sup>3</sup> /s | 10.0 m <sup>3</sup> /s | 5.0 m <sup>3</sup> /s              | 10.0 m <sup>3</sup> /s               |
| Diámetro & Línea de Tubería de Acero                 | D=1.6m x 1línea       | D=1.6m x 1línea       | D=1.6m x 2líneas       | D=1.8m x 1línea<br>D=1.6m x 1línea | D=1.8m x 2líneas<br>D=1.6m x 2líneas |
| Costo Total (US\$ millones)                          | 295                   | 365                   | 453                    | 436                                | 732                                  |

\* Se instalará 1 estación de bombeo por la ruta de la Costa

Para la estimación preliminar de costos, se elaboró el diseño preliminar de cada ruta de conducción de agua, tal como se muestra en las Figuras 5.1.7 y 5.1.8, en base a la revisión del diseño del Estudio de Pre-Factibilidad de SEDAPAL.

Cabe resaltar que la comparación de alternativas del sistema de conducción de agua, a saber: la ruta por montaña de 206 km de largo con la conducción por gravedad (Ruta por Montaña-1) y la ruta por la costa de 165 km de largo con una combinación por gravedad y bombeo, demostraron que la ruta por montaña es la más ventajosa tanto en costo como en confiabilidad de operación.

La Ruta por Montaña-2 (Figura 5.1.9) es más costosa comparada con la Ruta por Montaña-1 propuesta, aunque la Ruta-2 es más segura contra los desastres naturales, tales como deslizamientos, puesto que sus principales componentes son tuberías y túneles en lugar de canales abiertos..

(c) Irrigación

| Región                                | Valle de Cañete          | Pampas de Alto Imperial | Pampas de Concón-Topará & Chincha Alta | Total                    |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--|--------------------------|
| Area de Irrigación (ha)               | 24,052 ha                | 2,475 ha                | 27,000 ha                              | 53,527 ha                |
| Agua para Riego (m <sup>3</sup> /sec) | 22.3 m <sup>3</sup> /sec | 1.7 m <sup>3</sup> /sec | 19.5 m <sup>3</sup> /sec               | 43.5 m <sup>3</sup> /sec |
| Costo Total (US\$ millones)           | 13                       | 5                       | 147                                    | 164                      |

(d) Estimación de Costos para los Casos y Escenarios Alternativos

La Tabla 5.1.1 (1/3), (2/3) y (3/3) presenta un resumen de los costos incluyendo los de construcción, operación y mantenimiento para cada caso de los Escenarios de Desarrollo de los Recursos Hídricos discutidos en la Sección 4.2 precedente, véase la Tabla 4.2.3.

(3) Costo del Proyecto del Esquema Mantaro-Carispacha

El resultado de la revisión indica que la estimación de costos para el esquema de derivación de agua para uso doméstico e industrial Mantaro-Carispacha contemplado en el Plan Maestro de SEDAPAL es US\$ 218 millones para la construcción (US\$ 6.2 millones por costos de Operación y Mantenimiento) para el caso de abastecimiento de 5.0 m<sup>3</sup>/s de agua para la ciudad de Lima.

(4) Costo Unitario del Desarrollo de Recursos Hídricos

El costo unitario de desarrollo de recursos hídricos se estimó, tal como aparece a continuación, en términos de costo unitario de estructura de presa (por 1m<sup>3</sup> de almacenamiento activo) y costo unitario de las estructuras de conducción (por 1m<sup>3</sup> de conducción de agua), para comparar la eficiencia de la inversión en las presas alternativas y en los sistemas de conducción de agua propuestos.

(a) Costo Unitario de Desarrollo de Recursos Hídricos para la Presa y Generación de Energía Hidroeléctrica

| Nombre de la Presa  | Paucarcocha                         | Morro de Arica |                | Auco           | Capillucas                     | San Jerónimo   |
|---|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|
|   |                                     | Presas Alta    | Presas Baja    |                |                                |                |
| Tipo de Presa   | Presas de Tierra con núcleo central | Presas RCC     | Presas RCC     | Presas RCC     | Presas de Gravedad de Concreto | Presas RCC     |
| Volumen Activo de Almacenamiento (mmc)  | 55 mmc                              | 245 mmc        | 205 mmc        | 300 mmc        | -                              | 250 mmc        |
| Sólo construcción de la Presa   | 0.3                                 | 0.8            | 0.7            | 1.8            | -                              | 2.1            |
| Costo Unitario del Desarrollo Hídrico (US\$ / Volumen activo de almacenamiento 1.0 m <sup>3</sup> ) |                                     |                |                |                |                                |                |
| Presas y Generación de energía Hidroeléctrica (Capacidad Instalada MW)                              | -                                   | 1.0<br>(50 MW) | 0.9<br>(46 MW) | 2.0<br>(47 MW) | -<br>(200 MW)                  | 2.2<br>(42 MW) |

(b) Costo Unitario del Desarrollo de Recursos Hídricos para la Conducción de Agua

(US\$ Millones)

| Ruta  | Ruta por Montaña        |                         |                          | Ruta por la Costa *     |                          |
|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|   | Ruta-1 (A)              | Ruta-2                  | Ruta-1 (B)               |                         |                          |
| Longitud de la Conducción de agua (km)  | 206 km                  | 172 km                  | 206 km                   | 165 km                  |                          |
| Suministro de Agua a Lima (m <sup>3</sup> /sec)   | 5.0 m <sup>3</sup> /sec | 5.0 m <sup>3</sup> /sec | 10.0 m <sup>3</sup> /sec | 5.0 m <sup>3</sup> /sec | 10.0 m <sup>3</sup> /sec |
| Costo Unitario del Desarrollo Hídrico (US\$ mill./ Suministro de Agua a Lima 1.0 m <sup>3</sup> /sec) |                         |                         |                          |                         |                          |
| Costo Unitario del Desarrollo Hídrico   | 59.0                    | 73.1                    | 45.3                     | 87.2                    | 73.2                     |

## 5.2 Proyectos de Desarrollo de los Recursos Hídricos

### 5.2.1 Descripción de los Componentes del Proyecto

Los siete casos alternativos se eligieron para escenarios de desarrollo de recursos hídricos del Río Cañete, basados en el estudio del plan alternativo en la Sección 4.3.1 anteriormente mencionado. Véase la descripción de los casos alternativos en la Tabla 4.3.1 y el diagrama del sistema en las Figuras 4.3.1 – 4.3.4. Entre los escenarios y casos subsiguientes, el Escenario – 3/ Caso 3.3, indica las TIR y los VPN más razonables en la evaluación económica y financiera, realizada en la siguiente Sección 5.2.2. Esta opción de desarrollo está destinada a la implementación de proyectos que incluyen obras de ingeniería para 1) suministro de agua para uso doméstico e industrial para el Cono Sur de Lima, para la cuenca del Cañete y para Concón-Topará, 2) agricultura (riego) en el valle del Cañete y Concón-Topará y 3) energía hidroeléctrica en el Morro de Arica y el Platanal con la construcción de pozos de almacenamiento en Paucarcocha (lago glacial) y Morro de Arica (tramo intermedio).

(1) Abastecimiento de Agua para uso doméstico e industrial

1) Para Lima

Se planea derivar Cinco (5)  $m^3/s$  de agua cruda para uso doméstico e industrial hacia el sur del área de Lima metropolitana, con la construcción de presas de almacenamiento (en Paucarcocha y Morro de Arica), una presa de derivación (en Zuñiga), y un sistema de tuberías y canales de conducción de 200 km de largo. Las dos presas de almacenamiento tienen múltiples funciones y serán implementadas para propósitos de generación de energía eléctrica (Morro de Arica y El Platanal) y desarrollo agrícola (Concón-Topará) antes de la implementación de otras obras.

2) Para la cuenca del Cañete

La cuenca del Cañete requerirá de un volumen de  $0.87 m^3/s$  de agua potable para el 2030, además de la demanda presente de  $0.96 m^3/s$  (Véase la Figura 4.3.3). La demanda presente es satisfecha con el agua subterránea de los pozos. Se asume que el abastecimiento para una demanda adicional será cubierta con agua superficial, ya que el potencial de agua subterránea aún tiene que ser medida al nivel exacto. En el caso que la investigación sobre agua subterránea propuesta para el próximo estudio de factibilidad revele que existe una cantidad a un nivel apreciable, entonces una parte de la fuente de suministro de agua superficial podría ser sustituida por agua subterránea.

3) Para Concón-Topará

El desarrollo agrícola de Concón-Topará requerirá de un caudal de  $0.15 m^3/s$  de agua potable para los pobladores que recibirán las áreas de cultivo. Puesto que el área de cultivos es seca y no cuenta con fuentes de agua propias confiables, el agua será traída desde el Río Cañete por medio del canal de irrigación ( $11.1 m^3/s$  para fines de riego, véase la Figura 4.3.4). El desarrollo agrícola (construcción del sistema de irrigación primario) está siendo promocionado por una empresa privada, Cementos Lima.

(2) Agricultura (Riego)

1) Valle de Cañete

Esta es la tierra agrícola existente en la cuenca del río Cañete con un área de aproximadamente 24,000 hectáreas y demanda de riego de aproximadamente  $10.8 m^3/s$  (véase la Figura 4.3.4). La rehabilitación y mejoramiento de las estructuras para el sistema de riego se están llevando a cabo gracias al cofinanciamiento de la OECF (JBIC) y el Banco Mundial (Véase Sección 4.3.3). Se espera que todas las actividades sean concluidas en el año 2004.

## 2) Concón-Topará

Cementos Lima está procediendo al desarrollo agrícola de 27,000 hectáreas en el área de Concón-Topará, proporcionando un caudal de 11.1 m<sup>3</sup>/s de agua para fines de riego desde el Río Cañete (véase la Figura 4.3.4). Esto permite aprovechar el efecto integral del desarrollo hidroeléctrico, que consta de presas de almacenamiento relativamente grandes para la regulación de las descargas naturales, produciendo así nuevos recursos hídricos.

## (3) Generación de Energía Hidroeléctrica

### 1) Morro de Arica

Se plantearon dos presas de almacenamiento, Paucarcocha y Morro de Arica, para la generación de energía hidroeléctrica, así como para otros propósitos de uso de agua. La presa Paucarcocha de aproximadamente 30 m de alto represará las aguas de un lago glacial existente (llamado Laguna Paucarcocha) para alcanzar un almacenamiento activo de 55 MMC, que tiene como objetivo exclusivo contribuir con la regulación de las descargas (véase la Figura 4.3.4). La presa del Morro de Arica de aproximadamente 260 m de alto con un almacenamiento activo de 245 MMC tendrá como tarea principal la regulación de caudales. Se instalará una planta de energía hidroeléctrica de 50MW en la presa para aprovechar la caída por gravedad del embalse. Cementos Lima está procediendo a implementar las actividades respectivas para iniciar las operaciones en el año 2007.

### 2) El Platanal

- Aguas abajo de la presa Morro de Arica, está localizada la planta hidroeléctrica de El Platanal que está compuesta de una presa de derivación en Capillucas, un túnel de carga y una estación hidroeléctrica de 220 MW.

## **5.2.2 Evaluación Económica y Financiera de los Esquemas en la Cuenca del Río Cañete**

### (1) Escenarios Sujetos a Evaluación Económica y Financiera

La evaluación económica y financiera deberá hacerse en tres escenarios diferentes, consistiendo de siete diferentes casos de desarrollo (Véase la Tabla 4.3.1) que han sido formulados en relación con el desarrollo de los recursos hídricos en el río Cañete.

### (2) Metodología de Evaluación

La evaluación económica que intenta examinar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista de la economía nacional se lleva a cabo en concordancia con el método normativo de análisis costo-beneficio que se aplica generalmente para la



evaluación de proyectos similares en el Perú con la financiación del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), etc. La tasa interna de retorno (TIR) se calcula sobre la base del flujo de caja que consiste en la comparación de los costos del proyecto y los beneficios durante la vida útil del proyecto. Este constituye el indicador primario para la evaluación de cada alternativa, e independientemente del TIR, también se calcula el valor actual neto (VAN) para estimar la magnitud de los beneficios agregados del proyecto.

### (3) Componentes de los Costos y Beneficios del Proyecto

#### (a) Beneficios

Los beneficios cuantificables que se atribuyen al desarrollo integrado de los recursos hídricos del río Cañete se explican brevemente a continuación:

| <u>Sectores</u>  | <u>Beneficios Tangibles Anticipados</u>  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento de Agua para uso D/I para Lima:</li> </ul> | <p>Los beneficios directos del abastecimiento de agua para uso D/I para Lima provienen de la venta de la nueva producción de agua a la población. Para el plan maestro actual, sólo se considera el abastecimiento de agua cruda del río Cañete a los distritos sureños de Lima con un volumen de 5 m<sup>3</sup>/s.</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de Energía Hidroeléctrica</li> </ul>           | <p>Para propósitos de evaluación económica, se elaboraron dos alternativas para la expansión del Sistema Interconectado Nacional, una es llamada situación “Con Proyecto” que concibe el desarrollo de plantas hidroeléctricas en El Platanal y Morro de Arica y la otra es la situación “Sin Proyecto”, en la cual se propone una demanda eléctrica para satisfacer la expansión del Sistema Interconectado Nacional con la instalación de una turbina de gas adicional (300 MW) para sustituir a la generación de energía hidroeléctrica. Los beneficios derivados de la generación de energía hidroeléctrica se expresan, entonces, como un costo de energía alternativo, capital y gastos corrientes para la instalación y operación y mantenimiento de esta turbina de gas adicional, el cual se obtiene como el balance de inversión y gastos corrientes para la generación de energía térmica entre la situación “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrigación :</li> </ul>                                   | <p>Los beneficios atribuidos al desarrollo del nuevo sistema de irrigación se expresan como superávit neto de la producción agrícola (valor de producción menos costo de producción) para cubrir toda el área beneficiada por el sistema de riego, y aquellos beneficios provenientes de la mejora de los distritos de riego existentes son el balance del excedente neto de la producción agrícola entre la situación “Sin” proyecto y la situación “Con” proyecto.</p>   |

(b) Costos

El costo para diferentes escenarios se compone de los costos directos (costo de capital y costo recurrente para la construcción, operación y mantenimiento de las obras de ingeniería) y costos indirectos (costo de administración, servicios de ingeniería y contingencias físicas y económicas). Los costos directos, a su vez, son representados por el desarrollo de las presas (Paucarcocha, Morro de Arica, y San Jerónimo) y la instalación de estructuras necesarias para la producción máxima de los beneficios previstos. Mientras tanto, los costos indirectos se componen del costo de los servicios de administración y de ingeniería (10% de los costos directos), contingencias físicas (10% del costo directo), contingencias de precios (3% de la suma de los costos directos, de servicios de administración e ingeniería y de contingencia física).

(4) Estimación de los Costos y Beneficios

(a) Beneficios

Abastecimiento de agua para uso D/I a Lima

Las tarifas establecidas por SEDAPAL se basan en el costo marginal expresado en valor actual neto del capital y del costo recurrente. De acuerdo con el Plan Maestro de SEDAPAL, los costos recurrentes y el capital expresados en precios de mercado fueron convertidos en precio económico con un factor de conversión de 0.64 en promedio. De esta manera, se determinan los valores económicos y financieros del “agua cruda” a ser utilizados en la estimación del beneficio del proyecto, tal como sigue:

| Año         | Valor Unitario del Agua Cruda (US\$/m <sup>3</sup> ) |                  |
|-------------|--|------------------|
|             | Precio de Mercado                                    | Precio Económico |
| 2005        | 0.288  | 0.184            |
| 2006 – 2019 | 0.321  | 0.205            |
| 2010 – 2035 | 0.953  | 0.610            |

El agua cruda a ser producida según este plan maestro asciende a 157.68 MMC/año (5 m<sup>3</sup>/s), que va a ser conducida a Lima con una eficiencia del 95%, equivalente a 149.78 MMC/año. Se obtiene, entonces, un monto anual de los beneficios del proyecto, tal como aparecen en la siguiente tabla.

| Año         | Beneficios previstos para 5 m <sup>3</sup> /s (US\$/año) |                  |
|-------------|--|------------------|
|             | Precio de Mercado  | Precio Económico |
| 2005        | 43,136,640   | 27,559,520       |
| 2006 – 2019 | 48,079,380   | 30,704,900       |
| 2010 – 2035 | 142,740,340  | 91,365,800       |

### Generación de Energía Hidroeléctrica

Los Beneficios acumulados para la compañía de generación hidroeléctrica constan del costo de inversión para la instalación de una turbina adicional a gas con una capacidad de 300 W (US\$150 millones), el costo fijo de operación y mantenimiento de este equipo (US \$ 2.6 millones /año) y el costo variable, por consumo de combustible (U.S.\$ 31.9 millones/año) para la operación del equipo (Refiérase a la Sección 5.2.2 (3)1).

### Irrigación

La conversión del precio de mercado de los productos agrícolas y de los insumos de producción agrícola (semillas, plantas, fertilizantes, agroquímicos, maquinaria agrícola y mano de obra, etc.) a precio económico se ha realizado de conformidad con los lineamientos (“Actualización de los Precios de Eficiencia para los Estudios de Factibilidad de Subproyectos de Riego y Drenaje”) elaborados por el Ministerio de Agricultura para el Programa del Sub-Sector Irrigación.

Como consecuencia, el precio de granja y el presupuesto para cultivos calculados según el precio de mercado en la Sección 4.3.4, han sido expresados en precio económico para obtener los beneficios agrícolas netos en precio económico (precio de eficiencia). Los beneficios agrícolas netos calculados según los precios de mercado y los precios económicos en la etapa de maduración de la producción agrícola para el respectivo proyecto de irrigación son descritos a continuación.

| Proyectos de Irrigación | Beneficios Agrícolas Netos (US\$/año) |                  |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------|
|                         | Precio de Mercado                     | Precio Económico |
| Valle de Cañete         | 4,512,000                             | 7,580,000        |
| Concón-Topará           | 66,384,000                            | 78,333,000       |
| Pampas de Alto Imperial | 3,027,000                             | 3,663,000        |

#### (b) Costos

Siguiendo un procedimiento similar empleado para estimar el precio económico de los beneficios, el capital y los costos recurrentes para la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras han sido convertidos de precio de mercado a precio económico con el uso de diferentes factores de conversión, y la suma total del capital y los costos recurrentes para el desarrollo de la infraestructura de cada alternativa ha sido expresada tanto en precios de mercado como en precios económicos de la siguiente manera:

Unidad: En millones de US\$

| Alternativas | Costo de Capital (Total) |                  | Costo Recurrente (Anual) |                  |
|--------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
|              | Precio de Mercado        | Precio Económico | Precio de Mercado        | Precio Económico |
| Caso 1.1     | 655.53                   | 544.09           | 2.17                     | 1.69             |
| Caso 1.2     | 889.30                   | 738.12           | 2.85                     | 2.22             |
| Caso 2.1     | 595.40                   | 494.18           | 4.84                     | 3.78             |
| Caso 2.2     | 475.49                   | 394.66           | 3.63                     | 2.83             |
| Caso 3.1     | 1,392.49                 | 1,155.77         | 7.64                     | 5.96             |
| Caso 3.2     | 841.11                   | 698.12           | 4.70                     | 3.67             |
| Caso 3.3     | 902.48                   | 749.06           | 6.29                     | 4.91             |

(5) Estructura de Costos y Beneficios para los Escenarios de Desarrollo Respectivos

Con el fin de calcular el TIR, y el VAN, se estructuró el flujo de caja de acuerdo con los siguientes principios.

(a) Beneficios

Suministro de agua para

uso D/I para Lima:

Se asume que el agua cruda a ser derivada del Cañete sería conducida al sur de Lima a principios del año 2011 hasta el año 2039. En concordancia con lo estipulado en la Sección 5.2.3. (4) 1) se estima los beneficios a un valor constante de US\$ 48,079,380 a precio de mercado y US\$ 30,704,900 a precio económico para el período 2010 – 2019 y US\$ 142,740,340 a precio de mercado y US\$ 91,365,800 a precio económico para el período 2020 – 2039.

Generación de Energía

Hidroeléctrica:

La instalación de una turbina a gas adicional es necesaria par al cuarto año (año 2003) desde el inicio del proyecto, los gastos corrientes para la operación y mantenimiento del equipo están programados a partir del quinto año (año 2004) hacia adelante. Se calcula una vida útil de la turbina a gas de 15 años, de modo que se requerirá de un cambio de equipo para el año 20 (año 2019). Por lo tanto, los beneficios atribuibles a la generación de energía hidroeléctrica se estiman de acuerdo con este cronograma de instalación.

Desarrollo de Irrigación:

Los beneficios atribuibles a las nuevas instalaciones y al mejoramiento del sistema existente de irrigación son, en general,

producidos poco después de ser puestos en operación los nuevos y mejorados sistemas, esto es, a partir del año 2005. Sin embargo, es importante mencionar que los cultivos permanentes y no tradicionales propuestos en los nuevos proyectos de desarrollo agrícola experimentarían un período de transición hasta conseguir los beneficios esperados. Siguiendo este supuesto, los beneficios totales agrícolas alcanzarían en el año 5 para el Valle del Cañete y en el año 7 para las Pampas de Alto Imperial y Concón-Topará.

(b) Costos

Se asigna un costo de capital para el desarrollo de la infraestructura durante cinco años, en los cuales los dos primeros años están destinados al diseño y preparación de las obras de desarrollo, mientras que se programan la construcción de obras mayores durante los siguientes tres años. Los costos de operación y mantenimiento son asignados en un horizonte de 30 años después de la puesta en operación de la infraestructura completa. En este flujo de caja, se toma en cuenta los valores residuales de las obras civiles y del equipamiento cuya duración todavía está sujeta a la validez de la vida del proyecto.

(6) Resultados de la Evaluación

Las TIR y los VAN económicos y financieros para los respectivos escenarios de desarrollo se resumen en la siguiente tabla. Para calcular el VAN, se aplicó una tasa de descuento del 12% siguiendo la práctica predominante en el Perú.

| Escenarios/<br>Alternativas | TIR (%)    |           | VAN en 12% (US\$ x 10 <sup>3</sup> ) |           |
|-----------------------------|------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
|                             | Financiero | Económico | Financiero                           | Económico |
| Caso 1.1                    | 17.1       | 14.2      | 156.1                                | 56.4      |
| Caso 1.2                    | 17.2       | 11.2      | 260.0                                | -24.8     |
| Caso 2.1                    | 15.6       | 16.9      | 118.0                                | 148.6     |
| Caso 2.2                    | 15.8       | 15.9      | 87.8                                 | 81.5      |
| Caso 3.1                    | 12.6       | 13.0      | 36.7                                 | 46.5      |
| Caso 3.2                    | 15.0       | 14.3      | 137.3                                | 83.8      |
| Caso 3.3                    | 16.1       | 16.4      | 208.3                                | 184.7     |

Los indicadores arriba mencionados expresan que todas las alternativas, excepto el Caso 1.2, han sido consideradas como factibles tanto económica como financieramente para su implementación, teniendo en cuenta que sus TIR superan el costo de oportunidad de capital en el Perú, que se calcula en aproximadamente 12%.

Cabe resaltar aquí que las TIR y los VAN están, en realidad, subestimados debido a que los beneficios acumulados por el caudal mínimo de mantenimiento (4.3 m<sup>3</sup>/s ó 1.0 m<sup>3</sup>/s) no forman parte de los beneficios tangible dado su carácter intangibles no sujeto a cuantificación. Es así que se considera que los beneficios del desarrollo integral de los recursos hídricos de la Cuenca del Río Cañete son considerablemente mayores que aquellos cuantificables, aun cuando no debería

tomarse en cuenta los beneficios secundarios socio-económicos intangibles, tales como el efecto a la salud pública debido al abastecimiento de agua doméstica por tuberías, generación de oportunidades de trabajo, desarrollo de la industria basada en la agricultura, incremento de la comercialización de productos y servicios, etc.

### **5.3 Análisis Económico y Financiero del Esquema Mantaro-Carispacha**

#### **5.3.1 Introducción**

Tal como se mencionó en la Sección 4.3.3 –SEDAPAL llevó a cabo el estudio del plan maestro sobre los Sistemas de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado de Lima y Callao (P/M SEDAPAL) con horizonte hasta el año 2030. En dicho plan maestro, se han forjado cuatro planes alternativos que comprenden el esquema del río Cañete con respecto a la captación y derivación de agua cruda a Lima y Callao; en estos planes alternativos, el esquema del río Cañete compite con el esquema Mantaro – Carispacha dentro del cronograma de implementación a largo plazo del sistema de abastecimiento de agua. En este contexto, bien vale la pena revisar la evaluación económica de estos dos esquemas expuestos en el plan maestro de SEDAPAL con el ingreso de información actualizada sobre el capital y el costo recurrente, así como la consideración de métodos sofisticados de ingeniería.

#### **5.3.2 Comparación del Esquema Cañete con el Esquema Mantaro-Carispacha**

Para esta comparación, las obras de ingeniería y el costo para ambos esquemas abarcan la regulación, derivación y conducción del agua cruda a las plantas de tratamiento de agua propuestas tal como se describe brevemente a continuación :

- (1) Esquema Cañete: Las aguas del río serán a ser reguladas, elevando una presa nueva en Paucarcocha y construyendo otra nueva presa en Morro de Arica, y derivadas en Zúñiga, mediante la construcción de una toma, para conducir las aguas a Lima a través de canal abierto y tubería.
- (2) Esquema Mantaro-Carispacha: Las aguas del río serán transvasadas del río Mantaro, bombeadas desde el lago Carispacha y derivadas a Lima a través del Sistema Marcapomacocha-Marca III por el río Rímac.

Por otro lado, la comparación entre los esquemas de Cañete y Mantaro – Carispacha desde el punto de vista económico ha sido hecha en primer lugar sobre los siguientes supuestos:

- (a) Cañete P/U (Propósito Único): los recursos hídricos en el esquema anterior deberían desarrollarse nuevamente para el uso exclusivo de suministro de agua doméstica e industrial para Lima.

- (b) Cañete PD (Propósito Dual): la misma comparación se hace bajo la condición que los recursos hídricos del río Cañete deberían desarrollarse para propósito dual, Caso 1.1.
- (c) Cañete P/M-1 (Multipropósito-1): el suministro de agua para uso doméstico e industrial para Lima, la generación hidroeléctrica y la irrigación de Concón-Topará a escala completa con un caudal mínimo de mantenimiento de 1.0 m<sup>3</sup>/s y el desarrollo del agua subterránea, Caso 3.3.
- (d) Cañete P/M-2 (Multipropósito –2): abastecimiento de agua para uso doméstico e industrial para Lima, generación de energía hidroeléctrica e irrigación de Concón Topará a escala completa con un caudal mínimo de mantenimiento de 4.3 m<sup>3</sup>/s, Caso 3.1.

Véase la Tabla 4.3.1 para la definición del Caso 1.1, Caso 3.1 y Caso 3.3.

La evaluación económica de los dos esquemas deberá llevarse a cabo sobre la base de las siguientes premisas, a saber:

(3) Cantidad de Producción de Agua para el Diseño del Esquema Respectivo:

- Producción de agua cruda para el diseño: 5 m<sup>3</sup>/s para ambos esquemas Cañete y Mantaro
- Generación de energía eléctrica: 270 MW (supuesto por razones de simplificación).
- Irrigación para Concón-Topará: 10 m<sup>3</sup>/s para el Caso 3.1 y Caso 3.3.
- Caudal mínimo de mantenimiento: Cañete – 4.3 m<sup>3</sup>/s para el Caso 3.1 y 1.0 m<sup>3</sup>/s para el Caso 3.3; Mantaro – Carispacha (Rímac) – no considerado.

(4) Alcance de la Estimación de Costos

El costo del capital para las obras de captación, regulación y conducción, de agua, y explotación de agua subterránea incluyendo instalaciones temporales y conexas y el costo recurrente para la operación y mantenimiento. También se están tomando en consideración el costo para los servicios de ingeniería y administración y las contingencias físicas y económicas.

(5) Distribución del Costo de la Construcción de la Presa para Abastecimiento de Agua para Uso Doméstico e Industrial

En lo que a los casos de propósito dual y múltiple se refiere, el costo a ser distribuido en el sector de abastecimiento de agua para uso doméstico e industrial hacia Lima, ha sido determinado en forma proporcional con el denominado “Método de los Costos Desagregados-Beneficios Remanentes (SCRB)”, el cual es el método generalmente recomendado en los Estados Unidos de América para la distribución de costos en proyectos multipropósitos para cuencas hídricas y ampliamente usado por un número de agencias de desarrollo (véase la sección del Informe sobre Socio-Economía y Finanzas para su referencia). En consecuencia,

la distribución de costos para el abastecimiento de agua para uso doméstico e industrial se ha determinado tal como sigue:

- Propósito dual : 50%
- Propósito múltiple : 26% (Caso 3.1) y 22% (Caso 3.3)

(6) Parámetro para la evaluación

Se utilizaron el valor actual neto (VAN) del capital y los costos recurrentes expresados en los precios de mercado. La tasa de descuento utilizada para calcular el VAN es de 12%, referidos a otros proyectos similares de SEDAPAL. Se asignaron 5 años como período de construcción incluyendo las etapas de estudio y diseño y se asumió como vida útil del proyecto 30 años después del inicio de operaciones.

El resultado de la comparación de costos en VAN se resume en las siguientes tablas:

**Esquema Cañete (Propósito Unico) vs. Esquema Mantaro-Carispacha**

Unidad: Millones de US\$

| Esquemas                       |                          | Cañete (P/U) | Mantaro-Carispacha |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|--------------------|
| Sistema de Conducción de Agua  | Costo Total de Capital   | 294.97       | 217.95             |
|                                | Costo Recurrente Anual   | 0.84         | 6.18               |
|                                | Costo Total en VAN       | 204.32       | 176.30             |
| Presa                          | Costo de Capital         | 142.91       | n.a.               |
|                                | Costo Recurrente Anual   | 0.53         | n.a.               |
|                                | Costo Total en VAN       | 99.54        | n.a.               |
| Obras Integrales de Ingeniería | Resumen de costos en VAN | 303.86       | 176.30.            |

Nota: Los costos del proyecto de trasvase de las aguas de Mantaro-Carispacha, fueron revisados y modificados considerando el mismo criterio empleado por el Grupo de Estudio para la estimación de costos

**Esquema Cañete (Propósitos Dual y Múltiple) vs. Esquema Mantaro-Carispacha**

Unidad: Millones de US\$

| Esquemas                       |                          | Cañete            |                     |                     | Mantaro-Carispacha |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                                |                          | P/D<br>(Caso 1.1) | P/M-1<br>(Caso 3.3) | P/M-2<br>(Caso 3.1) |                    |
| Sistema de Conducción de Agua  | Costo Total de Capital   | 294.97            | 294.97              | 294.97              | 217.95             |
|                                | Costo Recurrente Anual   | 0.84              | 0.84                | 0.84                | 6.18               |
|                                | Costo Total en VAN       | 204.32            | 204.32              | 204.32              | 176.30             |
| Presa                          | Costo de Capital         | 71.46             | 46.60               | 184.36              | n.a.               |
|                                | Costo Recurrente Anual   | 0.27              | 0.17                | 0.69                | n.a.               |
|                                | Costo Total en VAN       | 49.77             | 32.42               | 128.45              | n.a.               |
| Agua Subterránea               | Costo de Capital         | n.a.              | 2.66                | n.a.                | n.a.               |
|                                | Costo Recurrente Anual   | n.a.              | 0.13                | n.a.                | n.a.               |
|                                | Costo Total en VAN       | n.a.              | 2.42                | n.a.                | n.a.               |
| Obras Integrales de Ingeniería | Resumen de costos en VAN | 254.09            | 239.16              | 332.77              | 176.30             |



Tal como indica la comparación arriba mencionada, se llega a la conclusión que el esquema Cañete es, desde el punto de vista económico, menos atractivo que el esquema Mantaro-Carispacha. Por lo tanto, es recomendable que la prioridad para la implementación del proyecto abastecimiento de agua para Lima sea dada al esquema Mantaro-Carispacha, antes que al esquema Cañete.

#### **5.4 Cronograma de Implementación**

En la Figura 5.4.1 se muestra el cronograma de implementación para el desarrollo de la cuenca del río Cañete. SEDAPAL ha suspendido la ejecución de la conducción para el abastecimiento de agua D/I para Lima (5 m<sup>3</sup>/s). A continuación se expone brevemente los programas de ejecución de los abastecimientos de agua D/I dentro y alrededor de la cuenca del Cañete, de la rehabilitación de la infraestructura existente de riego, y del proyecto integral El Platanal.

- La expansión del abastecimiento de agua D/I en la cuenca del Cañete (0.87 m<sup>3</sup>/s) se llevará a cabo por etapas para cubrir el crecimiento de la demanda ya sea con agua subterránea o superficial. El abastecimiento de agua D/I para Concón-Topará (0.15 m<sup>3</sup>/s) se ejecutará en el período 2003 – 2007 conjuntamente con la ejecución del correspondiente proyecto de irrigación.
- Se asume que la rehabilitación en marcha del sistema de riego existente en el Valle de Cañete (24,000 ha) será terminada en el 2004. Se asume que el proyecto de Concón-Topará (27,000 ha) se realizará en el período 2003 – 2011.
- Se planea realizar los proyectos hidroeléctricos, que incluyen una presa y una central de 50 MW en Morro de Arica y una central de 220 MW en El Platanal, en el período 2003 – 2006.

De lo anterior, la compañía privada Cementos Lima está llevando a cabo la ejecución de los proyectos hidroeléctricos (Morro de Arica y El Platanal) y de irrigación (Concón-Topará), con la construcción de la presa Morro de Arica. La rehabilitación y mejoramiento del sistema de riego para las tierras agrícolas existentes en el Valle de Cañete se está ejecutando con el financiamiento conjunto del OECF (actualmente JBIC) de Japón y el Banco Mundial.

**Tabla 5.1.1 Estimación Preliminar de Costos para los Escenarios y Casos Alternativos del Desarrollo de los Recursos Hídricos (1/3)**

(US\$ Million)

| Facilities Plan   | Scenario-1        |             |                   |             |
|---|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
|   | Case 1.1 *        |             | Case 1.2          |             |
|   | Construction Cost | O/M Cost    | Construction Cost | O/M Cost    |
| <b>1 Dam only</b>   |                   |             |                   |             |
| 1) Paucarcocha dam ( Earthfill)                           | -                 | -           | 15.72             | 0.03        |
| 2) San Jeronimo-1 (RCC)                                   | -                 | -           | -                 | -           |
| 3) Morro de Arica-1 (High, RCC)                           | -                 | -           | 196.08            | 0.72        |
| 4) Morro de Arica-2 (Low, RCC)                            | 142.91            | 0.53        | -                 | -           |
| <b>2 Hydroelectric Power Station only</b>                 |                   |             |                   |             |
| 1) Morro de Arica-1 (High, RCC)                           | -                 | -           | 42.51             | 0.09        |
| 2) Morro de Arica-2 (Low, RCC)                            | 40.74             | 0.08        | -                 | -           |
| 3) Capillucas *(Hydroelectric Power Station + Intake Dam) | 164.04            | 0.47        | 164.04            | 0.47        |
| <b>3 Water Conveyance (Mountain route)</b>                |                   |             |                   |             |
| 1) 5.0 m3/sec to LIMA                                     | 294.97            | 0.84        | -                 | -           |
| 2) 10.0 m3/sec to LIMA                                    | -                 | -           | 453.37            | 1.20        |
| <b>4 Irrigation Facilities</b>                            |                   |             |                   |             |
| 1) Canete Valley (CV)                                     | 12.87             | 0.26        | 12.87             | 0.26        |
| 2) Altas de Inperial (CLC)                                | -                 | -           | 4.71              | 0.09        |
| 3) Concon - Topara & Chincha Alta-1 (CTP-Full scale)      | -                 | -           | -                 | -           |
| 4) Concon - Topara & Chincha Alta-2 (CTP-Half scale)      | -                 | -           | -                 | -           |
| <b>Total</b>  | <b>655.53</b>     | <b>2.17</b> | <b>889.30</b>     | <b>2.85</b> |

Note: O/M Cost: Operation and Maintenance Cost

**Tabla 5.1.1 Estimación Preliminar de Costos para los Escenarios y Casos Alternativos del Desarrollo de los Recursos Hídricos (2/3)**

(US\$ Million)

| Facilities Plan   | Scenario-2        |             |                   |             |
|---|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
|   | Case 2.1 *        |             | Case 2.2          |             |
|   | Construction Cost | O/M Cost    | Construction Cost | O/M Cost    |
| <b>1 Dam only</b>   |                   |             |                   |             |
| 1) Paucarcocha dam ( Earthfill)                           | 15.72             | 0.03        | -                 | -           |
| 2) San Jeronimo-1 (RCC)                                   | -                 | -           | -                 | -           |
| 3) Morro de Arica-1 (High, RCC)                           | 196.08            | 0.72        | -                 | -           |
| 4) Morro de Arica-2 (Low, RCC)                            | -                 | -           | 142.91            | 0.53        |
| <b>2 Hydroelectric Power Station only</b>                 |                   |             |                   |             |
| 1) Morro de Arica-1 (High, RCC)                           | 42.51             | 0.09        | -                 | -           |
| 2) Morro de Arica-2 (Low, RCC)                            | -                 | -           | 40.74             | 0.08        |
| 3) Capillucas *(Hydroelectric Power Station + Intake Dam) | 164.04            | 0.47        | 164.04            | 0.47        |
| <b>3 Water Conveyance (Mountain route)</b>                |                   |             |                   |             |
| 1) 5.0 m3/sec to LIMA                                     | -                 | -           | -                 | -           |
| 2) 10.0 m3/sec to LIMA                                    | -                 | -           | -                 | -           |
| <b>4 Irrigation Facilities</b>                            |                   |             |                   |             |
| 1) Canete Valley (CV)                                     | 12.87             | 0.26        | 12.87             | 0.26        |
| 2) Altas de Inperial (CLC)                                | -                 | -           | -                 | -           |
| 3) Concon - Topara & Chincha Alta-1 (CTP-Full scale)      | 164.18            | 3.28        | -                 | -           |
| 4) Concon - Topara & Chincha Alta-2 (CTP-Half scale)      | -                 | -           | 114.93            | 2.30        |
| <b>Total</b>  | <b>595.40</b>     | <b>4.84</b> | <b>475.49</b>     | <b>3.63</b> |

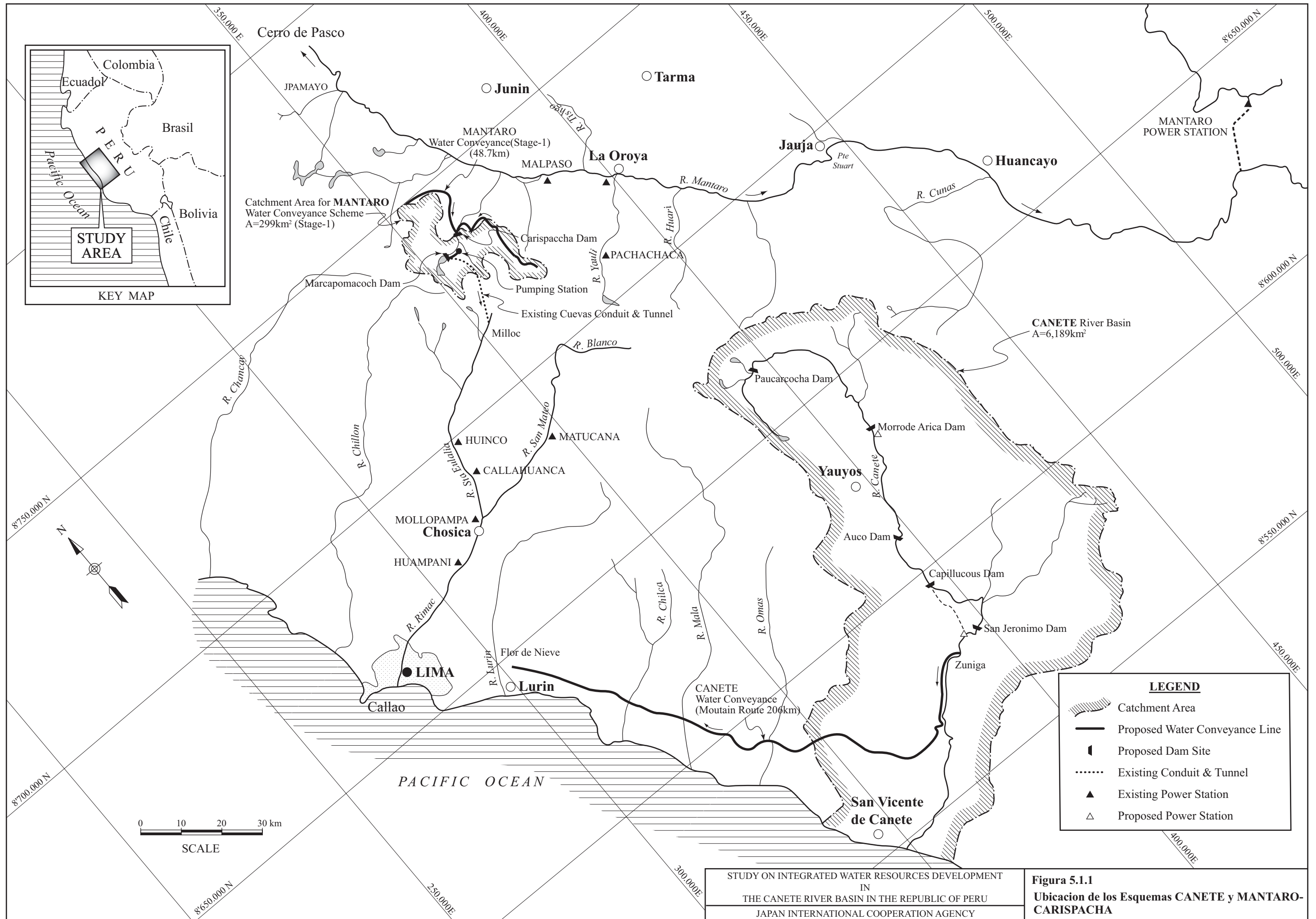
Note: O/M Cost: Operation and Maintenance Cost

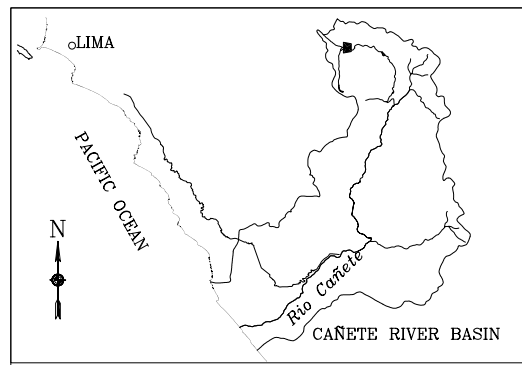
**Tabla 5.1.1 Estimación Preliminar de Costos para los Escenarios y Casos Alternativos del Desarrollo de los Recursos Hídricos (3/3)**

(US\$ Million)

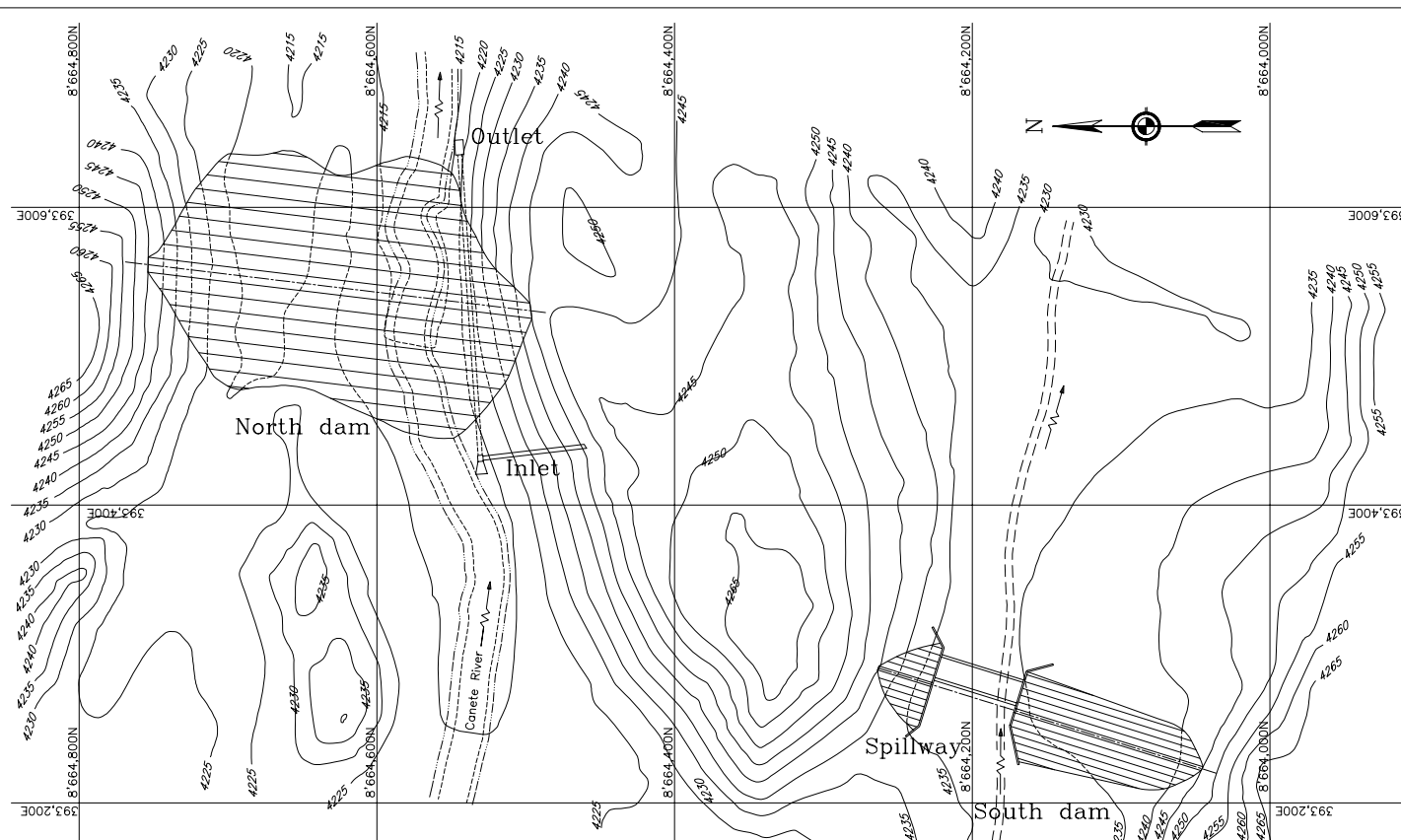
| Facilities Plan   | Scenario-3        |             |                   |             |                   |             |
|---|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
|   | Case 3.1 *        |             | Case 3.2          |             | Case 3.3          |             |
|   | Construction Cost | O/M Cost    | Construction Cost | O/M Cost    | Construction Cost | O/M Cost    |
| <b>1 Dam only</b>   |                   |             |                   |             |                   |             |
| 1) Paucarcocha dam ( Earthfill)                           | -                 | -           | 15.72             | 0.03        | 15.72             | 0.03        |
| 2) San Jeronimo-1 (RCC)                                   | 513.13            | 1.89        | -                 | -           | -                 | -           |
| 3) Morro de Arica-1 (High, RCC)                           | 196.08            | 0.72        | 196.08            | 0.72        | 196.08            | 0.72        |
| 4) Morro de Arica-2 (Low, RCC)                            | -                 | -           | -                 | -           | -                 | -           |
| <b>2 Hydroelectric Power Station only</b>                 |                   |             |                   |             |                   |             |
| 1) Morro de Arica-1 (High, RCC)                           | 42.51             | 0.09        | 42.51             | 0.09        | 42.51             | 0.09        |
| 2) Morro de Arica-2 (Low, RCC)                            | -                 | -           | -                 | -           | -                 | -           |
| 3) Capillucas *(Hydroelectric Power Station + Intake Dam) | 164.04            | 0.47        | 164.04            | 0.47        | 164.04            | 0.47        |
| <b>3 Water Conveyance (Mountain route)</b>                |                   |             |                   |             |                   |             |
| 1) 5.0 m3/sec to LIMA                                     | 294.97            | 0.84        | 294.97            | 0.84        | 294.97            | 0.84        |
| 2) 10.0 m3/sec to LIMA                                    | -                 | -           | -                 | -           | -                 | -           |
| <b>4 Irrigation Facilities</b>                            |                   |             |                   |             |                   |             |
| 1) Canete Valley (CV)                                     | 12.87             | 0.26        | 12.87             | 0.26        | 12.87             | 0.26        |
| 2) Altas de Inperial (CLC)                                | 4.71              | 0.09        | -                 | -           | -                 | -           |
| 3) Concon - Topara & Chincha Alta-1 (CTP-Full scale)      | 164.18            | 3.28        | -                 | -           | 164.18            | 3.28        |
| 4) Concon - Topara & Chincha Alta-2 (CTP-Half scale)      | -                 | -           | 114.93            | 2.30        | -                 | -           |
| <b>Total</b>  | <b>1,392.49</b>   | <b>7.64</b> | <b>841.11</b>     | <b>4.70</b> | <b>890.37</b>     | <b>5.68</b> |

Note: O/M Cost: Operation and Maintenance Cost

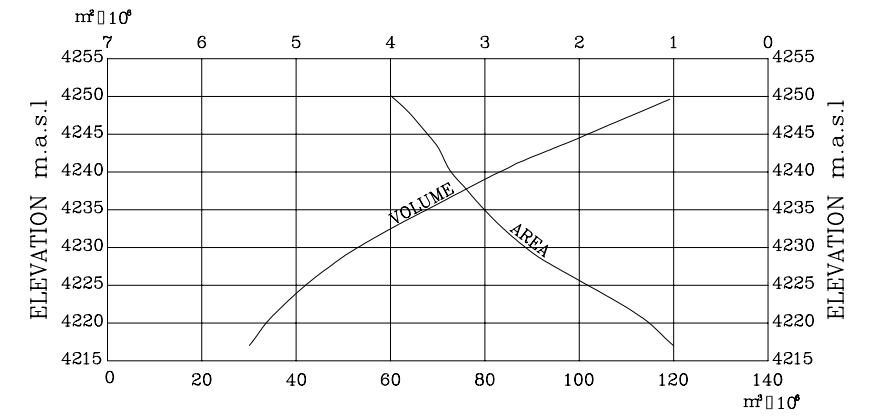
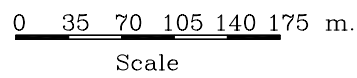




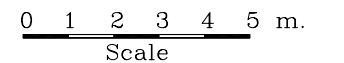
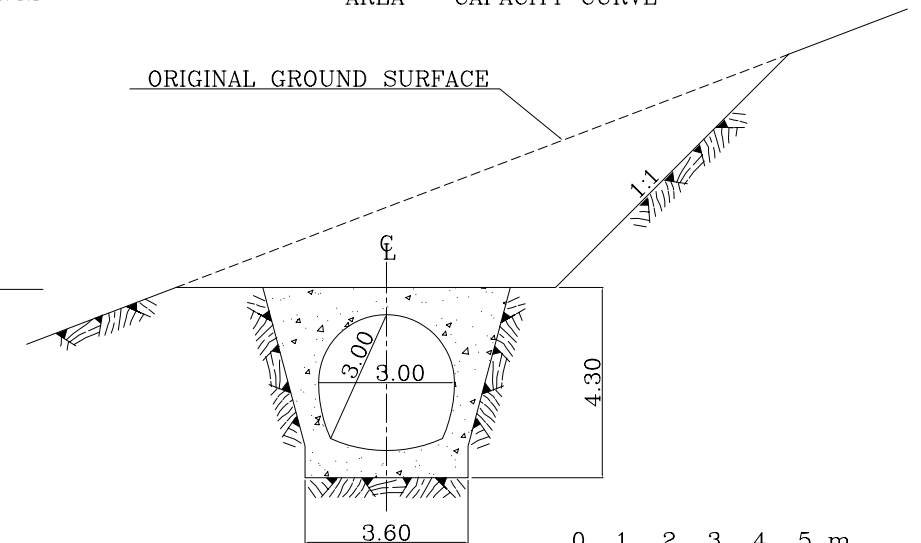
KEY MAP



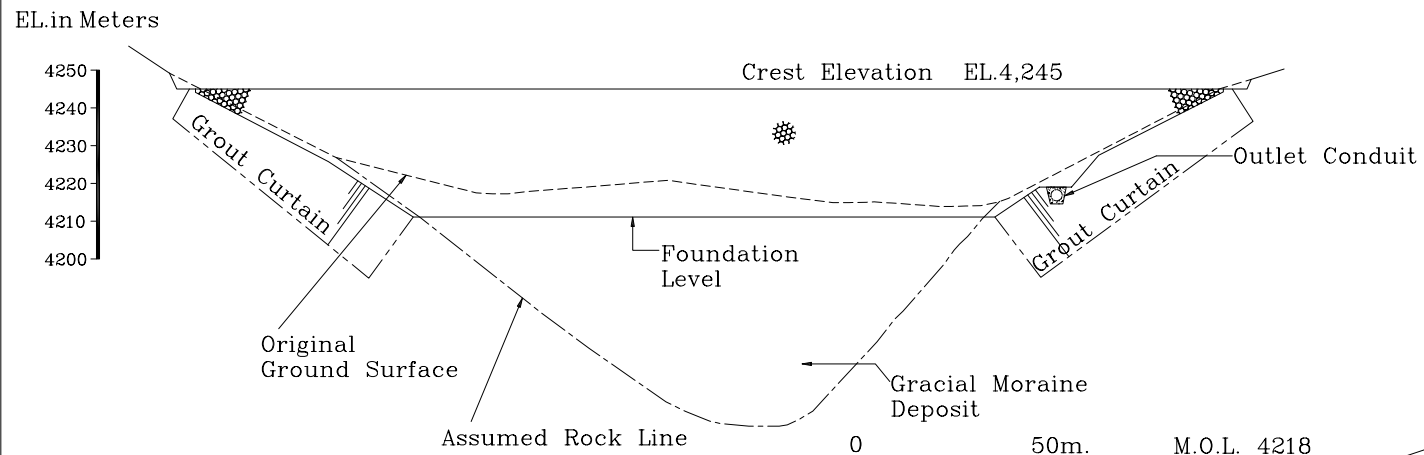
PLAN



PAUCARCOCHA DAM AREA - CAPACITY CURVE

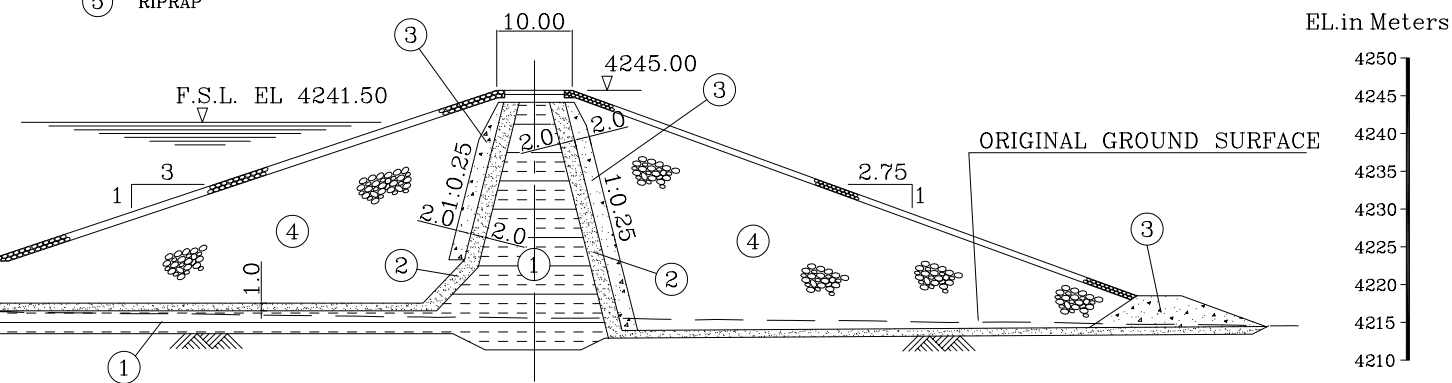


SECTION OF DIVERSION CONDUIT

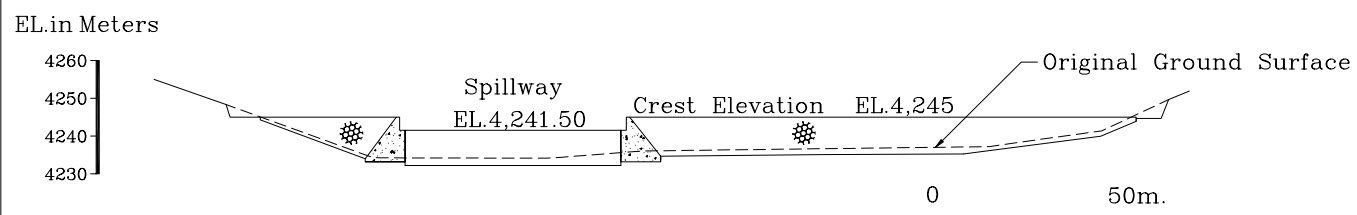


UPSTREAM ELEVATION OF NORTH DAM

- LEGEND
- ① IMPERVIOUS CORE
  - ② FINE FILTER
  - ③ COURSE FILTER
  - ④ PERVIOUS GRANULAR FILL
  - ⑤ RIPRAP



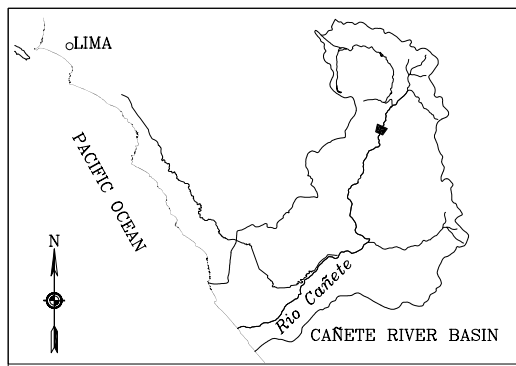
TYPICAL SECTION OF NORTH DAM



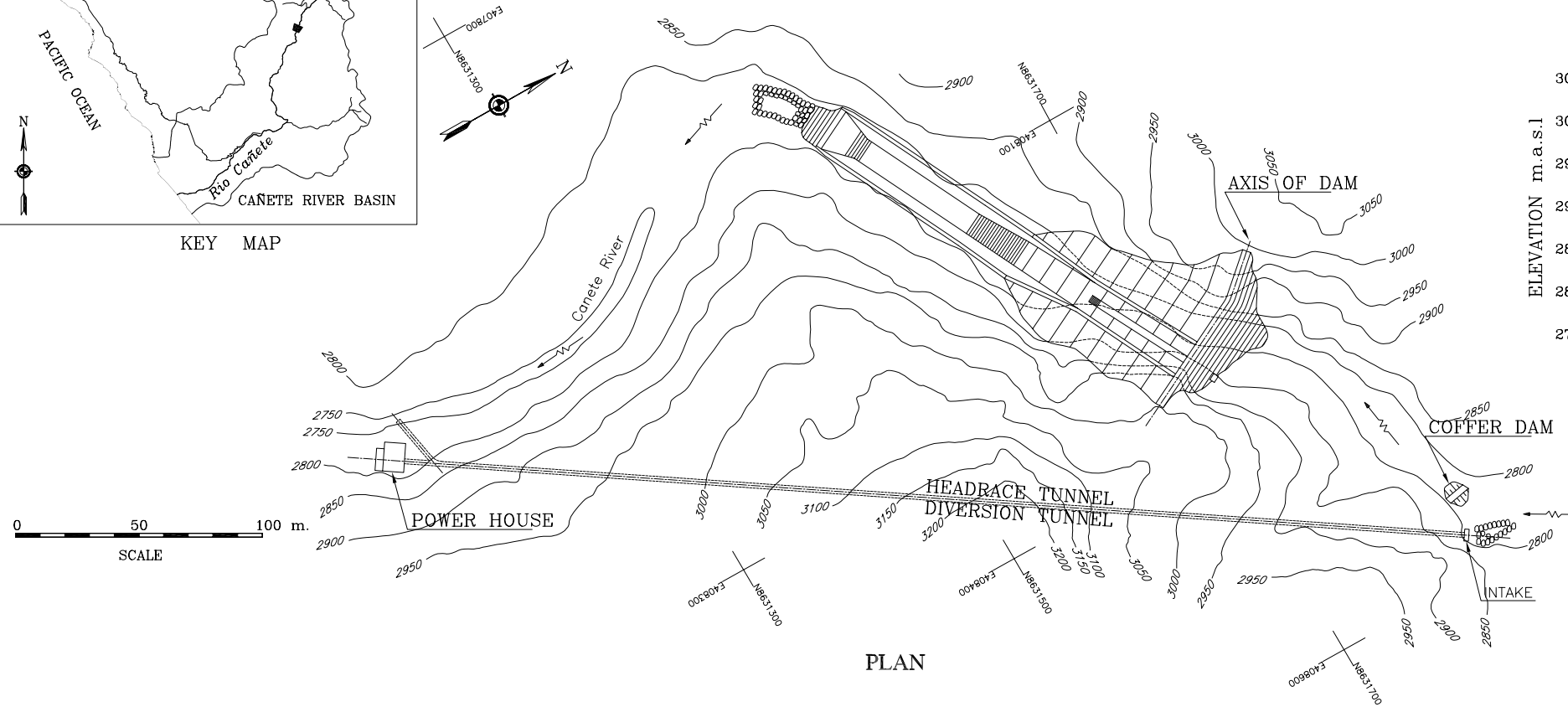
UPSTREAM ELEVATION OF SOUTH DAM

STUDY ON INTEGRATED WATER RESOURCES DEVELOPMENT  
 THE CAÑETE RIVER BASIN IN THE REPUBLIC OF PERU  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

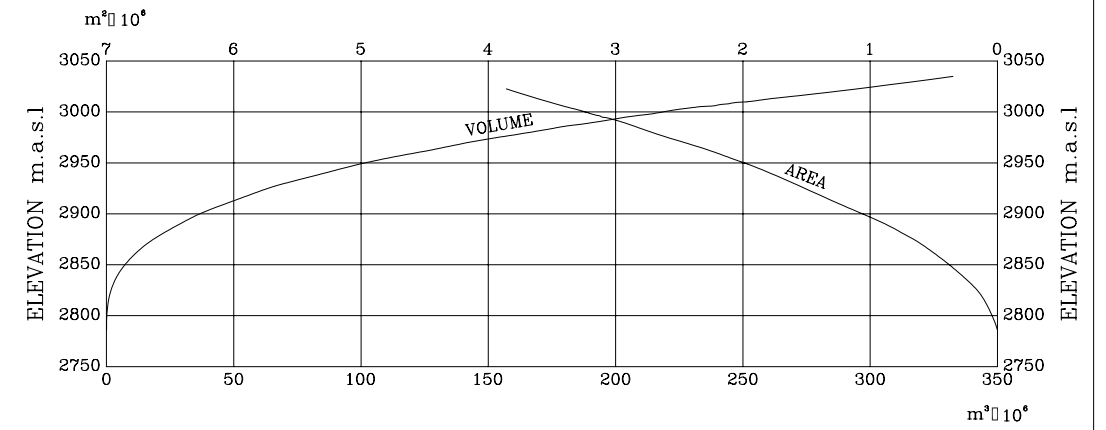
Figura 5.1.2  
 Presa Paucarcocha (Presa de Tierra)



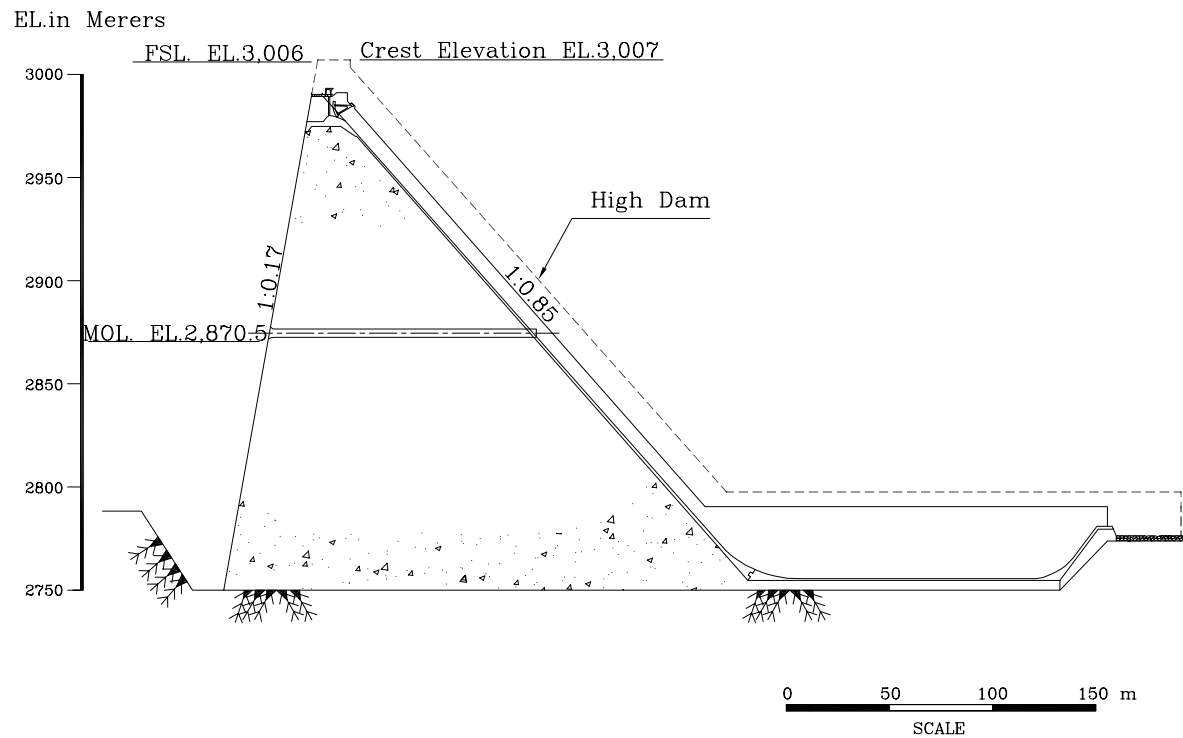
KEY MAP



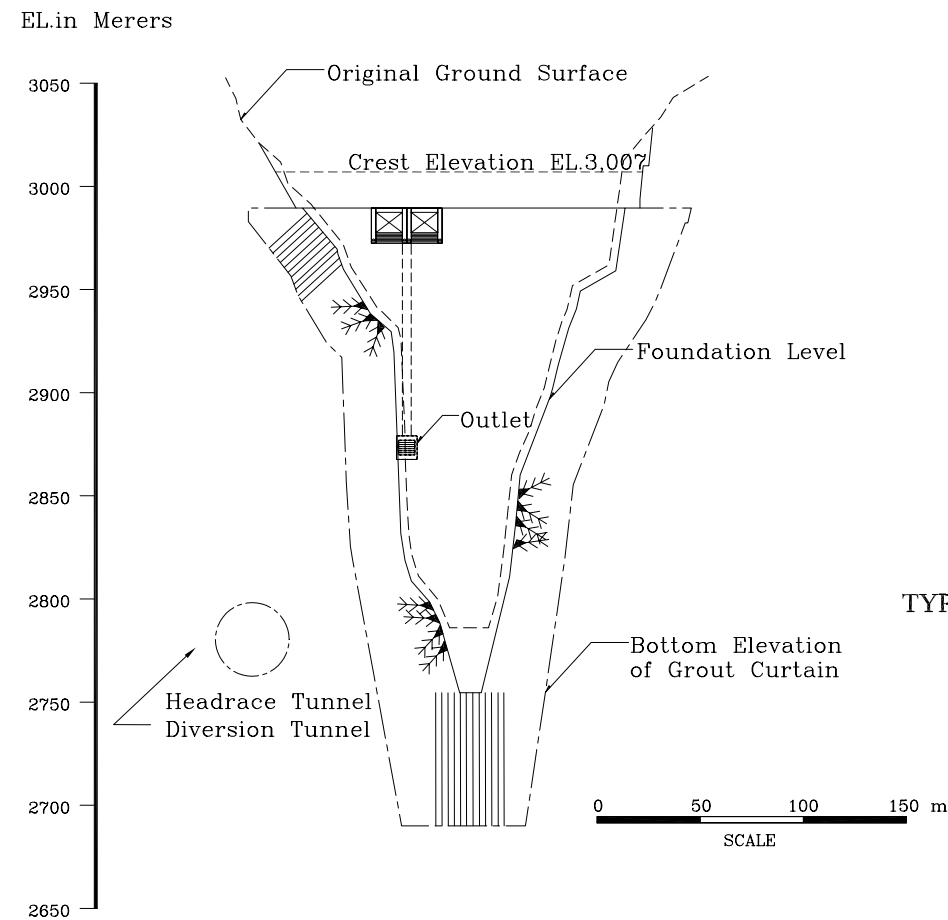
PLAN



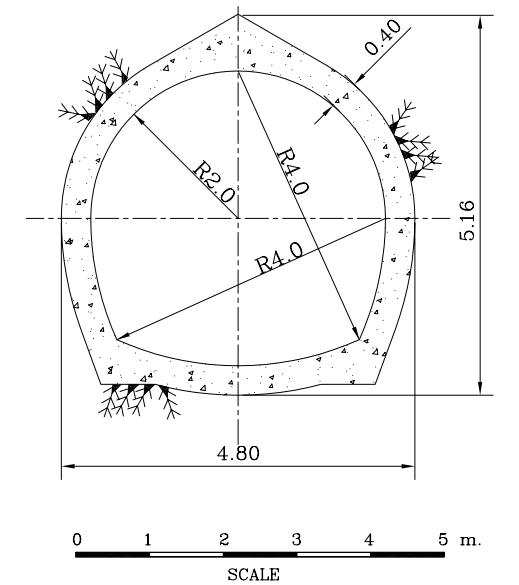
MORRO DE ARICA DAM  
AREA-CAPACITY CURVE



TYPICAL CROSS SECTION OF DAM



UPSTREAM ELEVATION



TYPICAL SECTION OF HEADRACE TUNNEL

Notes:

- 1) Original design prepared by ARPL TECHNOLOGIA INDUSTRIAL S.A.
- 2) Crest Elevation(EL.3.007), FSL(EL.3.006), MOL(EL.2.870.5) for high dam are proposed by the JICA Study Team.