

Por consiguiente, los planes relativos a la construcción de las líneas de conducción nuevas y el mejoramiento de las existentes serán formulados tomando en consideración los factores que se mencionan a continuación.

- a. Las líneas de conducción de agua existentes que son del tipo abierto serán transformadas en líneas de conducción tipo tubería a presión en la totalidad de los tramos objeto de mejoramiento.
- b. Las líneas de conducción ubicadas a lo largo de las faldas de montañas con características topográficas escarpadas serán planificadas para ejecutar las obras haciendo uso de los recursos manuales, con la finalidad de garantizar la protección del medio ambiente. Además, dichas obras serán planificadas prestando atención especial a las medidas de seguridad. Las tierras sobrantes, las tuberías existentes y los trozos de concreto removidos serán transportados y dispuestos en los sitios reservados para tales fines.
- c. Con respecto a la construcción de líneas de conducción de agua dentro de los caminos de uso público, los planes para ejecución de las obras serán formulados prestando atención especial a la instalación de paredes de retención y otras instalaciones temporales con la finalidad de evitar cualesquier riesgo de peligro contra la vida humana o contra los vehículos en tráfico debido al colapso de las superficies de excavación y otros tipos de accidentes afines.

4.4.2 Estudios relativos a las condiciones de diseño

(1) Estudio de la envergadura de las instalaciones

Las varias instalaciones relacionadas con el presente proyecto serán diseñadas tomando en consideraciones las normas y las costumbres de la EMAAP-Q, así como las "Normas de Diseño de las Instalaciones de Suministro de Agua Potable" editadas por el Ministerio de Salud Pública del Japón.

(2) Estudio de las condiciones hidráulicas

1) Caudal de diseño

En principio, la envergadura de las varias instalaciones se decidirá basándose en el caudal planificado.

2) Diseño hidráulico

a) Fórmulas hidráulicas

- La fórmula de Hazen Williams será usada para hacer la planificación y el diseño de las tuberías de conducción de agua.
- Las dimensiones de las secciones transversales de las instalaciones de toma de agua y otras partes afines serán diseñadas utilizando la fórmula de Manning.

b) Coeficiente de velocidad de corriente C, coeficiente de rugosidad n

En el presente proyecto, se adoptan los siguientes coeficientes de velocidad de corriente y coeficientes de rugosidad determinados por el tipo de la línea de conducción de agua (líneas de conducción abiertas y cerradas), el material usado y las condiciones de la superficie.

Material y condiciones	Coeficiente de velocidad C	Coeficiente de rugosidad n
Tubería de acero	100	0,013
Tubería de policloruro de vinilo duro	140	0,012
Tubería de concreto reforzado	130	0,013
Concreto (hormigonado en el sitio)	-	0,015

c) Pérdida de la carga hidráulica

En el diseño hidráulico se toma en consideración las siguientes pérdidas de carga hidráulica:

- Pérdidas de la carga hidráulica causadas por fricción
- Pérdidas de la carga hidráulica causadas por el influjo y escurrimiento
- Pérdidas de la carga hidráulica debido a los cambios en la sección transversal
- Pérdidas de la carga hidráulica causadas por las rejillas

(3) Estudio de las condiciones estructurales

Desde el punto de vista estructural, el cuerpo de las tuberías, los acueductos y otras partes relacionadas con el presente proyecto serán diseñadas de manera económica, tomando en consideración los siguientes factores, características mecánicas del suelo, condiciones relacionadas con la ejecución de las obras y otros factores afines, de acuerdo con los requisitos de las "Normas de Diseño de las Obras de Mejoramiento de las Tierras (Obras de Acueductos - Parte 2, Tuberías, 1988) y las "Normas de Diseño y Planificación de las Obras de Mejoramiento de las Tierras (Obras de Acueductos - Parte 1), 1986" establecidas por la Gerencia de Mejoramiento Estructural del Ministerio de Agricultura, Pesca y Silvicultura.

1) Cargas

Las cargas que se deben tomar en consideración son aquellas consideradas, en vista del tipo de instalaciones, forma de instalaciones, materiales usados, sitio de instalación, condiciones de ejecución, las condiciones naturales y otros factores afines y las necesarias entre el peso propio, la presión hidráulica, la flotabilidad, la fuerza del viento, terremoto, la presión de tierra, la carga vehicular, las cargas de los golpes y las cargas de la muchedumbre.

a) Peso propio:

Los siguientes valores de los pesos por volumen unitario deberán ser tomados en consideración para calcular el peso propio de los diferentes tipos de estructuras.

Material	Peso por volumen unitario (kg/m ³)
Acero	7.850
Concreto armado	2.500
Concreto simple	2.350
Agua	1.000
Tierra (húmeda)	1.800

(4) Instalaciones objeto del diseño

Las instalaciones objeto del diseño se clasifican en instalaciones nuevas e instalaciones sujetas a mejoramiento, como se indica más abajo :

1) Instalaciones nuevas

a) Instalaciones de la nueva fuente de agua

Contenido de las instalaciones : Instalaciones de la obra de toma, desarenador, estación de bombeo e instalaciones afines.

Sitio de construcción : Santa Rosa, en el río El Cinto

b) Instalaciones de la nueva línea de conducción de agua

Tubería desde la estación de bombeo hasta el tanque de descarga que será construido en la entrada del túnel.

c) Instalaciones de la nueva línea de conducción de agua

Parte de la tubería, de las líneas de conducción de agua objeto de mejoramiento (vías de conducción de agua de Pugnagua y de Chimborazo), que será usada para conducir agua a través del tramo del Túnel del Ungüí (1300 metros) y desde la

salida del túnel hasta el nuevo tanque de distribución que será construido a una distancia de aproximadamente 640 metros de la salida del túnel.

2) Instalaciones objeto de mejoramiento

a) Líneas de conducción de agua

• Situación actual de las instalaciones

Las líneas de conducción existentes recolectan las aguas captadas en las fuentes de Chimborazo y de Pugnagua, además de juntar a medio camino las aguas bombeadas provenientes de la estación de bombeo de Cotogyacu, y las conducen al tanque de recolección ubicado en la entrada del túnel. Ellas son líneas de conducción de tipo abierto que utilizan tubos de concreto con diámetros de 250 mm. a 450 mm., y fueron construidas en 1942 y 1952. Actualmente, estas aguas se envían finalmente, a través del túnel, a la planta de tratamiento de El Placer. Sin embargo, se debe tener presente que estas son aguas subterráneas que no necesitan tratamiento de desinfección. Así, en el presente proyecto se proyecta suministrar estas aguas directamente a los sectores ubicados en la parte sudoeste de la ciudad de Quito que no están cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable. Dicho suministro directo se realizará sin pasar por la planta de tratamiento.

Las prolongaciones de los varios tramos objeto de mejoramiento se muestran a continuación.

• Tramo comprendido entre la toma de agua de Pugnagua y el punto de confluencia	:	Largo de 3.780,6 metros (diámetro de 250 milímetros, caudal de diseño de 36 l/s).
• Tramo comprendido entre la toma de agua de Chimborazo y el punto de confluencia	:	Largo de 400 metros (diámetro de 300 milímetros, caudal de diseño de 24 l/s)
• Tramo comprendido entre el punto de confluencia arriba mencionado y el punto de confluencia con el Sistema El Chazo	:	Largo de 5.985,5 metros (diámetro de 300 a 450 milímetros, caudal de diseño de 60 a 85 l/s)
• Tramo comprendido entre el punto de confluencia con el Sistema El Chazo y el tanque de recolección existente ubicado en la entrada del túnel	:	Largo de 295 metros (diámetro de 450 milímetros, caudal de diseño de 189 l/s)
LARGO TOTAL		: 10.461,1 metros

• Puntos problemáticos de las instalaciones existentes

Las líneas de conducción de agua existentes se encuentran en un estado muy desgastado, puesto que ya han pasado 40 a 50 años desde su construcción. Los resultados de los estudios por perforación exploradora realizados en el campo indican

que el concreto, que es el material que constituye el cuerpo de la tubería, se encuentra en condiciones extremadamente obsoletas. Partículas de concreto se despegan de manera bastante frágil cuando se rasca la superficie con la uña. Así se puede juzgar que este material ya ha sobrepasado su vida útil.

En cada uno de los 5 sitios de las perforaciones exploradoras que se han realizado esta vez, ha sido verificada la existencia de 2 o 3 agujeros con fuga de agua en el cuerpo de la tubería. Además, como fenómeno peculiar de este sector, se observa la penetración de raíces y tallos de plantas a través de dichos agujeros y de los registros de inspección (que tienen también las funciones de tuberías encorvadas). Los sólidos en suspensión existentes dentro del agua se adhieren a dichas raíces y tallos para formar bloques grandes que frecuentemente obstruyen el área de penetración del agua de las tuberías. En vista de dicha situación, la EMAAP-Q se fuerza a hacer pasar una cuerda en los tramos comprendidos entre los registros de inspección adyacentes para quitar las raíces y tallos existentes dentro de la tubería, lo cual requiere muchos trabajos.

Además, hay agujeros en el cuerpo de los tubos de conducción de agua, y eso está causando problemas de contaminación de las aguas en las partes medias y más bajas de las líneas de conducción debido a la penetración de aguas sucias causadas por el pasaje de animales domésticos sobre las líneas de conducción instaladas debajo de la superficie del suelo y debido a la penetración de las aguas residuales de los pueblos de las vecindades. Según los estudios del volumen de fuga realizados por la EMAAP-Q, la fuga de agua en el tramo de 2 kilómetros de la parte más alta de la línea de conducción alcanza varios por ciento del caudal.

En vista de los hechos arriba mencionados, se considera conveniente llevar a cabo las obras de mejoramiento en la longitud total de las líneas de conducción de agua.

(5) Selección de los sitios de construcción de las instalaciones

1) Sitio de construcción de la nueva obra de toma, desarenador y estación de bombeo

El presente proyecto propone construir la nueva obra de toma de agua para tomar el volumen de agua proyectado en la parte media del río El Cinto, que es el único lugar disponible en los alrededores del sitio del proyecto. Estudios de campo se realizaron con la finalidad de elegir el sitio de construcción.

Con respecto a la ubicación del sitio de construcción de la toma de agua para tomar el volumen de agua proyectado, desde los puntos de vista de la distancia y de la altitud es más ventajoso elegir un sitio en las vecindades del Túnel del Ungüí. Sin embargo,

como se describe más adelante el caudal de diseño de la toma de agua del presente proyecto es de 310 l/s. Los datos relativos al área de la cuenca y las observaciones del caudal indican que se necesita construir la toma de agua en un sitio ubicado a 6,3 kilómetros más abajo del sitio del túnel. En este caso, la altura de bombeo de la estación de bombeo será de aproximadamente 320 metros. La EMAAP-Q tiene planes para construir la estación de bombeo en este sitio.

Por otro lado, los estudios de campo tomando en consideración las características topográficas, la altitud, la posibilidad de obtención del terreno, el caudal disponible en el río y otros factores afines se llevaron a cabo con la finalidad de elegir un sitio posible para construir la toma de agua en el río El Cinto. El sitio de Santa Rosa (caudal fluvial de 192 l/s) y el sitio arriba mencionado, donde la EMAAP-Q proyecta la estación de bombeo, han sido elegidos como resultado de este estudio, puesto que satisfacen los requisitos mencionados y se juzga que se puede construir.

Así, en el presente diseño básico se ha decidido elegir el sitio de Santa Rosa para construir la toma de agua.

En otras palabras, las aguas del torrente montañoso serán captadas en Santa Rosa, y el volumen que faltó (70 l/s) será bombeado en la estación de bombeo proyectada por la EMAAP-Q para transportar hasta el sitio de Santa Rosa

Las bombas de cada estación de bombeo tendrán las capacidades que se mencionan a continuación:

- Sitio de Santa Rosa:
Descarga de bomba de 310 l/s, altura de bombeo de 163 m, tubería de conducción con diámetro de 600 milímetros y largo de 3,5 kilómetros
- Sitio proyectada por la EMAAP-Q:
Descarga de bomba de 70 l/s, altura de bombeo de 170 m, tubería de conducción con diámetro de 300 milímetros y largo de 2,8 kilómetros

2) Línea de conducción de agua que sale de la estación de bombeo

La ubicación de esta línea de conducción de agua ha sido decidida en la presencia del personal de la EMAAP-Q encargado. La mayor parte de los terrenos donde esta línea de conducción será construida está ubicada dentro de caminos públicos. Parte de esta línea de conducción de agua será instalada dentro del terreno donde está ubicada la línea de conducción de agua existente entre la estación de bombeo de El Molino y el Túnel Ungui.

3) Línea de conducción de agua entre la salida del túnel y el tanque de distribución de agua

Hay actualmente un camino rural, y la nueva línea de conducción de agua será construida dentro del terreno de dicho camino.

4) Mejoramiento de las líneas de conducción de agua que vienen de Pugnagua y de Chimborazo

Esta parte del proyecto se constituye de obras de mejoramiento de la línea de conducción de agua, y en principio las obras serán construidas dentro de los terrenos de las líneas de conducción de agua actualmente existentes (terrenos de la EMAAP-Q).

(6) Características topográficas y geológicas de los sitios de construcción de las instalaciones del presente proyecto

1) Características topográficas

El sitio de construcción de las instalaciones del presente proyecto está ubicado en la parte sudoeste de la ciudad de Quito (altitud media de aproximadamente 2.800 metros), y forma una zona montañosa en las faldas de montañas con alturas de aproximadamente 4.000 metros. Las instalaciones de la nueva fuente de agua están situadas a una altitud de aproximadamente 2.910 metros, y las líneas de conducción de agua están situadas a altitudes variables de aproximadamente 2.900 metros a 3.060 metros.

Puesto que el área del proyecto pertenece a una zona montañosa, los terrenos planos son extremadamente raros, y la mayoría de los pastos naturales usadas para ganadería y las tierras agrícolas de pequeña envergadura están ubicadas en vertientes. El sitio para construcción de las instalaciones de la nueva fuente de agua está situado en una parte relativamente amplia a lo largo del río El Cinto, pero por ser aún estrecho, será necesario allanar la vertiente para preparar un terreno plano. La mayor parte de la línea de conducción de agua que sale de la estación de bombeo estará ubicada en los terrenos de caminos públicos (carreteras provinciales), con una pendiente relativamente suave. Aproximadamente 1/3 de las líneas de conducción de agua objeto de las obras de mejoramiento bajo los auspicios del presente proyecto están ubicadas dentro de los terrenos de caminos construidos en las faldas de las montañas con pendiente escarpada (caminos de pequeña envergadura que no son usados para el tráfico ordinario, sino solamente para fines de operación y mantenimiento de las líneas de conducción de agua). Estos caminos son angostos, con una anchura media de aproximadamente 2 metros, y hay muchos tramos donde el acceso de vehículos es impracticable. Así, las condiciones para ejecución de las obras no son necesariamente buenas.

En las vecindades de los sitios de construcción supuestos para las nuevas instalaciones de toma de agua y de las líneas de conducción de agua, los caminos tienen anchura de 6 a 8 metros, y se someten a trabajos de operación y mantenimiento. Sin embargo, dichos caminos no están pavimentados y los canales laterales no son satisfactorios. Así se necesita tomar cuidado especial durante el tráfico en la estación lluviosa, en vista de las condiciones susodichas y la naturaleza del suelo que se constituye de cenizas volcánicas.

2) Características geológicas

Los trabajos de sondaje fueron realizados en 3 sitios, con la finalidad de estudiar las condiciones geológicas en los sitios elegidos para construir las instalaciones de la obra de toma, desarenador y la estación de bombeo. Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo B-8. La resistencia del suelo es suficiente para soportar las estructuras arriba mencionadas, y se juzga que no será necesario ejecutar ningún tipo de cimentación especial.

(7) Caudal de captación de diseño y caudal disponible para captación

1) Caudal de captación de diseño

La situación de captación y de conducción de recursos hídricos para los sistemas de suministro de agua potable del área del proyecto se muestra en el diagrama esquemático de los sistemas fluviales. Hay actualmente 6 fuentes de aguas (manantiales de aguas subterráneas de buena calidad) que pueden ser usadas como agua potable con sólo el tratamiento de desinfección por cloración. Sin embargo, en la actualidad incluso dichas aguas subterráneas de buena calidad se mezclan con las aguas fluviales superficiales (captadas del río El Cinto) que necesitan tratamiento y se envían a la planta de tratamiento de agua de El Placer, donde se mezclan con las aguas superficiales fluviales provenientes de otros sistemas fluviales y se someten al tratamiento.

El Proyecto Lloa planificado por la EMAAP-Q propone suministrar estas aguas subterráneas a los residentes de los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable, ubicados en la parte sudoeste de la ciudad de Quito, sin construir nuevas plantas de tratamiento de agua. Con la finalidad de alcanzar dicha meta, el proyecto propone mejorar las líneas de conducción por donde pasan las aguas subterráneas para evitar su contaminación, además de modificar la línea de conducción en la línea de tubería de impulsión para aprovechar de manera más eficaz la presión de hidráulica de las fuentes de agua ubicadas en sitios más elevados.

Hay 6 manantiales que producen las aguas subterráneas que serán suministradas a los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable. La Figura 4.1 muestra estos seis manantiales de El Chazo, El Pogyo, Cuchicorral, Pugnagua, Chimborazo y Cotogyacu. El caudal de las aguas subterráneas producidas por estos manantiales totaliza 189 l/s. Puesto que este caudal será desviado a los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable, eso resultará en reducción de la cantidad de agua potable suministrada de la planta de tratamiento de El Placer a las áreas urbanas de Quito. Para solucionar este problema, hay planes para construir nuevas instalaciones de toma para captar los recursos hídricos del río El Cinto, que no están aprovechados todavía, y enviarlos a la planta de tratamiento de El Placer.

El caudal de captación de los recursos hídricos del río El Cinto por medio de las nuevas instalaciones de toma objeto de los estudios de diseño básico realizados esta vez totaliza 239 l/s. Dicho total se constituye de 189 l/s que se sustituirá por aguas desviadas de los manantiales para suministrar a los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable, y de 50 l/s. que se sustituirá por el agua bombeada en la estación de bombeo de El Molino que será eliminada por su desgaste.

El Proyecto Lloa propone suministrar agua potable a los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable arriba mencionados que están ubicados en la parte suroeste de la ciudad de Quito, además de asegurar el suministro de agua a los terrenos residenciales elevados de las vecindades de la planta de tratamiento de El Placer suministrados con agua de dicha planta, donde el suministro de agua se pone impracticable durante las estaciones de la sequía (áreas de suministro insuficiente de agua) como se ha mencionado en 4.2.. Así, el caudal necesario de agua es de 77 l/s. (Refiérase al Anexo B-1).

Actualmente, el sistema fluvial de Lloa suministra un caudal de 279 l/s a la planta de tratamiento de El Placer, como se muestra en el diagrama esquemático de la situación actual de los sistemas fluviales. Por otro lado, la capacidad de conducción hacia la planta de El Placer a través del Túnel del Ungüi es de 350 l/s, y por consiguiente hay un margen de seguridad de solamente 71 l/s. Así el caudal de agua que puede ser desviado de este área al sector de suministro insuficiente de agua arriba mencionado está limitado a 71 l/s.

En vista de las consideraciones arriba mencionadas, la nueva estación de bombeo que será construida en el río El Cinto deberá tener una capacidad total de bombeo de 310

l/s. Dicho total se constituye del caudal de sustitución de 239 l/s y del caudal de suministro a la ciudad de Quito, de 71 l/s.

2) Caudal disponible para captación

El caudal de captación de Santa Rosa a lo largo del río El Cinto, que es el sitio donde las nuevas instalaciones de toma de agua serán construidas, será calculado a través del análisis de los datos de observación del caudal obtenidos por la EMAAP-Q en la corriente principal y en la corriente tributaria (torrente montañoso) del río El Cinto.

- Datos de observación del caudal

El punto de observación de los caudales del río y del torrente montañoso de la EMAAP-Q está ubicado en Palmira, aproximadamente a 6,5 kilómetros aguas abajo del sitio de construcción de la toma de agua. La EMAAP-Q es la organización encargada de las observaciones, y el período de ejecución de observación es de 9 años, desde noviembre de 1986 hasta la actualidad. El Anexo B-3 muestra los datos de observación.

- Datos de observación meteorológica

Hay el observatorio meteorológico de Izobamba situado cerca del sitio del proyecto, estando al sur del sitio con la altura sobre el mar casi igual y los datos de las observaciones se muestran en el Anexo B-7.

El sitio de Santa Rosa, donde será construida la nueva toma, está ubicado aproximadamente 6,5 kilómetros aguas arriba de la estación de observación de caudal de Palmira del río El Cinto. Las áreas de las cuencas se muestran a continuación.

Estación de observación de Palmira : 101,6 km²

Sitio de Santa Rosa : 49,52 km²

(a) Caudal del río

Los resultados de los cálculos del caudal en el sitio de Palmira a partir de los datos de observación arriba mencionados indican un valor máximo de 1.927,1 l/s; un valor mínimo de 619,2 l/s y un valor promedio de 922,1 l/s. Los valores arriba mencionados son los caudales después de la captación de los recursos hídricos en las tomas ubicadas aguas arriba (Tambillo: 40 l/s, El Molino: 50 l/s, Total: 90 l/s).

El caudal del río El Cinto en Santa Rosa, que es el sitio donde será construida la nueva toma, no se mide de manera sistemática. El cuadro siguiente muestra los valores

estimados con el valor de caudal proporcional obtenido por el caudal medido en Palmira.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Media
Caudal máximo	890,3	578,2	659,0	943,5	816,8	533,1	502,4	431,7	426,9	437,7	831,7	578,6	943,5
Caudal promedio	474,3	420,3	451,2	606,3	631,2	439,1	425,6	372,9	369,6	373,1	436,3	417,6	451,5
Caudal mínimo	317,8	349,1	328,9	353,6	469,4	377,7	379,0	303,2	332,5	311,8	331,2	307,7	303,2
Captación aguas arriba	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Caudal diferencial mínimo	227,8	259,1	238,9	263,6	379,4	287,7	289,0	213,2	242,5	221,8	241,2	217,7	256,8

(b) Caudal disponible para captación

Las observaciones del caudal se realizaron durante el estudio de campo ejecutado (10 de febrero de 1995) en Santa Rosa, que es el sitio de construcción de la toma, con la finalidad de confirmar el caudal del río. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente. Como se puede observar, hay una diferencia con los valores del caudal obtenidos por medio del caudal proporcional. En los años normales, la precipitación pluviométrica presenta valores bastante grandes en la temporada cuando se realizó el estudio. Sin embargo, este año (1995) no hubo lluvias en enero, y el nivel del río se puso muy bajo. Así se considera que el caudal medido es equivalente al valor de la temporada de la sequía.

En vista de las consideraciones arriba mencionadas, se considera el caudal de 192 l/s medido durante los estudios realizados esta vez, que corresponde al valor durante la temporada de la sequía, sea el caudal disponible para captación en Santa Rosa.

Valores medidos del caudal (cuando la ejecución del estudio de campo)

Fecha de medición	Sitio de medición	Altitud (m)	Caudal (l/s)	Observaciones
1995.2.10	Sitio de construcción de la toma en el río El Cinto	2.910	192	Con adición de las aguas captadas en Cotogyacu y El Molino
1995.2.10	Estación de medición de Palmira, del río El Cinto	2.650	826	
1995.2.10	Torrente montañoso (Chalguayacu)	2.910	8	

3) Caudales de diseño

Los caudales de diseño de las instalaciones que serán construidas y mejoradas de acuerdo con este diseño básico se muestran en el diagrama esquemático de los sistemas fluviales del proyecto de la Figura 4.2. Como se muestra en esta figura, el caudal fluvial en el sitio de construcción de la toma en el río El Cinto es de 192 l/s. Puesto que

dicho caudal es 118 l/s menos del caudal de diseño del proyecto, la EMAAP-Q proyecta cubrir lo que falta captando 40 l/s en el torrente montañoso de Chimborazo, 8 l/s en el torrente montañoso de la vecindad de la toma, además de 70 l/s en el sitio aguas abajo del río El Cinto para enviar las cantidades adicionales al sitio de la toma. La EMAAP-Q realizará estudios relativos a esta alternativa, tomando en consideración los costos de construcción, así como los costos de operación y mantenimiento necesarios. De entre las 3 tomas arriba mencionadas, los recursos hídricos provenientes del sitio aguas abajo serán bombeados, pero las aguas de los dos demás sitios podrán ser suministros a través de la conducción natural por gravedad.

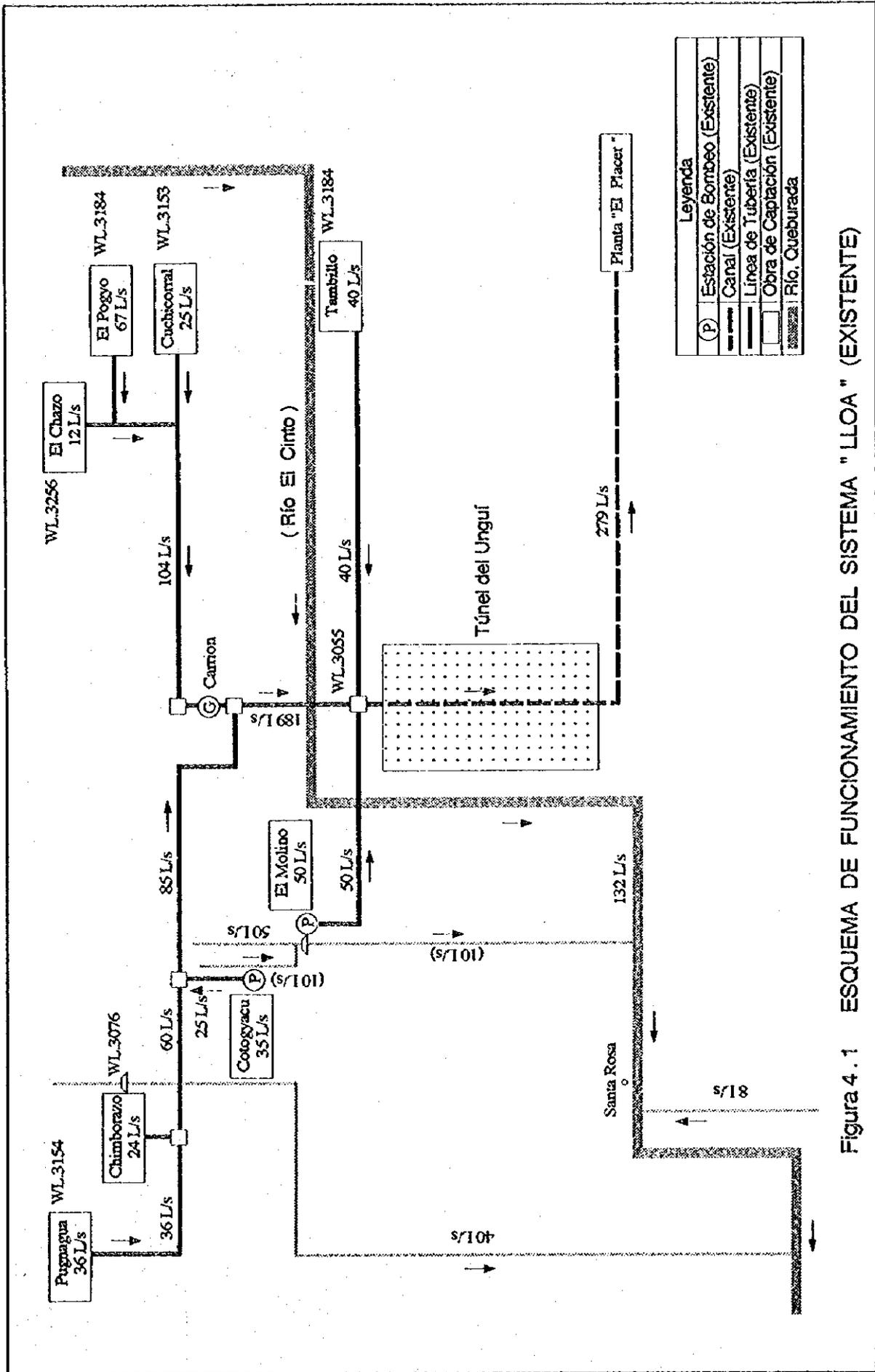


Figura 4.1 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA "LLOA" (EXISTENTE)

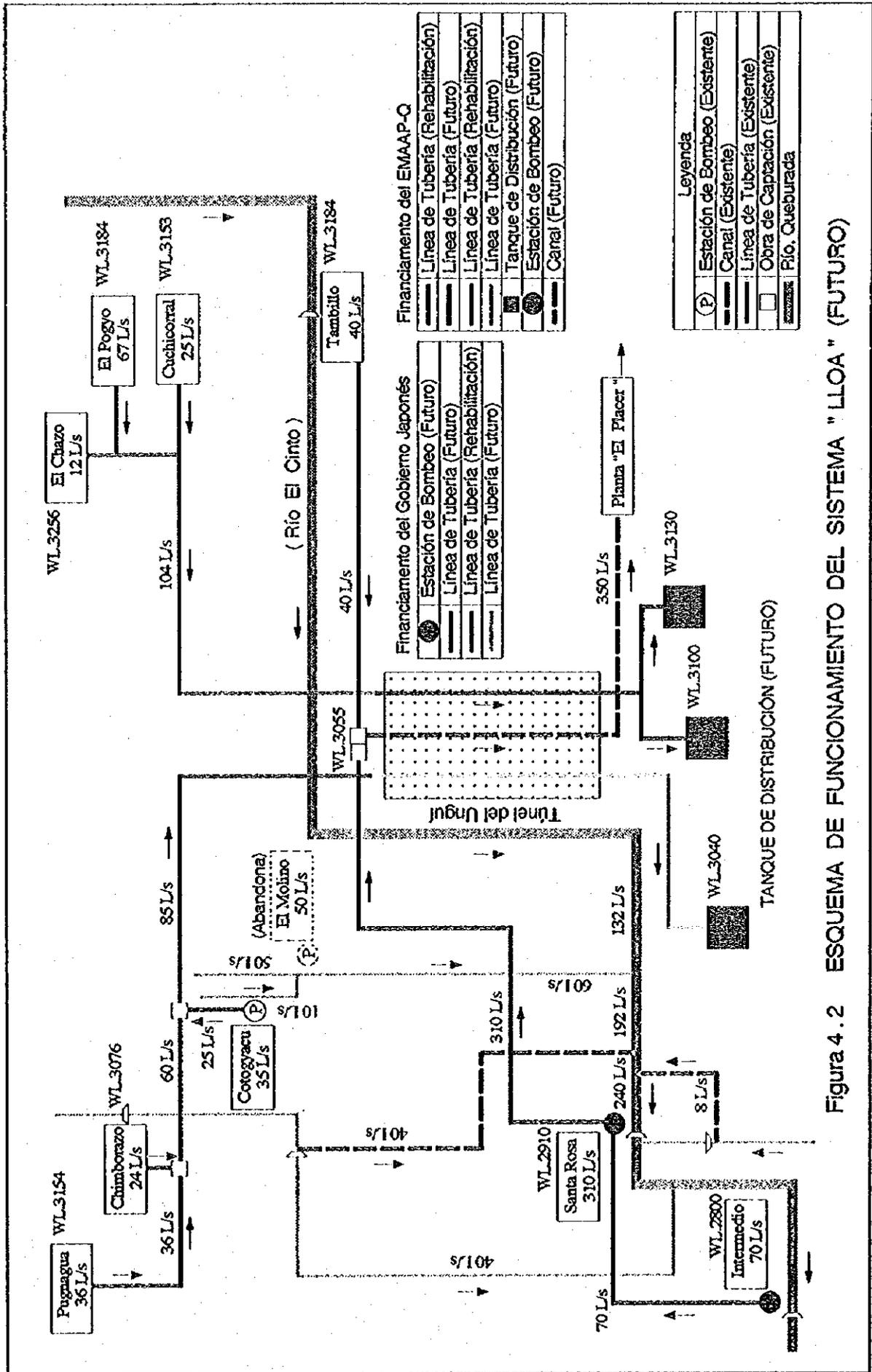


Figura 4.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA "LLOA" (FUTURO)

(8) Estudio de la calidad del agua de las fuentes (pertinencia como fuentes de agua potable)

Los resultados del examen relativo a la calidad de las fuentes de agua que serán usadas en el presente estudio de diseño básico, o sea su pertinencia como fuente de agua potable, se describen a continuación (refiérase al Anexo B-4).

- Aguas subterráneas de los manantiales:

Las aguas subterráneas se producen en los 3 manantiales ubicados en zonas montañosas, o sea Pugnagua, Chimborazo y Cotogyacu. Las aguas subterráneas producidas en estos manantiales son puras, y apropiadas para el uso como agua potable.

- Aguas superficiales del río El Cinto:

El punto problemático más serio relativo a las aguas superficiales del río El Cinto es el desagüe de las aguas cloacales del pueblo de Lloa de aproximadamente 1.800 habitantes, ubicado aproximadamente a 2,5 kilómetros aguas arriba de la toma. Dichas aguas cloacales, que totalizan un volumen diario de aproximadamente 233 metros cúbicos, son desaguadas directamente al río El Cinto sin ningún tratamiento. Con respecto a este aspecto, se ha analizado la calidad del agua fluvial más arriba y más abajo del punto de desagüe de las aguas cloacales, en el punto de construcción de la toma de agua. Además del agua fluvial, se ha analizado también la calidad de las aguas negras. Dichos trabajos analíticos tienen también la finalidad de examinar la situación de contaminación de las aguas por los pesticidas agrícolas. Como resultado de dichos trabajos analíticos, no se constató la contaminación de las aguas superficiales por los pesticidas agrícolas. Sin embargo, las aguas negras están ejerciendo su influencia nociva. En la situación actual, en la cual las aguas negras de Lloa desaguan de manera directa en el río El Cinto sin ningún tratamiento, las aguas superficiales de este río son inadecuadas como fuente de agua potable.

Para hacer frente a esta situación, se necesita someter las aguas negras de Lloa a un tratamiento adecuado en una estación de tratamiento instalada antes de descargarlas en el río El Cinto.

4.4.3 Plan básico

(1) Terrenos y disposición de las instalaciones

El plan de disposición de las instalaciones se muestra en el plano de diseño básico. El contenido de los estudios relativos a las condiciones de disposición de cada una de las instalaciones se describe a continuación.

1) Instalaciones de toma de agua

Los ítems que se mencionan a continuación se tomaron en consideración en los estudios para elegir la ubicación de las instalaciones de toma de agua.

- a) Disponibilidad del caudal de diseño
- b) Disponibilidad de un amplio terreno, que posibilite la construcción de la toma, desarenador y estación de bombeo de manera adyacente dentro de un mismo sitio.
- c) Estabilidad del lecho del río
- d) Facilidad de acceso

El sitio de Santa Rosa (3,5 kilómetros aguas abajo del Túnel Ungui), en el río El Cinto, ha sido elegido puesto que satisface dichas condiciones. El río El Cinto es un torrente montañoso rápido que fluye por los valles, y las vecindades del sitio elegido no presenta características topográficas planas. Por consiguiente, se necesita ejecutar obras de preparar los terrenos planos en el sitio de construcción de la toma cargada por las autoridades ecuatorianas.

2) Ruta de las líneas de conducción de aguas

La ruta de la línea conducción de agua (línea de conducción de agua de El Cinto) será construida en la ruta de distancia mínima desde la toma de agua hasta la entrada del Túnel Ungui, a lo largo del camino público (carretera provincial). A partir de la entrada del Túnel Ungui el agua se conectará a la línea de conducción existente (acueducto de concreto reforzado de sección rectangular). A partir de la estación de bombeo de El Molino, ubicada aproximadamente a 1,2 kilómetro aguas arriba de la toma de agua del proyecto, la nueva línea de conducción será construida paralelamente a la línea de conducción existente ($\varnothing 350$ mm., tubería de acero). Esta línea de conducción de agua deberá ser construida debajo del camino público, por el problema de adquisición de terrenos.

3) Rutas de mejoramiento de las líneas de conducción de aguas existentes

Como se muestra en la Figura • Diagrama de Disposición de las Instalaciones, las rutas de mejoramiento de las líneas de conducción de aguas existentes (líneas de conducción

de aguas de los sistemas de Pugnagua y de Chimborazo) siguen las rutas existentes. Nuevas líneas de conducción de aguas serán construidas en el tramo del Túnel Unguí y en la sección comprendida desde la salida del túnel hasta el tanque de distribución de agua que será construido por la EMAAP-Q. La tubería dentro del túnel será dispuesta de manera paralela a la línea de conducción del sistema de El Chazo que será construida por la EMAAP-Q. En el tramo hasta el tanque de distribución de agua, las tuberías serán instaladas debajo de los caminos públicos existentes, por las restricciones relativas a la disponibilidad de terrenos.

(2) Diseño de las instalaciones

El diseño básico de las instalaciones de la toma de agua (presa de toma, tanque de sedimentación de arena), estación de bombeo, línea de conducción de agua nueva, línea de conducción de agua mejorada ha sido formulado basándose en los resultados de los estudios de campo realizados esta vez. Los contenidos del diseño se describen a continuación.

1) Construcción de las nuevas instalaciones de toma de agua del río El Cinto

Las nuevas instalaciones de toma de agua que serán construidas en Santa Rosa, en el río El Cinto, se constituyen de la presa de toma, el desarenador y las demás instalaciones relacionadas.

a) Presa de toma de agua

Tipo de la presa	:	Presa fija (tipo flotante)
Caudal de toma de diseño	:	Caudal de toma de diseño 0,24 m ³ /s
Nivel de toma de agua de diseño	:	W.L. 2910,60 m
Método de toma de agua	:	

El río El Cinto, donde la toma de agua será construida, es un torrente montañoso rápido con gradiente fluvial de 1/27 a 1/42, y hay flujo constante de cantos rodados, arena y otros materiales, no solamente durante las inundaciones sino también bajo condiciones normales. Cuando se construye una presa, eso resulta en la acumulación de dichos cantos rodados, arena y otros materiales en la parte más alta del río. Por consiguiente, será necesario tomar medidas permanentes para remover dichos materiales acumulados, puesto que de otra manera podrá quedarse impracticable ejecutar la toma de agua. En el presente proyecto se ha decidido adoptar un sistema de toma de agua que sea adecuado para evitar la acumulación de arena, cantos rodados y otros materiales, y para facilitar el mantenimiento y la administración. El sistema de toma de agua que será adoptado en el presente proyecto es del tipo de "torrente montañoso" (normalmente

llamado "tipo tirolés", que consta de una rejilla de barras instalada en el tope (superficie inclinada) de la presa de rebose, y que recolecta las aguas que caen por los espacios de la rejilla en el canal recolector para hacer la toma, y conocido como "tipo caucásico" en la República del Ecuador). Este sistema se aplica a muchas tomas de agua de la EMAAP-Q, y su utilidad se estima altamente comprobada.

Anchura de la toma de agua :

4.0 metros (anchura de instalación de la rejilla de barras: 3,5 metros, largo de las barras: 0,6 metro)

b) Desarenador

El desarenador será diseñado para eliminar las partículas de arena en suspensión con diámetro superior a 0.1 milímetro, según las normas de la EMAAP-Q. Las dimensiones determinadas para el desarenador se indican a continuación:

Caudal proyectado: $Q = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$
Ancho: 2,0 metros x 2 hileras
Longitud: 12,0 metros
Profundidad: Profundidad efectiva 3,0 metros
Capacidad: para 10 minutos
Gradiente de fondo: 1/50
Velocidad del flujo: 0,02 m/s

Método de eliminación de la arena sedimentada:

La eliminación de la arena sedimentada se ejecutará de manera alternada en cada uno de los dos estanques de sedimentación. La arena sedimentada será descargada por gravedad en el río El Cinto, juntamente con el agua de lavado por la tubería de evacuación de arena.

c) Instalaciones anexas

Las instalaciones anexas de la toma de agua se constituyen principalmente del sistema de protección del lecho del río ($L = 10,0 \text{ m}$) por medio de gaviones en las aguas arriba de la presa de toma, estructuras escalonadas ($L = 51,0 \text{ m}$) y sistema de protección del lecho del río ($L = 10,0 \text{ m}$) en las aguas abajo. Además de dichos sistemas de protección, se instalarán también el medidor de nivel de agua para operación y mantenimiento, las instalaciones para medición del caudal, y los equipos de registro automático de datos.

d) Estudios relativos a las alturas de las estructuras

Las alturas de las partes superiores de las estructuras del presente proyecto serán determinadas de una manera conveniente, para no sufrir la influencia de las inundaciones. No se puede calcular de manera precisa el nivel de agua de inundación del río El Cinto, puesto que no hay datos hidrológicos suficientes. Sin embargo, como resultado de las encuestas realizadas en las vecindades, los vestigios de las inundaciones y otras informaciones afines, se supone que el nivel de las aguas de inundación en río El Cinto sea de aproximadamente EL. 2911,50 metros.

2) Construcción de la nueva estación de bombeo de Santa Rosa

Una estación de bombeo será construida en la toma de agua, con la finalidad de bombear las aguas captadas por medio de la toma de agua del presente proyecto y las aguas conducidas por medio de las instalaciones que serán construidas por la EMAAP-Q hasta el tanque de recolección ubicado en la entrada del Túnel del Ungüí. Las dimensiones de la estación de bombeo se muestran a continuación.

a) Descarga de bombeo de diseño

Descarga de bombeo de diseño de las bombas será de 18,6 m³/min (310 l/s)

b) Cantidad de bombas

Tres unidades de bombas, incluso la unidad de reserva, serán instaladas en la estación de bombeo.

c) Especificaciones de la bomba

Descarga de bombeo por unidad : 9,30 m³/min

Altura total : 163 metros

Altura efectiva :

(Nivel de agua del tanque de desagüe) - (Nivel de agua de succión)

= 3.056,6 - 2.907,0 = 149,8 metros

Pérdida de carga en la línea de conducción :

10,47 metros

Pérdida de carga en las tuberías alrededor de la bomba :

2,0 metros

Diámetro de la bomba : 350 mm.

Tipo de la bomba:

Hay dos alternativas posibles con respecto al tipo de la bomba, o sea la bomba de eje vertical y la bomba de eje horizontal. En el presente proyecto se ha decidido adoptar la bomba de etapas múltiples de eje horizontal, tomando en consideración

de una manera global la altura de elevación total, descarga de bombeo, la profundidad del pozo de succión, el rendimiento económico, las medidas contra el golpe de ariete hidráulico, la facilidad de operación y mantenimiento y otros factores afines.

d) Fuerza motriz

La fuerza motriz para impulsar las bombas serán motores eléctricos. Tomando en consideración la potencia en el eje de la bomba en el punto de trabajo requerida cuando funciona una bomba, se decidió adoptar motores con una potencia de salida de 380 KW. La fuente de alimentación para hacer funcionar los motores eléctricos será de 13.200 V y 60 Hz. Un transformador será instalado al aire libre fuera de la caseta de la estación de bombeo, un tablero de distribución de alta presión será instalado dentro de la caseta, y el voltaje de impulsión de las bombas será de 3.300 V.

e) Método de operación

El encendido y apagado de la fuente de alimentación será por medio de la operación de pulsadores, y la operación de las válvulas de compuerta después de la puesta en marcha será automática. La operación de cierre de las válvulas de compuerta en la operación de parada de la bomba será igualmente automática. Las válvulas de retención de la estación de bombeo serán del tipo de cierre rápido, para reducir los efectos del golpe de ariete hidráulico.

Bombas de vacío serán usadas para llevar a cabo la operación del arranque de las bombas hidráulicas. Por otro lado, los volantes serán instalados en la bomba y las chimeneas de equilibrio serán instaladas a medio camino de la línea de conducción de agua como una medida contra los golpes de ariete hidráulico.

f) Tanques de succión

Los tanques de succión deberán tener una capacidad suficiente, para evitar una bajada repentina del nivel de agua en el arranque las bombas, puesto que eso imposibilitaría la continuidad del funcionamiento de las bombas. Además, los tanques de succión deberán estar equipados con las paredes deflectoras para evitar la generación de turbulencias dentro del tanque, puesto que las aguas provenientes de las bombas de la EMAAP-Q ubicadas aguas abajo en el río El Cinto también influyen en estos tanques de succión. Los tanques de succión serán de estructura de concreto armado con dimensiones de 6,55mLx2,00mBx2,70mA.

g) Instalaciones anexas

Un medidor de caudal de tipo electromagnético de 600 mm. (equipado con dispositivos para registrar los valores instantáneo y acumulado del caudal) deberá ser instalado como equipo anexo. Además, una puente grúa de tipo manual (5 toneladas) deberá ser instalada para las finalidades de manejo de los equipos y ejecución de los trabajos de mantenimiento.

h) Caseta de la estación de bombeo

La caseta de la estación de bombeo deberá tener el espacio para acomodar las bombas, los motores, el tablero de operación y otros equipos afines, el espacio para ejecutar los trabajos de operación y mantenimiento, el espacio para la oficina, el espacio de la habitación del administrador de la estación de bombeo, etc., como se muestra en la Figura 4.4, plano de diseño básico. La caseta de la estación de bombeo deberá tener un área total de 290 m². La estructura de la caseta de la estación de bombeo deberá ser de concreto armado.

3) Construcción de la nueva línea de conducción de agua de El Cinto

La mayor parte de la nueva línea de conducción de agua desde la estación de bombeo de Santa Rosa hasta la entrada del Túnel del Ungüí, con un largo total de 3,5 kilómetros, será construida dentro de los terrenos de los caminos públicos (carreteras provinciales). Sin embargo, parte de la línea de conducción (850 metros) será construida dentro del terreno de la vía de conducción de agua existente de la estación de bombeo de El Molino. Las especificaciones de esta línea de conducción de agua se muestran a continuación.

Largo total de la línea de conducción de agua

Largo horizontal : 3.490 metros

Largo efectivo : 3.516 metros

Caudal de diseño : 0,31 m³/s

Velocidad de flujo de diseño : 1,10 m/s

Pérdida de carga debido a la fricción dentro de la tubería :

10,3 metros (Refiérase al Anexo B-9 Informe de los Cálculos Hidráulicos)

Diámetro de la tubería de la línea de conducción : 600 milímetros

Se ha decidido adoptar un diámetro de 600 milímetro para la tubería de la línea de conducción de agua como resultado de un estudio comparativo de carácter global tomando en consideración la velocidad de flujo del agua dentro de la tubería, la pérdida de carga, potencia requerida de la bomba, los costos de operación y mantenimiento y otros factores afines.

Tipo del tubo :

El tipo del tubo se selecciona tomando en consideración la presión de descarga de la bomba, las presiones que actúan sobre cada punto calculadas a partir de la sección longitudinal de diseño (diagrama de la línea de pendiente hidráulico) de la línea de conducción de agua, el rendimiento económico, la operación y mantenimiento y otros factores afines.

Los valores de las presiones hidráulicas que actúan sobre la tubería de la línea de conducción de agua pueden ser calculados por el diagrama de la línea de pendiente hidráulico. Además de dichas presiones hidráulicas, para determinar el tipo de tubo más adecuado se necesita tomar en consideración también la presión del golpe de ariete hidráulico que actúa en el momento de parada repentina de la bomba. Se aplicarán los tubos de acero (juntas Soldadas).

Profundidad de zanja :

Según las normas de diseño de la EMAAP-Q, se decidió adoptar una profundidad de zanja de 1,2 metro para las partes de la tubería instaladas dentro del terreno de los caminos, y una profundidad de 1,5 metro para las demás partes. La sección transversal normal para soterramiento de los tubos se muestra en el plano de diseño básico.

Instalaciones anexas:

Válvulas de compuerta:

Válvulas de compuerta para aislamiento serán instaladas para las necesidades de reparación en casos de accidente y otras situaciones de emergencia.

Válvulas de aire:

Válvulas de aire de 100 mm. de acción rápida para sistemas hidráulicos serán instaladas en las partes protuberantes.

Válvulas de desagüe:

Las instalaciones de eliminación de lodo tienen la finalidad de eliminar las aguas residuales acumuladas dentro de las tuberías en el mantenimiento, control, reparación, etc. Estas instalaciones estarán ubicadas en las partes más bajas de la línea, en las vecindades de los ríos, canales de desagüe, etc., donde se puede desaguar el lodo. Las válvulas de desagüe tendrán un diámetro de 200 milímetros.

Estructuras de cruce del río:

Un puente canal será construido para cruzar el río El Cinto.

Chimenea de equilibrio:

Como una medida para evitar la generación de presiones negativas dentro de la tubería en los puntos intermedios de la línea de conducción de agua, tanques de concreto con la capacidad de contener el agua de sellado de la tubería serán construidos a medio camino de la línea de conducción de agua.

- 4) **Construcción de las nuevas líneas de conducción de agua de Pugnagua - Chimborazo**
Estas nuevas líneas de conducción de agua serán construidas con la finalidad de conducir las aguas subterráneas generadas en los manantiales de Pugnagua, Chimborazo y Cotogyacu desde la entrada del Túnel del Ungüí hasta el tanque de distribución que será construido por la EMAAP-Q. La conducción de agua será por gravedad, y el sitio de construcción de esta línea de conducción será dentro de los terrenos de los caminos, excepto el tramo del túnel. Las especificaciones de esta línea de conducción de agua se indican a continuación.

Largo de la línea de conducción de agua:

1.937 metros (incluso 1.300 metros del tramo del túnel)

Caudal de diseño:

0,085 m³/s

Velocidad de flujo de diseño:

0,83 a 1,20 m/s

Pérdida de carga por fricción:

11,2 metros (Refiérase al Anexo B-9 Informe de los Cálculos Hidráulicos)

Diámetro de la tubería de la línea de conducción de agua:

300 milímetros (tubería de acero, largo de 1.300m)

400 milímetros (tubería de policloruro de vinilo, largo de 637m)

Los diámetros de las tuberías han sido determinados a base del nivel de agua necesario en el tanque de distribución, tomando en consideración la velocidad de flujo dentro del tubo, la pérdida de carga por fricción y otros factores afines.

Tipos de los tubos:

En esta línea de conducción de agua se usarán tubos de policloruro de vinilo (PVC) duro, que es el tipo de material más económico, puesto que la presión que actúan sobre los tubos es baja. Sin embargo, dentro del túnel se usarán los tubos de acero, puesto que la tubería se pone expuesta en el túnel, y además se necesita garantizar larga durabilidad en vista de las dificultades de operación y mantenimiento y reparación.

Diámetro de tubo	Tipo de tubo	Largo (m)
ø300 mm	Tubos de acero	1.300
ø400 mm	PVC	637

Profundidad de zanja:

Según las normas de diseño de la EMAAP-Q, se decidió adoptar una profundidad de zanja de 1,2 metro para las partes de la tubería instaladas dentro del terreno de los caminos, y una profundidad de 1,5 metro para las demás partes. Sin embargo, dentro del túnel la tubería se quedará expuesta. La sección transversal normal para soterramiento de los tubos se muestra en el plano de diseño básico.

Instalaciones anexos:

Válvulas de compuerta:

Válvulas de compuerta para aislamiento serán instaladas para las necesidades de reparación en casos de accidente y otras situaciones de emergencia.

Válvulas de aire:

Se instalarán válvulas de aire de abertura sencilla de 75 mm. en las partes protuberantes de la tubería.

Válvulas de desagüe:

Las instalaciones de eliminación de lodo tienen la finalidad de eliminar las aguas residuales acumuladas dentro de las tuberías en el mantenimiento, control, reparación, etc. Estas instalaciones estarán ubicadas en las partes más bajas de la línea, en las vecindades de los ríos, canales de desagüe, etc., donde se puede desaguar el lodo. Las válvulas de desagüe del lodo tendrán un diámetro de 100 milímetros.

Tuberías dentro del túnel:

El canal abierto (RC 900B x 600H) de conducción de agua pasa por el túnel actual (construido en 1942). La EMAAP-Q tiene planes para instalar dentro del túnel una tubería de acero de 350 milímetros en un futuro próximo. En el presente diseño básico se proyecta instalar una tubería de 300 milímetros dentro de este mismo túnel, pero en realidad no hay prácticamente ningún espacio libre que pueda ser usado para esta finalidad, y será necesario ampliar la sección transversal del túnel. Estas obras de ampliación del túnel serán ejecutadas por la EMAAP-Q, que instalará la tubería en primer lugar. La sección transversal mínima requerida y las posiciones de disposición de las tuberías se muestran en el plano de diseño básico.

5) Mejoramiento de las líneas de conducción de agua existentes

En principio, las líneas de conducción de agua mejoradas de 10,5 kilómetros, que se usarán para conducir las aguas subterráneas generadas en los manantiales de Pugnagua, Chimborazo y Cotogyacu hasta la entrada del Túnel del Ungüí, serán colocadas en el mismo sitio donde se hayan quitado las líneas de conducción existentes (terrenos de la EMAAP-Q).

- Línea de conducción de agua de Pugnagua:

Largo de la línea de conducción de agua : 3.781 metros
Caudal de diseño : 0,036 m³/s (tubos de PVC)
Diámetro de la tubería : 160 mm., 250 mm. (tubos de PVC)
Velocidad de flujo de diseño : 0,90 a 2,20 m/s
Pérdida de carga por fricción en el tubo : 38,6 m (Refiérase al Anexo B-9, cálculos hidráulicos)

- Línea de conducción de agua de Chimborazo:

Largo de la línea de conducción de agua : 400 metros
Caudal de diseño : 0,024 m³/s
Diámetro de la tubería : 315 mm. (tubos de PVC)
Velocidad de flujo de diseño : 0,38 m/s
Pérdida de carga por fricción en el tubo : 0,21 m (Refiérase al Anexo B-9, cálculos hidráulicos)

- Línea de conducción de agua de Pugnagua - Chimborazo:

Largo de la línea de conducción de agua : 6.280 metros (de los cuales quedará intacto una L=783 m correspondiente a los 4 lugares de los sifones)
Caudal de diseño : 0,036 a 0,085 m³/s
Diámetro de la tubería : 300 mm (tubería de acero), 355 mm (Tubería de PVC), 400 mm. (Tubería de PVC)
Velocidad de flujo de diseño : 0,74 a 0,85 m/s
Pérdida de carga por fricción en el tubo : 0,21 m (Refiérase al Anexo B-9, cálculos hidráulicos)

Diámetros de los tubos:

Los diámetros de los tubos han sido determinados a partir de los niveles de agua necesarios dentro del tanque de recolección ubicado en un punto intermedio de la tubería y en el nuevo tanque de distribución (a ser construido por la EMAAP-Q),

tomando en consideración la velocidad de flujo dentro de los tubos y la pérdida de la altura por fricción. (Refiérase al Anexo B-9: Informe de los Cálculos Hidráulicos).

Tipos de los tubos:

En principio, en esta línea de conducción de agua se usarán tubos de policloruro de vinilo (PVC) duro, que es el tipo de material más económico, puesto que las presiones que actúan sobre los tubos es baja. Sin embargo, en las partes donde la línea de conducción de agua cruza los ríos, se usarán tubos de acero.

Nombre de conducción	Diámetro de tubo	Tipo de tubo	Largo (m)
Línea de conducción de agua de Pugnagua	ø 160 mm	Tubo de PVC	974
Línea de conducción de agua de Chimborazo	ø 250 mm	Tubo de PVC	2.807
Línea de conducción de agua de Pugnagua-Chimborazo	ø 315 mm	Tubo de PVC	400
	ø 300 mm	Tubo de acero	95
	ø 355 mm	Tubo de PVC	3.775
	ø 400 mm	Tubo de PVC	1.627
Total			9.678

Profundidad de zanja:

Según las normas de diseño de la EMAAP-Q, se decidió adoptar una profundidad de zanja de 1,2 metro para las partes de la tubería instaladas dentro del terreno de los caminos, y una profundidad de 1,5 metro para las demás partes. La sección transversal normal para soterramiento de los tubos se muestra en los planos.

Válvulas de desagüe:

Válvulas de compuerta:

Válvulas de compuerta para aislamiento serán instaladas para hacer frente a las necesidades de reparo en casos de accidente y otras situaciones de emergencia.

Válvulas de aire:

Válvulas de aire de serán instaladas a intervalos de aproximadamente 500 metros en las partes protuberantes y en los tramos largos de la línea de conducción de agua sin ondulaciones. Las válvulas de aire serán del tipo de abertura sencilla, y tendrán 75 milímetros de diámetro

Válvulas de desagüe:

Las instalaciones de eliminación de lodo tienen la finalidad de eliminar las aguas residuales acumuladas dentro de las tuberías en el mantenimiento, control, reparación, etc. Estas instalaciones estarán ubicadas en las partes más bajas de la tubería, en las vecindades de los ríos, canales de desagüe, etc., donde se puede desaguar el lodo. Las válvulas de desagüe del lodo tendrán un diámetro de 100 milímetros.

Estructuras de cruce del río:

La estructura de la tubería será diseñada en la forma de sifón hecho de tubos de acero. Por eso los desagües existentes en las partes inferior y superior serán reparadas e instaladas en las partes inferior y superior.

Instalaciones de regulación de presión:

Tanques de concreto serán instalados con la finalidad de ajustar la presión hidráulica.

(3) Diseño de los equipos

1) Cromatógrafo de gas

La cuenca del río El Cinto, que es la fuente de agua potable del presente proyecto, es un área agrícola, y hay temor de contaminación de las aguas superficiales de los ríos por los pesticidas agrícolas. Los resultados de análisis de la composición de las aguas fluviales en el estado actual indican que las cantidades de pesticidas agrícolas presentes en las aguas son minúsculas, bien abajo de los límites tolerables. Sin embargo, se supone que su cantidad aumentará en el futuro, paralelamente con la difusión del uso de este tipo de producto químico, y no se puede negar la posibilidad de mezcla de cantidades superiores a los valores tolerables dentro de las aguas superficiales de los ríos.

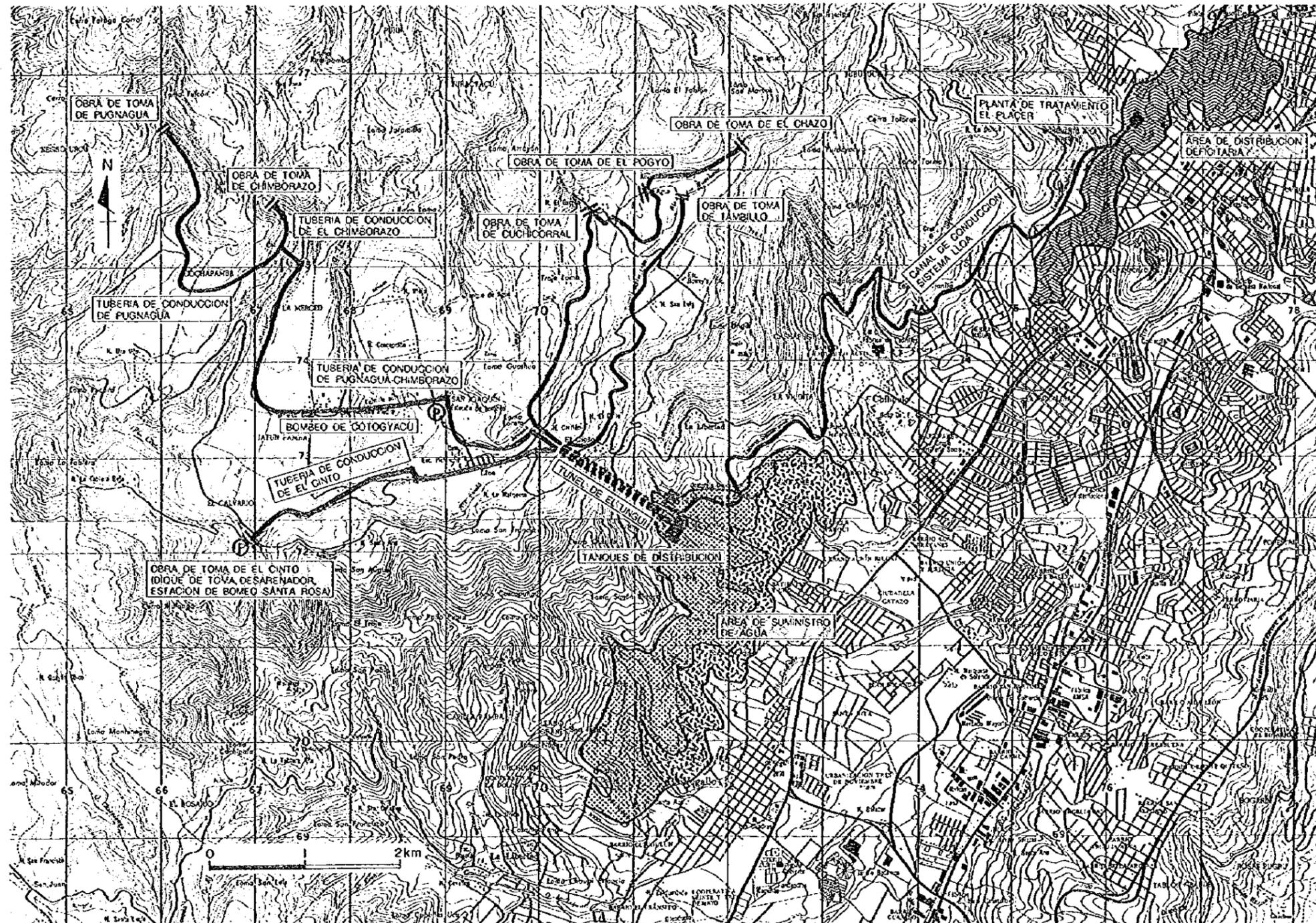
Por consiguiente, se necesita controlar de manera sistemática la concentración de los pesticidas agrícolas dentro de las aguas superficiales del río El Cinto, que es la fuente de agua del presente proyecto. En el presente proyecto se propone introducir el cromatógrafo de gas, que es el equipo capaz de realizar el análisis de componentes de los pesticidas agrícolas.

b) Plan de instalación

El plan relativo a la instalación del cromatógrafo de gas que será introducido bajo los auspicios del presente proyecto se describe a continuación:

- Sitio de instalación:
Laboratorio de análisis de calidad de agua de la planta de tratamiento de agua de El Placer, en Quito
 - Cantidad:
1 unidad, 1 juego de accesorios
 - Items de análisis:
Componentes de pesticidas agrícolas fosfóricos, componentes de pesticidas agrícolas clóricos y componentes de pesticidas agrícolas incluidos en las normas de calidad de agua de la Organización Mundial de Salud.
 - Aguas objeto de análisis
Aguas superficiales del río El Cinto y de las fuentes de agua existentes del sistema público de suministro de agua potable de la ciudad de Quito.
- c) Especificaciones del cromatógrafo de gas
- Detector
ECD (Detector electrónico de tipo captación)
FPD (Detector fotométrico de llamas)
 - Dispositivo de control del flujo:
Válvula de maniobra de presión constante
 - Método de introducción de la muestra:
Automático (columna de cristal de la sección de vaporización)
 - Método de registro:
Equipo procesador de datos
 - Equipos de pre-tratamiento
Extractor de solvente
- (4) Diagramas de diseño básico

Los diagramas de diseño básico se muestran en las páginas siguientes.



Financiamento del Gobierno Japonés

	Estación de Bombeo (Futuro)
	Línea de Tubería (Futuro)
	Línea de Tubería (Rehabilitación y Futuro)

Financiamento del EMAAP-Q

	Línea de Tubería (Rehabilitación)
	Línea de Tubería (Rehabilitación y Futuro)
	Tanque de Distribución (Futuro)

Leyenda

	Estación de Bombeo (Existente)
	Línea de Tubería y Canal (Existente)
	Obra de Captación (Existente)
	Planta de Tratamiento (Existente)

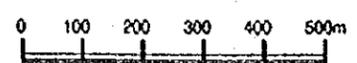
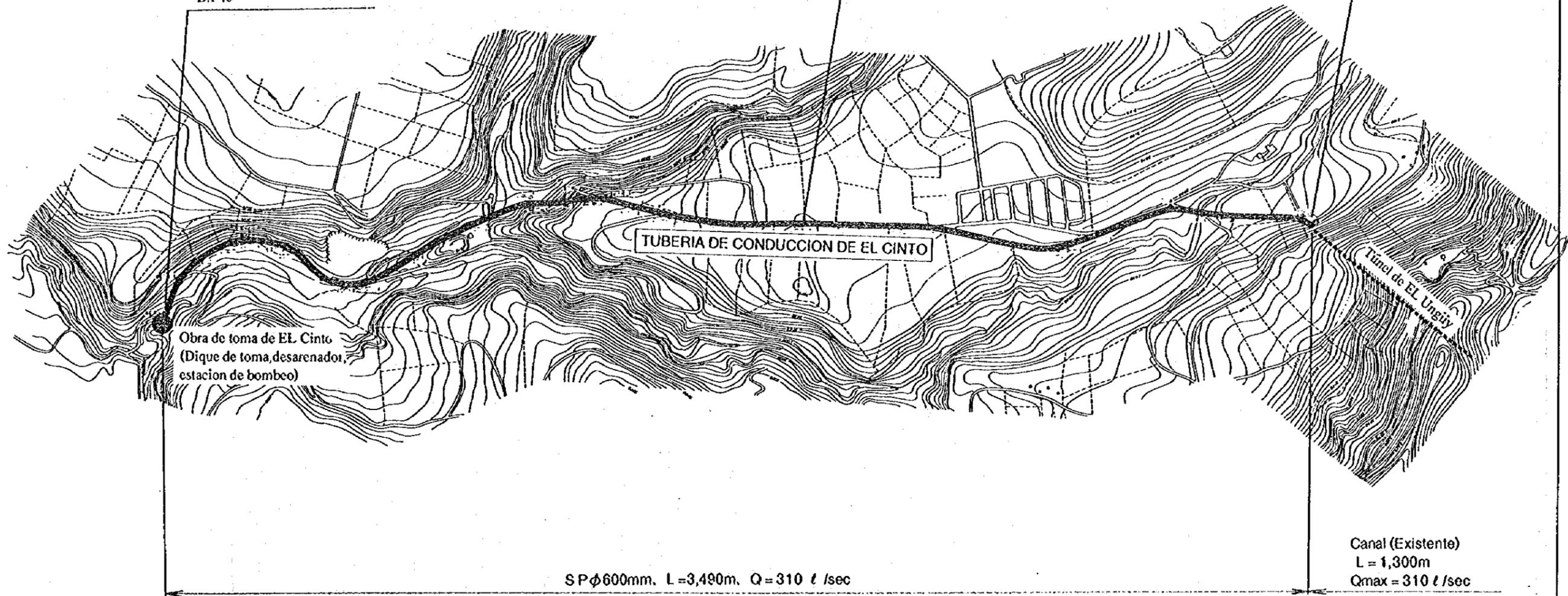
<p>PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO</p>	
<p>Nombre Plano de Ubicacion de las Obras</p>	
<p>Escala</p>	<p>Plano No. 1</p>
<p>AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON</p>	



Punto inicial tubería de conducción de EL Cinto
B.P.0

Camara de Equilibrio
S.P. 2,090

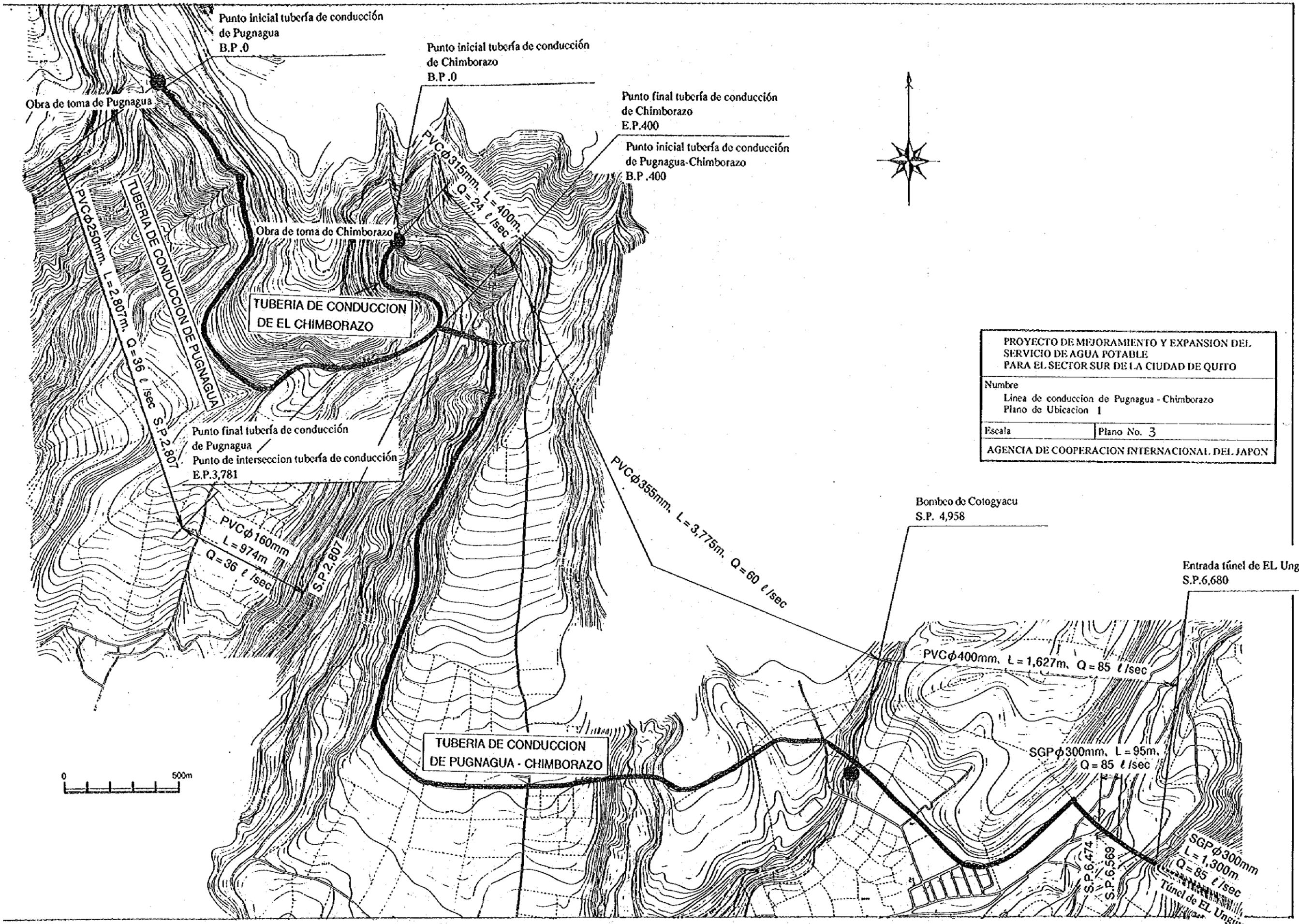
Punto final tubería de conducción de EL Cinto
Tanque recolector
E.P.3,490



SPφ600mm. L=3,490m. Q=310 l/sec

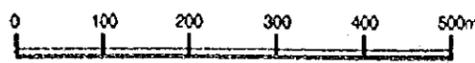
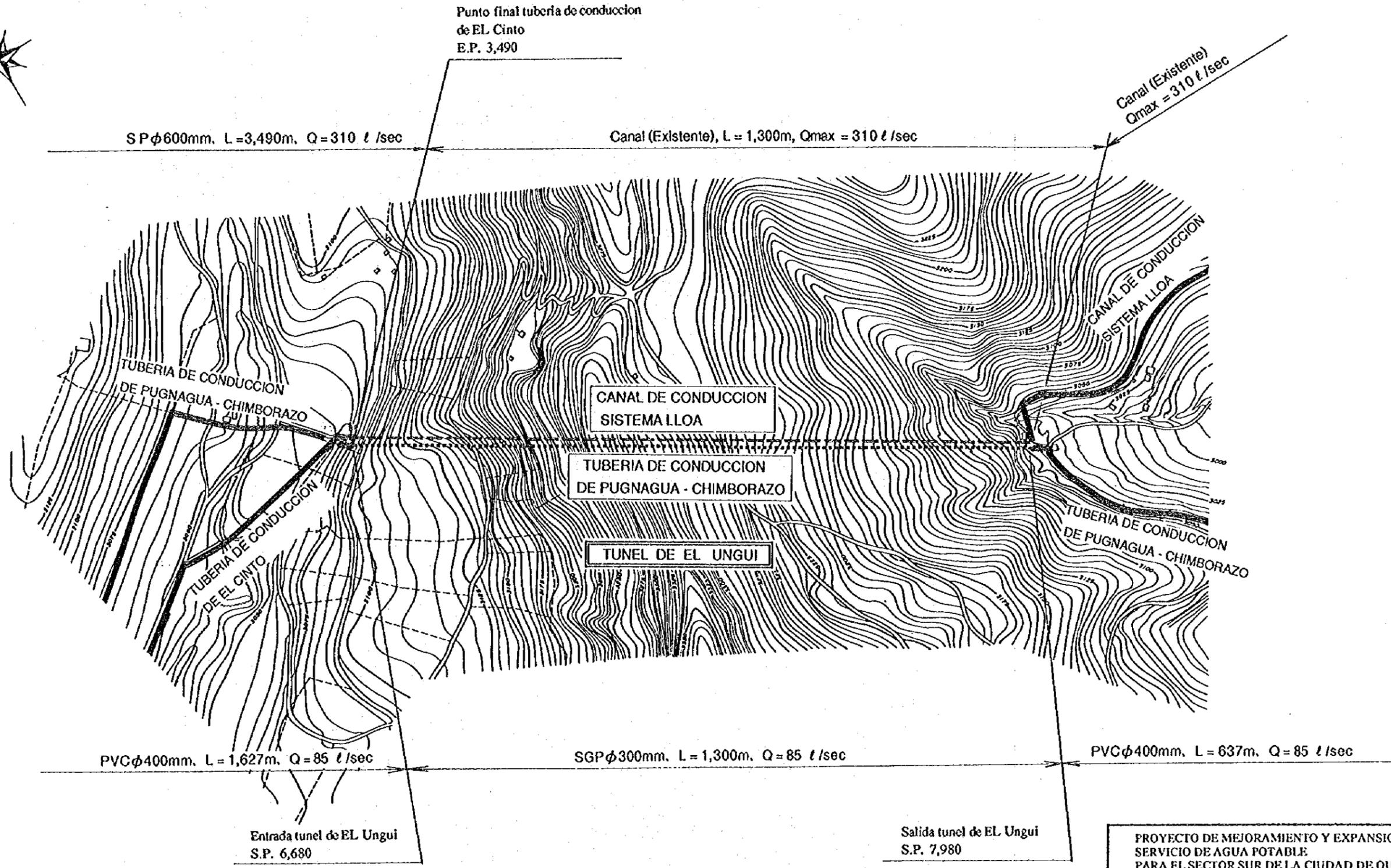
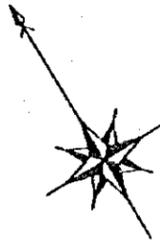
Canal (Existente)
L = 1,300m
Qmax = 310 l/sec

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre Plano de Ubicacion de la tubería de conducción de El Cinto	
Escala	Plano No. 2
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

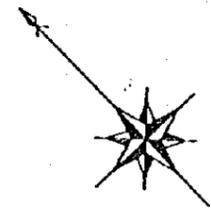


PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre Línea de conducción de Pugnagua - Chimborazo Plano de Ubicación 1	
Escala	Plano No. 3
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



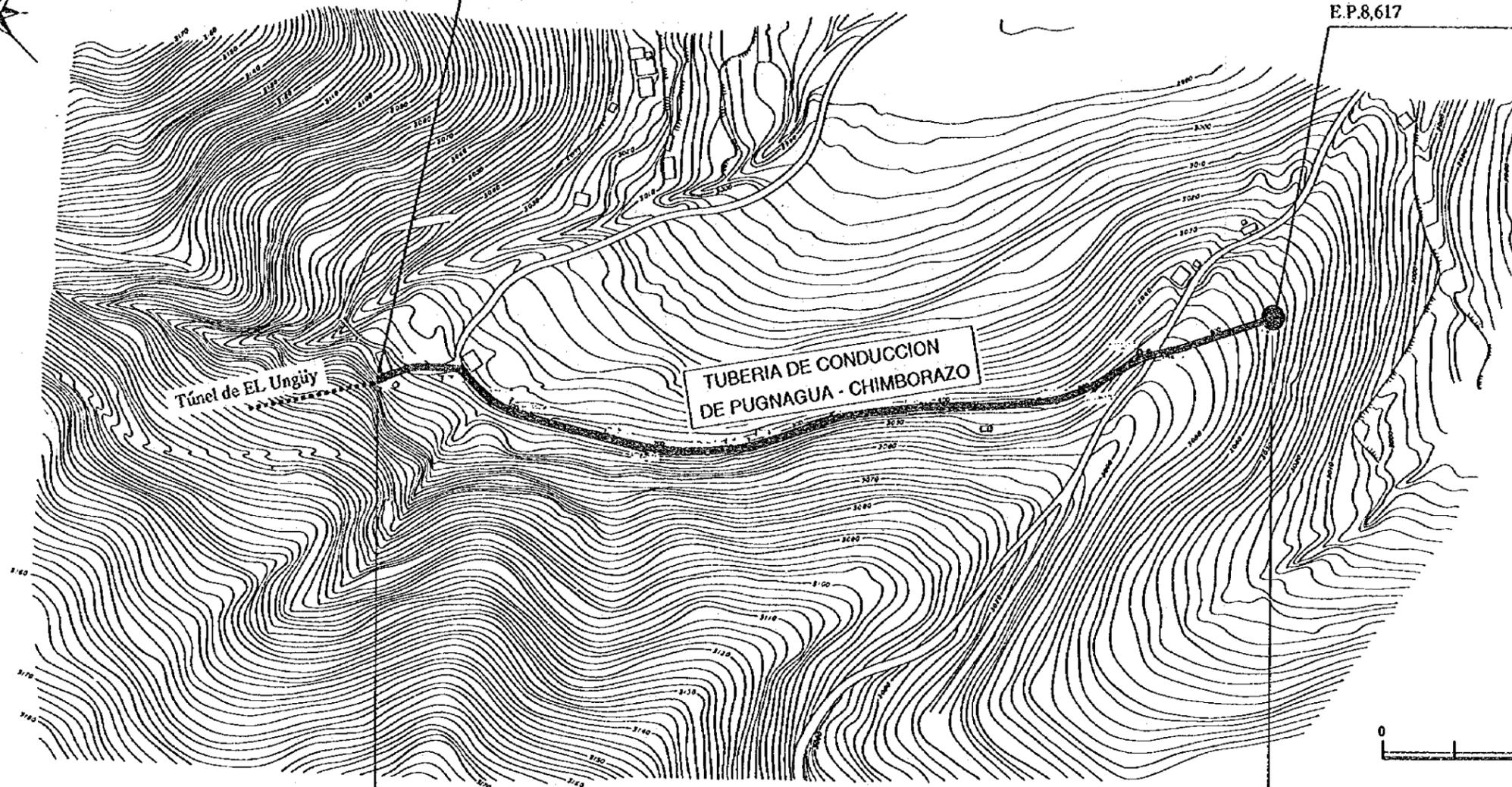


PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Numero Línea de conducción de Pugnagua - Chimborazo Plano de Ubicación 2 (Túnel de EL Ungui)	
Escala	Plano No. 4
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



Salida túnel de EL Ungüy
S.P.7,980

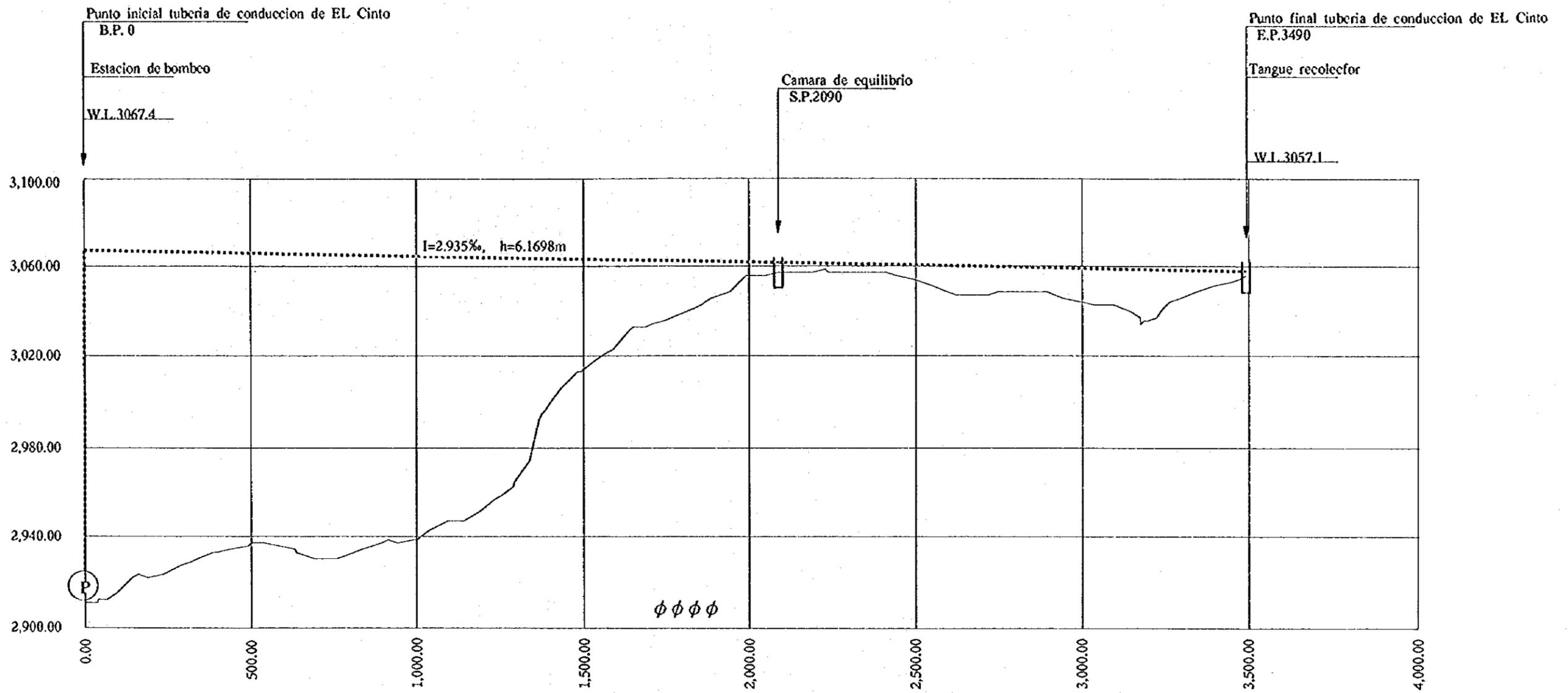
Punto final tubería de conducción
de Pugnagua-Chimborazo
E.P.8,617



SGP ϕ 300mm. L = 1,300m. Q = 85 l/sec

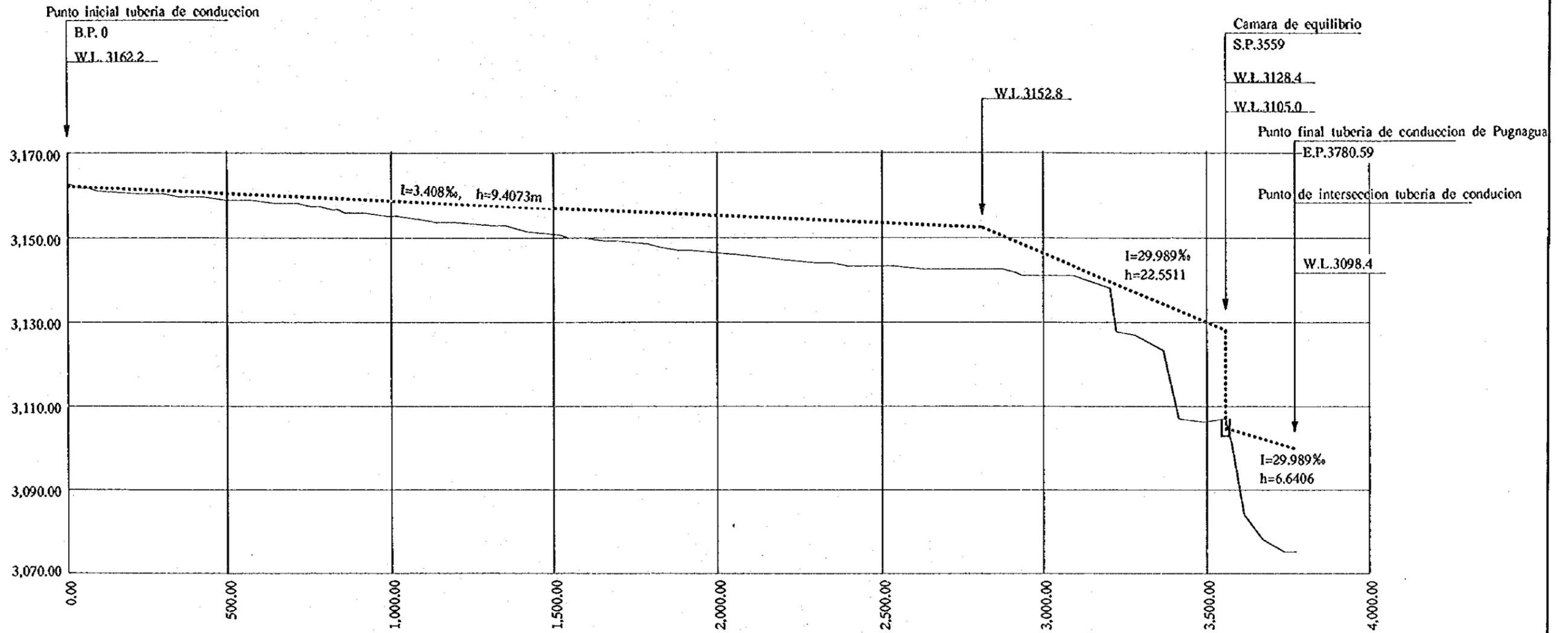
PVC ϕ 400mm. L = 637m. Q = 85 l/sec

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Numero	Linea de conduccion de Pugnagua - Chimborazo Plano de Ubicacion 3
Escala	Plano No. 5
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



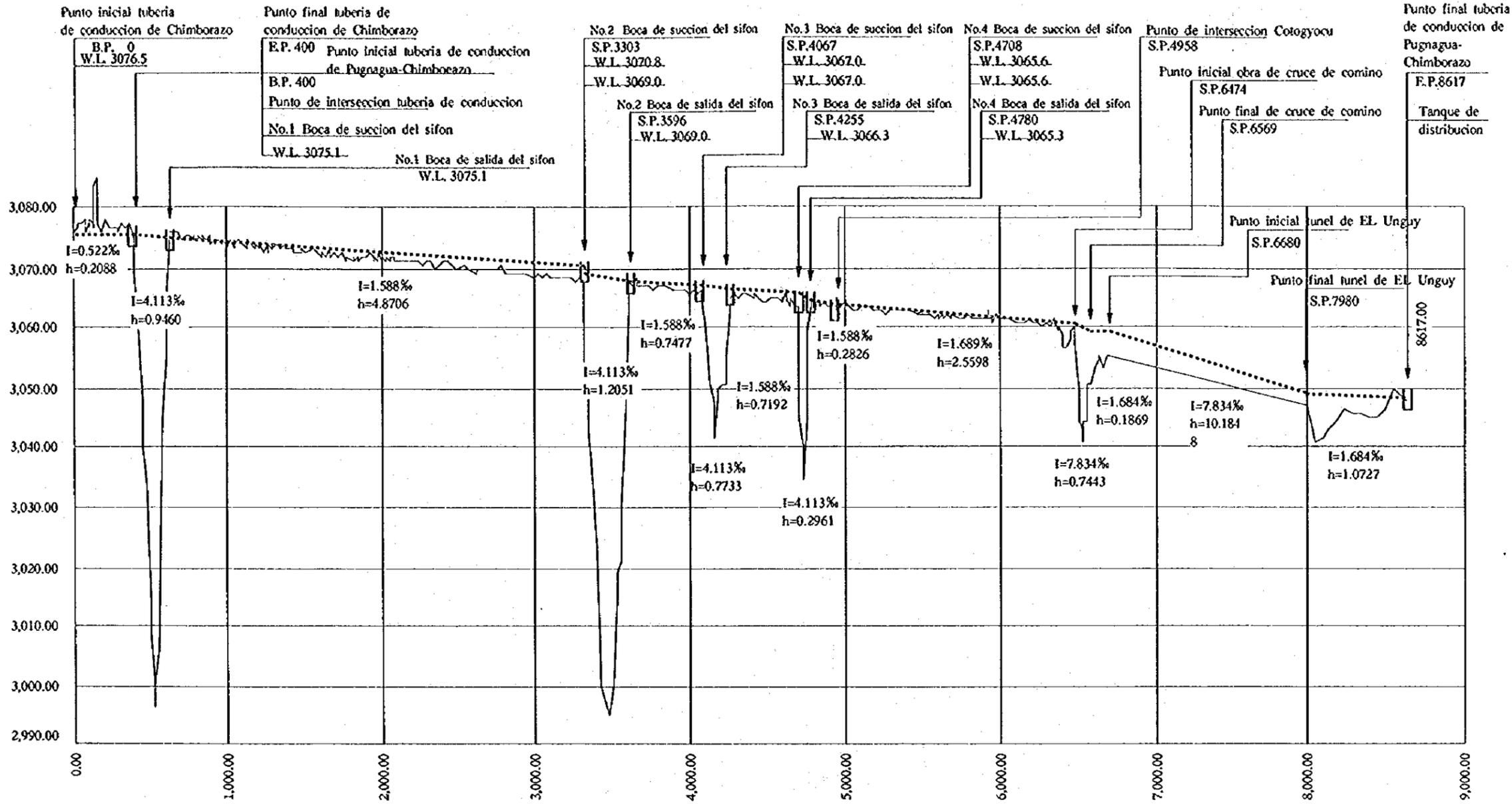
Punto distancia	0.00	2090.00	3490.00
Especificaciones de tuberías de conducción	SP φ 600mm Q=310 l /sec V=1.10m/sec		

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL
 SERVICIO DE AGUA POTABLE
 PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO
 Numero
 Tubería de Conduccion de El Cinto
 Línea de Gradiente Hidraulico
 Escala Plano No. 6
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



Punto distancia	0.00				2807.19		3780.59	
Especificaciones de tuberías de conducción	PVC ϕ 226 Q=36 l /sec V=0.90m/sec				2807.19	PVC ϕ 145 Q=36 l /sec V=2.20m/sec		3780.59

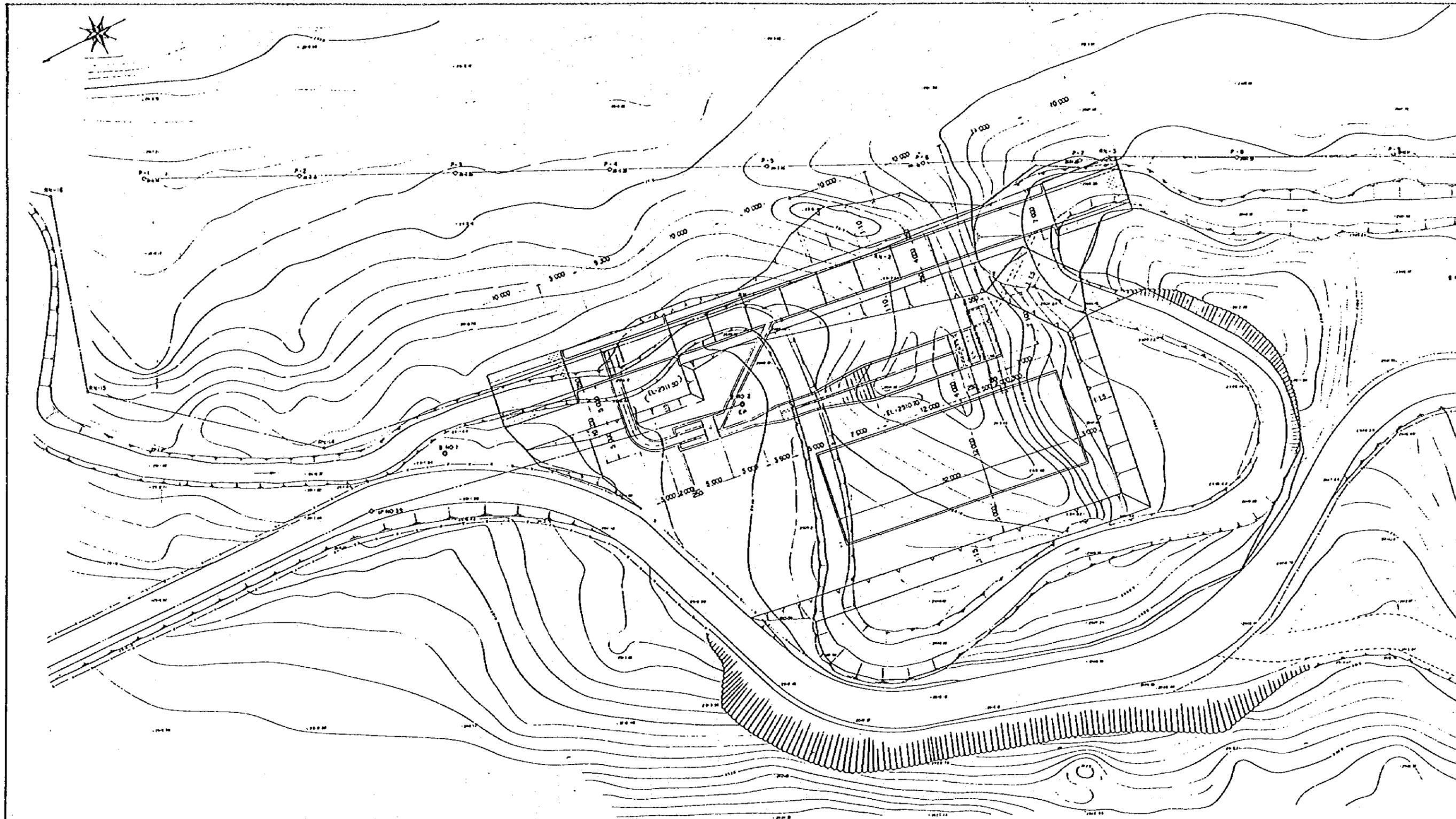
PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL
 SERVICIO DE AGUA POTABLE
 PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO
 Numero
 Tubería de Conduccion de Pugnagua
 Línea de Gradiente Hidraulico
 Escala Plano No. 7
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



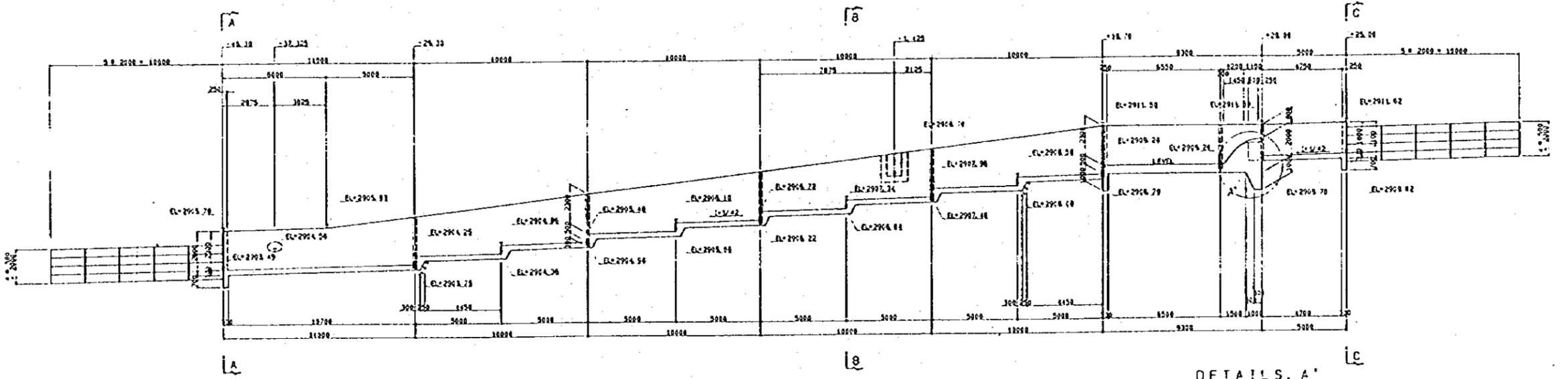
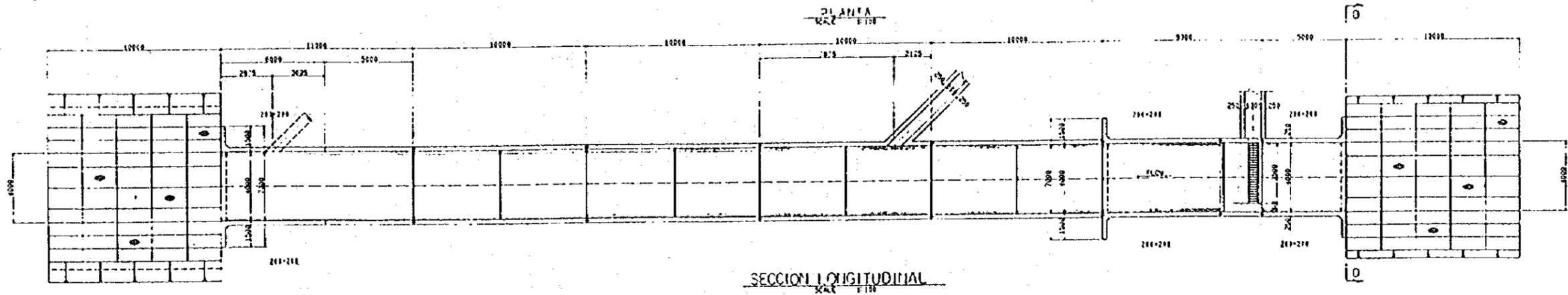
Punto distancia	0.00	400.00	630.00	3303.00	3596.00	4067.00	4255.00	4708.00	4780.00	4958.00	6474.00	6569.00	6680.00	7980.00	8617.00
-----------------	------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

No.1 Boca de sifon			No.2 Boca de sifon		No.3 Boca de sifon		No.4 Boca de sifon		Cruce de comino					
Especificaciones de tuberías de conducción			PVC φ 321mm Q=60 l/sec V=0.74m/sec		SGP φ 300mm Q=60 l/sec V=0.85m/sec		PVC φ 321mm Q=60 l/sec V=0.74m/sec		SGP φ 300mm Q=60 l/sec V=0.85m/sec		PVC φ 300mm Q=85 l/sec V=1.20m/sec		SGP φ 300mm Q=85 l/sec V=0.85m/sec	

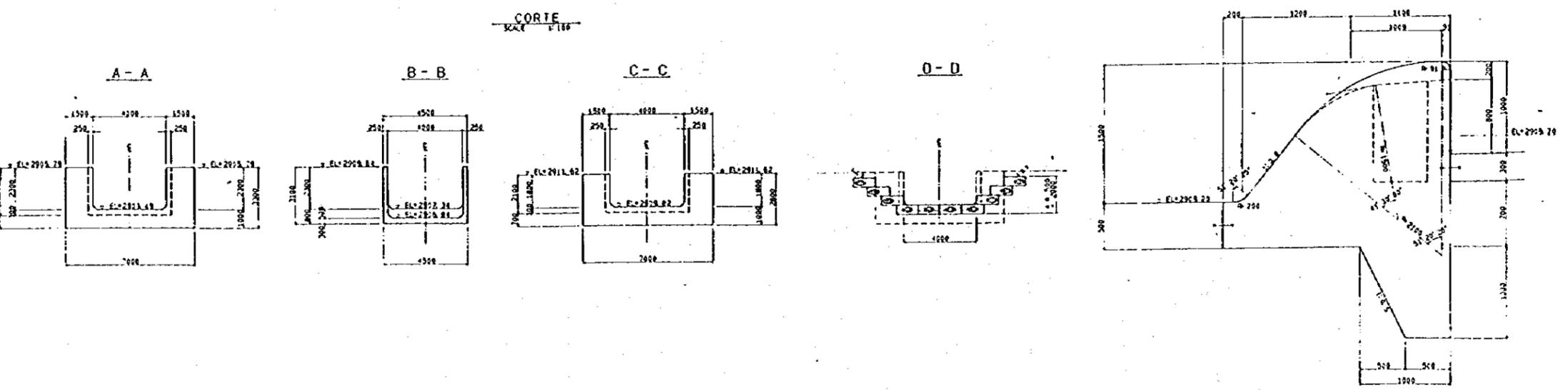
PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO
 Numero
 Línea de conducción de Pugnagua - Chimborazo
 Línea de Gradiente Hidraulico
 Escala
 Plano No. 8
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre Plano General de la Obra de Toma	
Escala	Plano No. 9
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

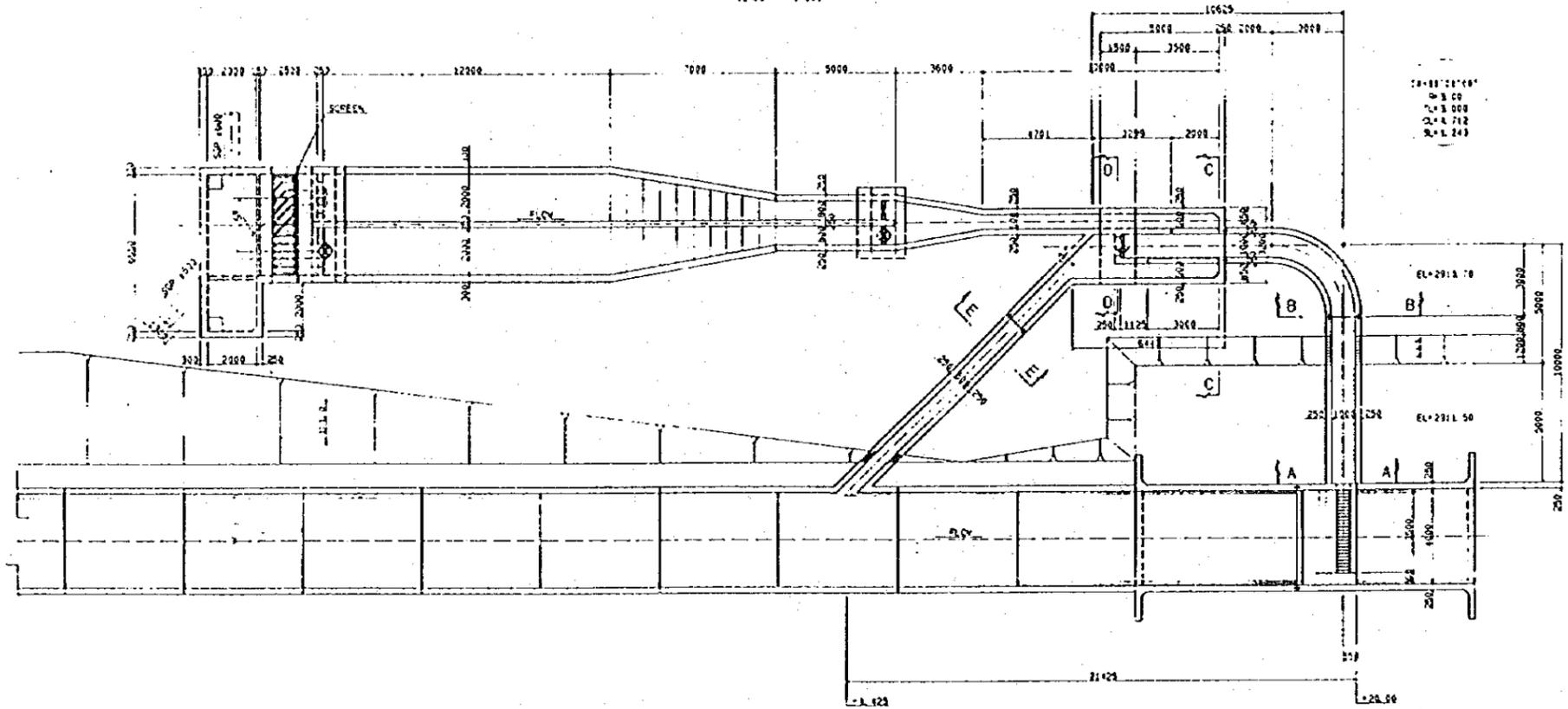


DETAILS, A-A
SCALE 1:50



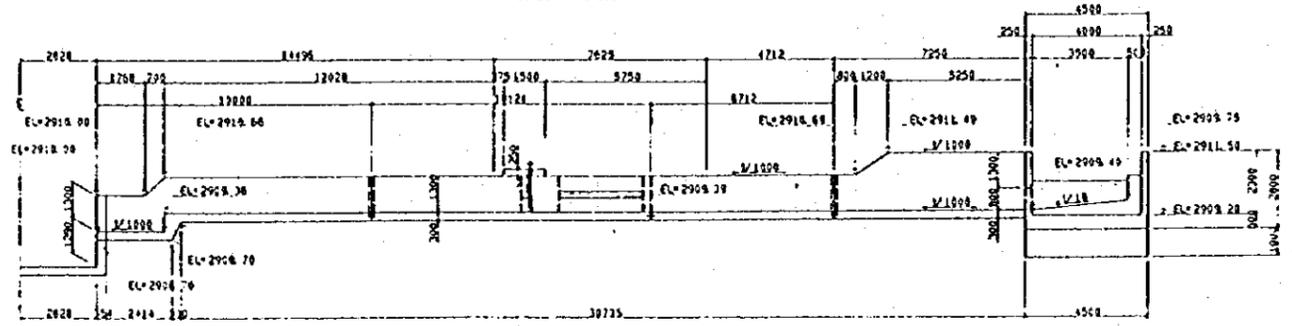
PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre Obra de Toma (1)	
Escala	Plano No. 10
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

PLANTA
SCALE 1:100

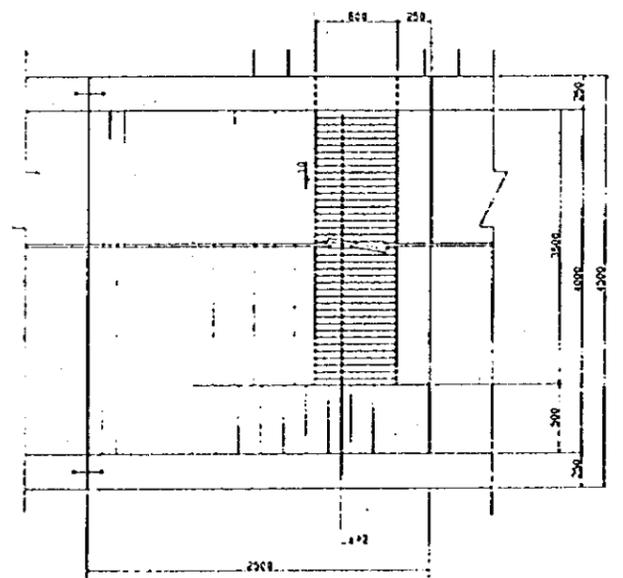


20-00' 00" 00"
W. B. CO.
CL. 4. 000
CL. 4. 712
CL. 4. 243

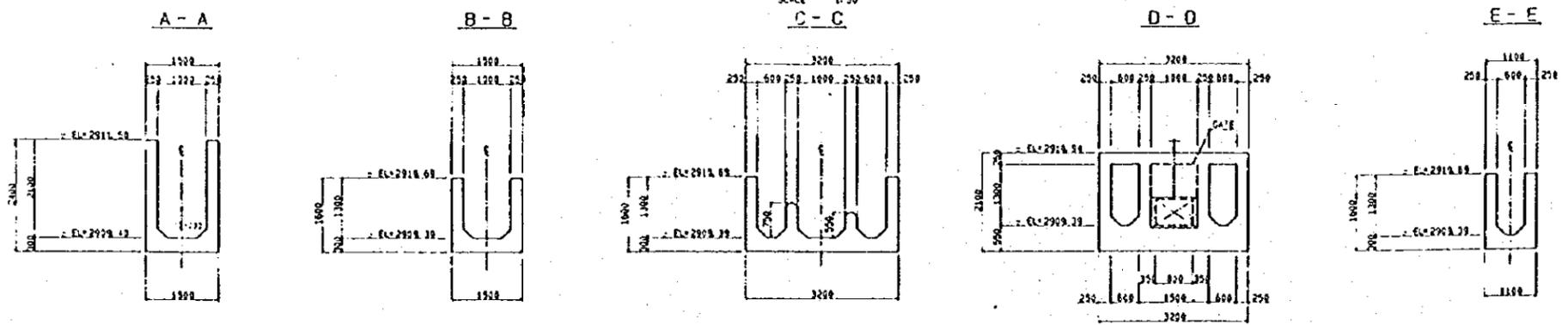
SECCION LONGITUDINAL
SCALE 1:100



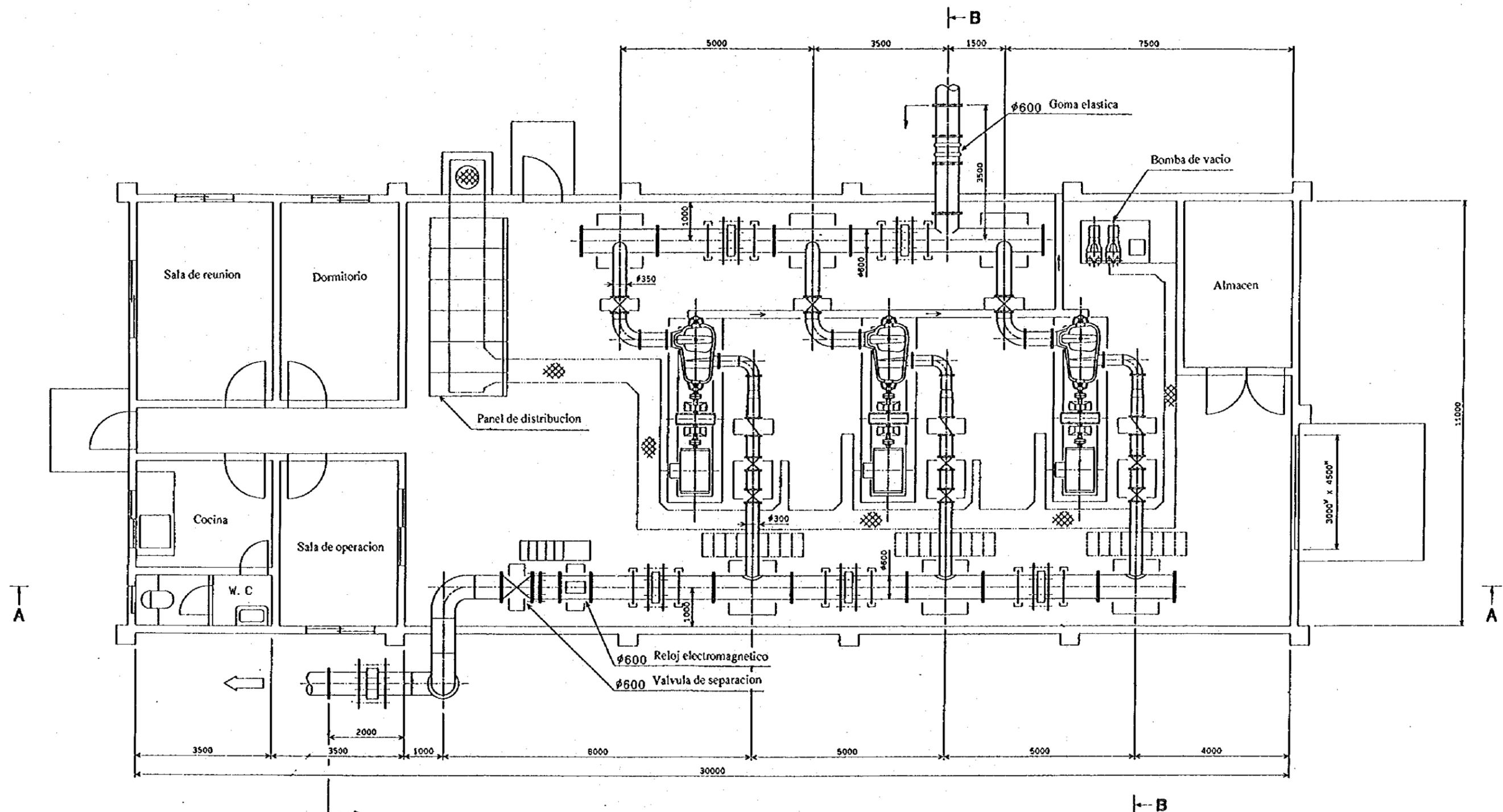
REJILLA
SCALE 1:25



CORTE
SCALE 1:50

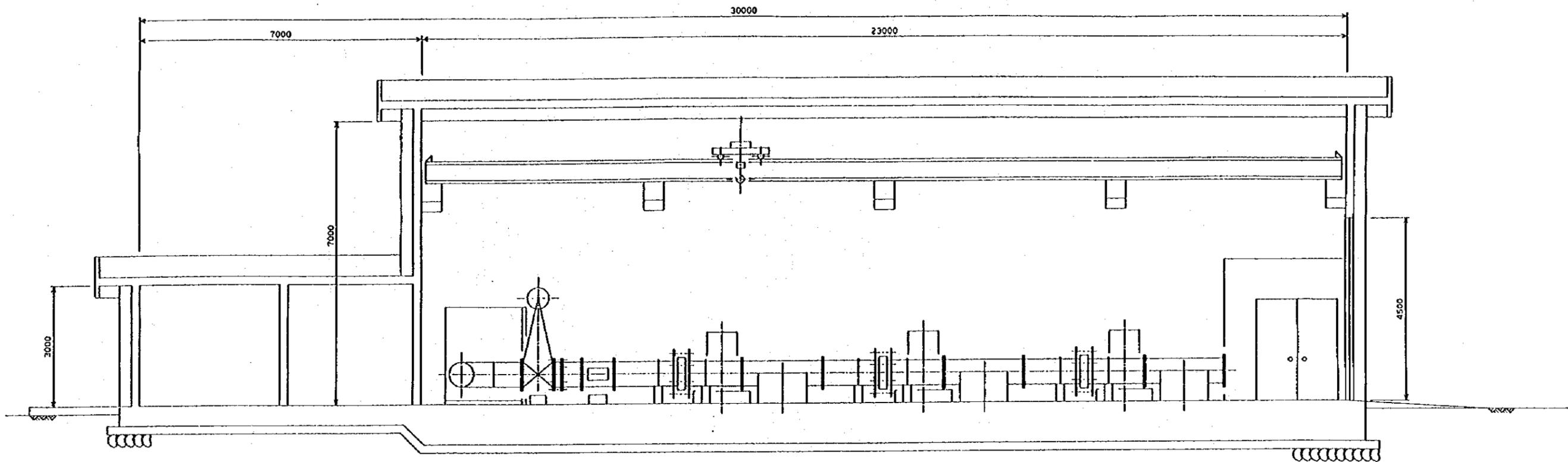


PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Numero Obra de Toma (2)	
Escala	Plano No. 11
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

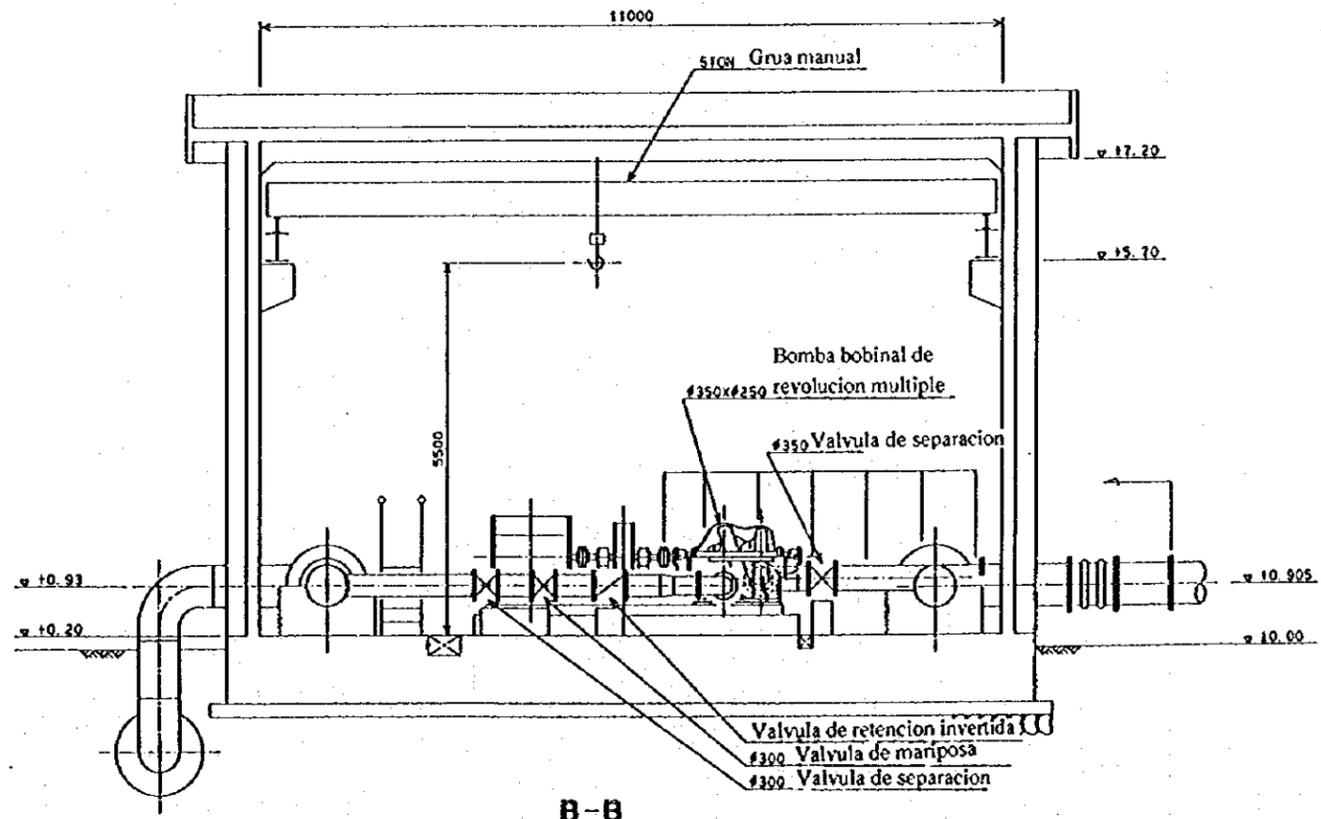


Planta
(S-1:50)

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Numero Plano de Ubicacion de las Bombas (I)	
Escala	Plano No. 13
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



A-A
(S=1:50)

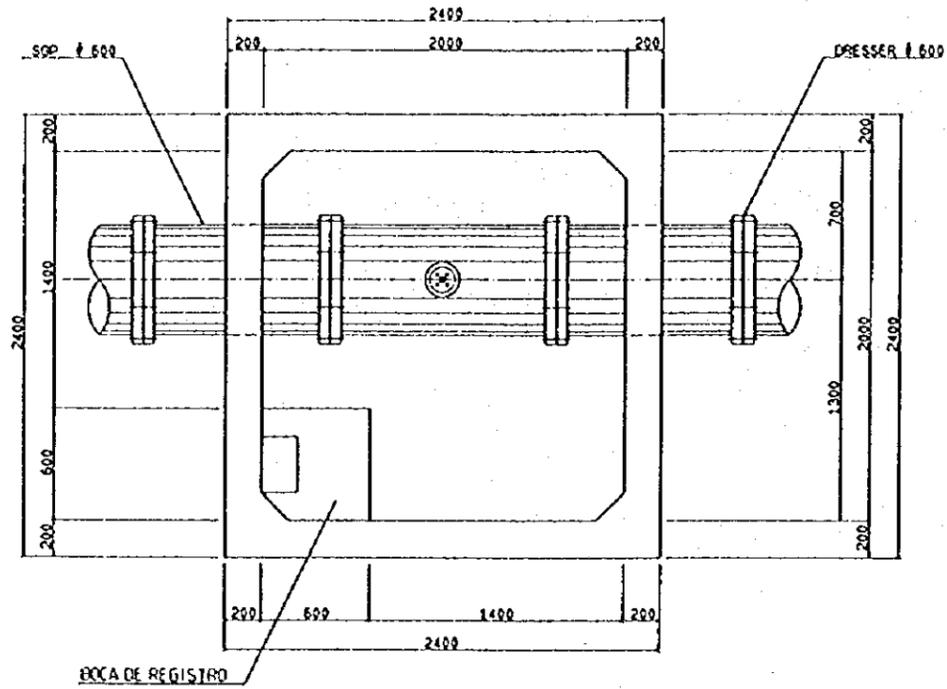


B-B
(S=1:50)

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre Plano de Ubicacion de las Bombas (2)	
Escala	Plano No. 14
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

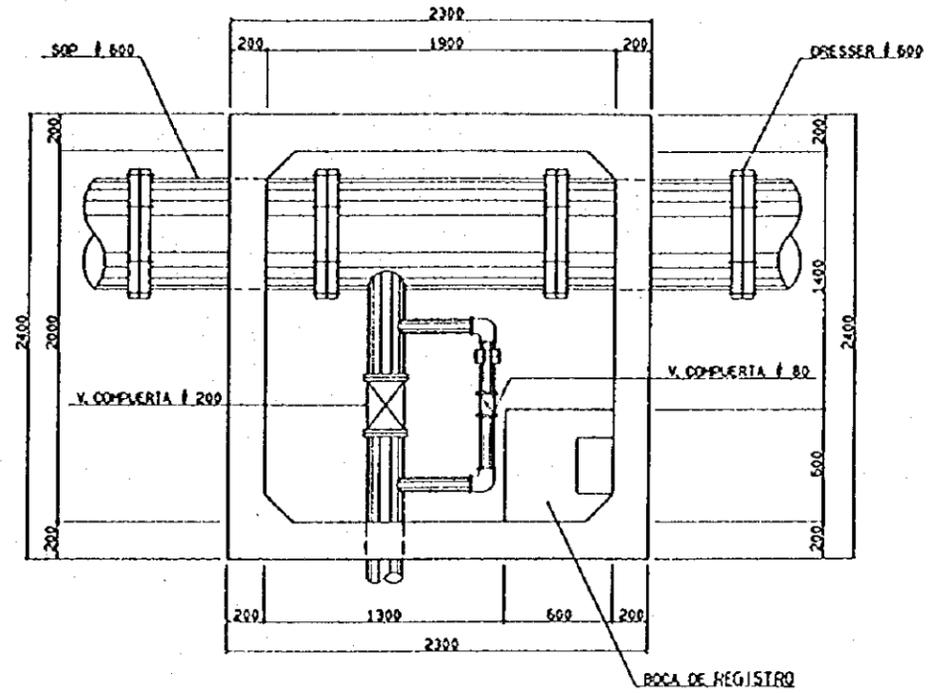
CAMARA DE AIRE

PLANTA

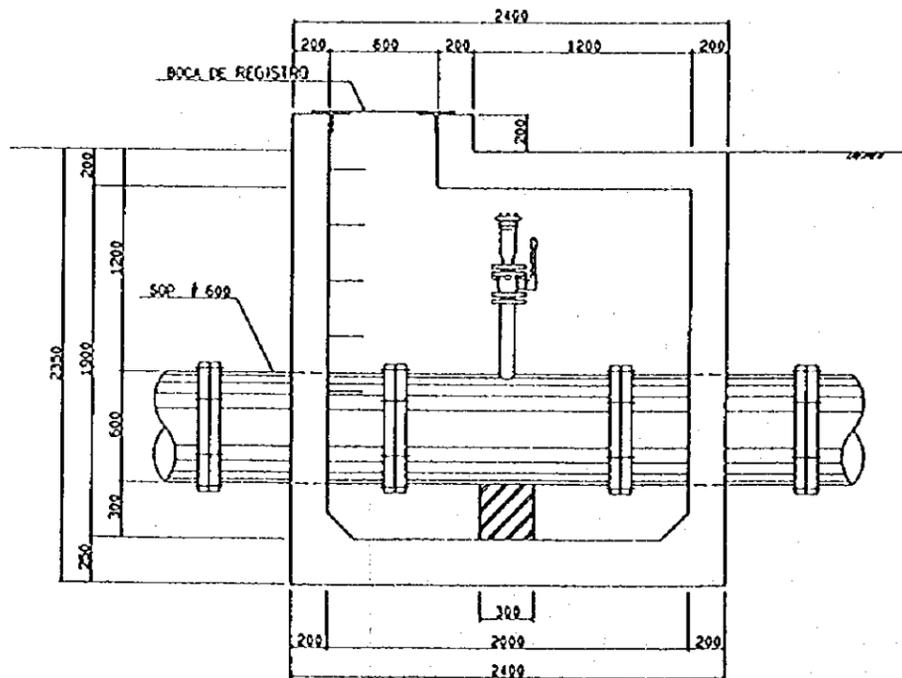


CAMARA DE VALVULA DE DESAGUE

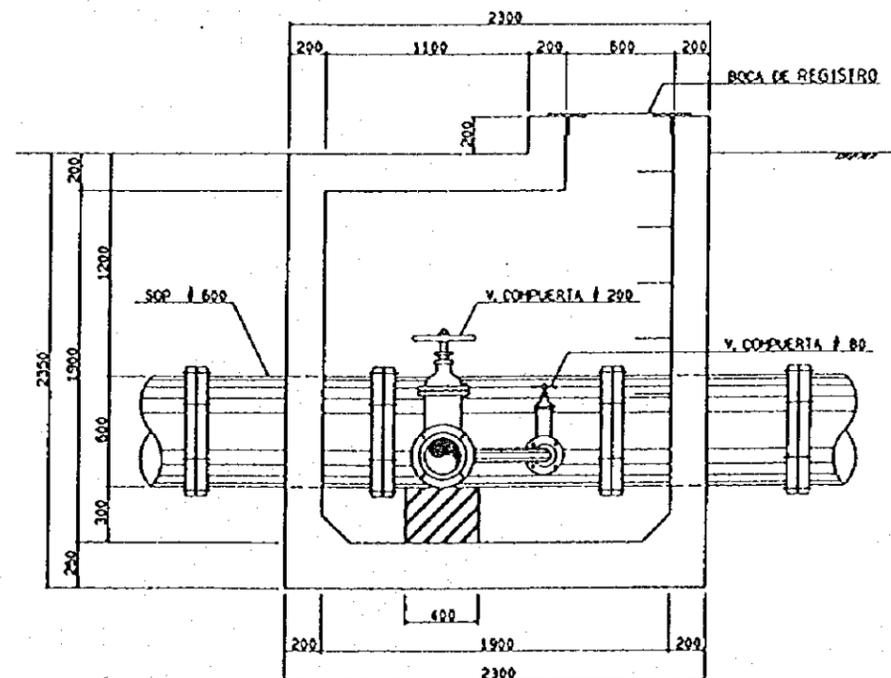
PLANTA



CORTE

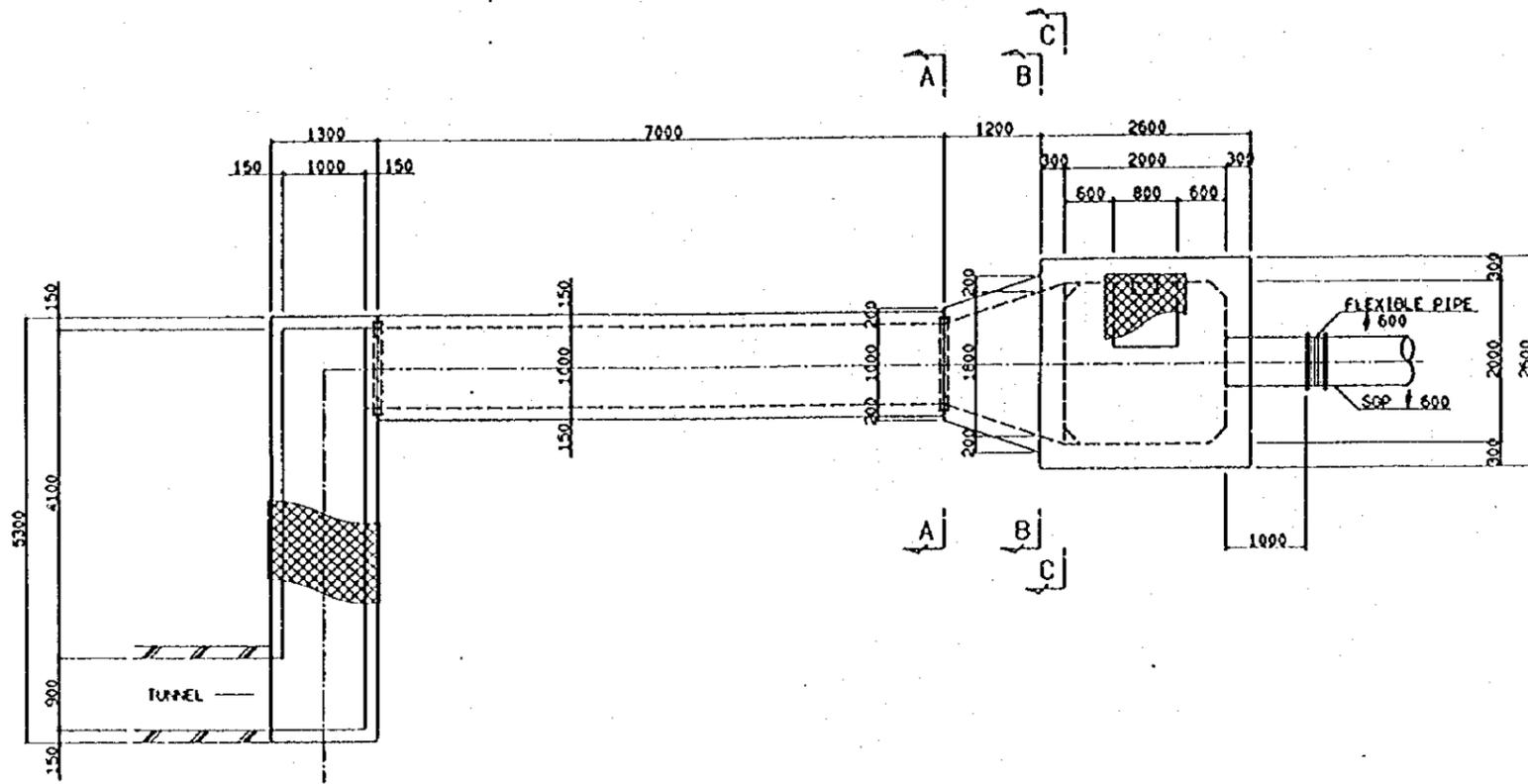


CORTE

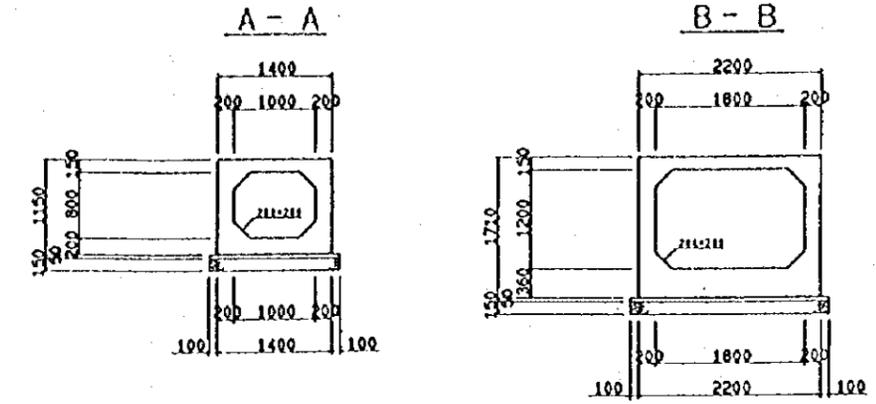


PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre	Tuberia de Conduccion de El Cinto Valvula de Aire, Valvula de Drenaje
Escala	Plano No. 15
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

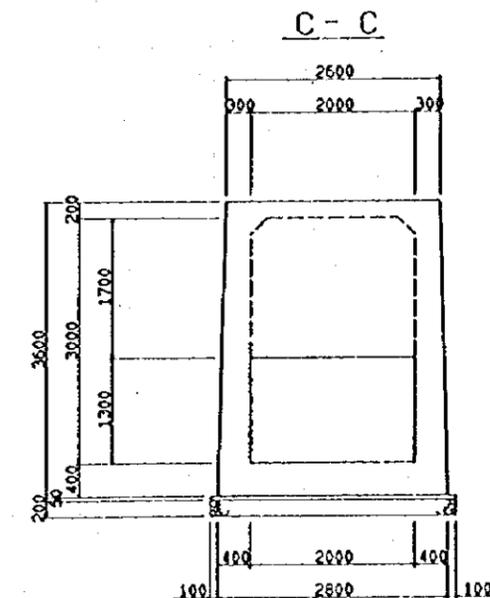
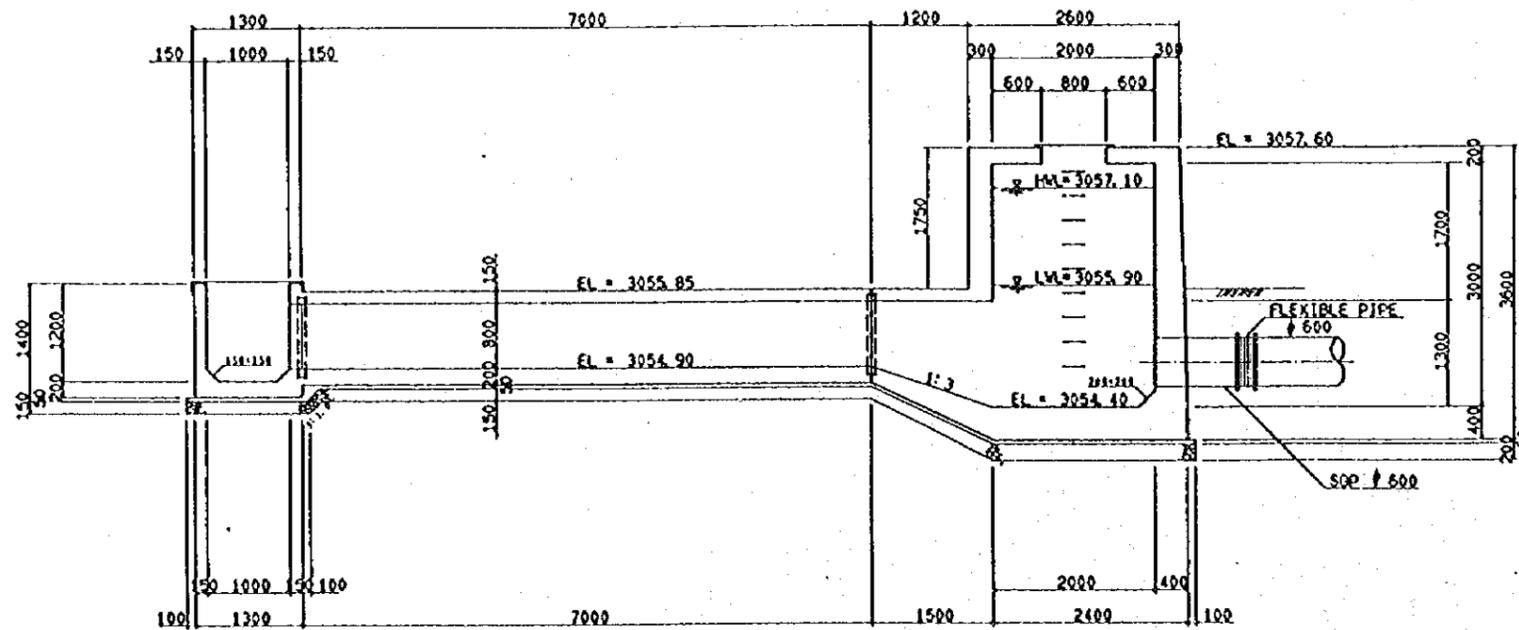
PLANTA
ESCALA 1:50



CORTE
ESCALA 1:50



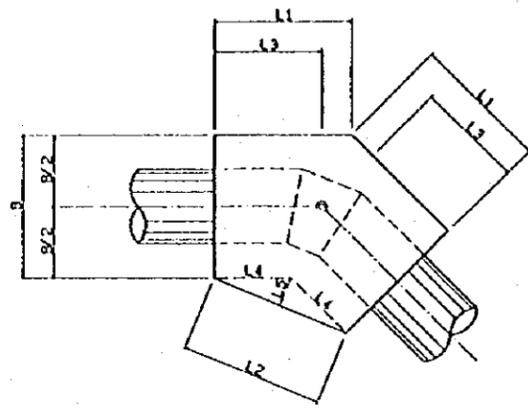
SECCION LONGITUDINAL
ESCALA 1:50



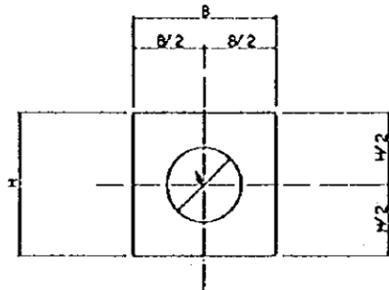
PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre Tubería de Conduccion de El Cinto Obra de Desague	
Escala	Plano No. 16
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

TIPO A

PLANTA



CORTE

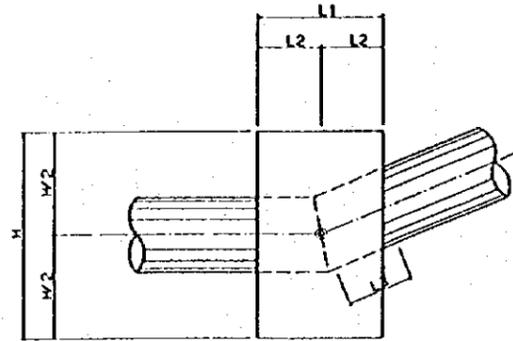


CUADRO DE ANCLAJES

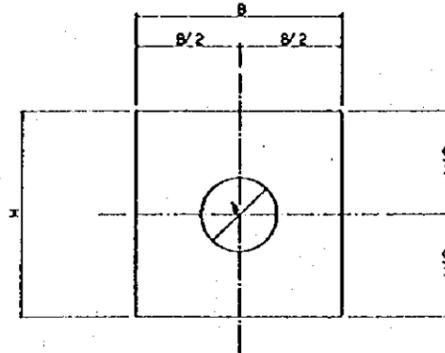
DIMENSIONES							
φ	B	H	L1	L2	L3	L4	L5
600	1.150	1.150	1.100	1.150	661	622	238

TIPO B

SECCION LONGITUDINAL



CORTE

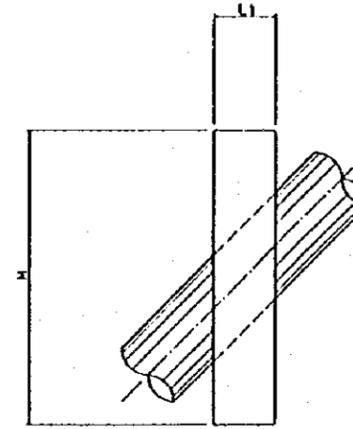


CUADRO DE ANCLAJES

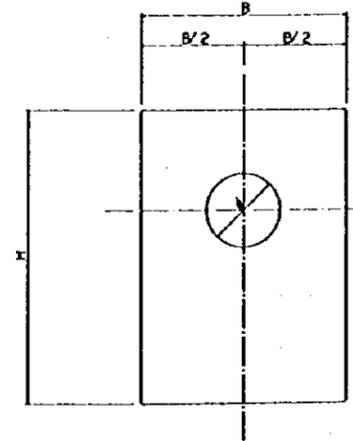
DIMENSIONES					
φ	B	H	L1	L2	L3
600	1.650	1.650	1.000	500	707

TIPO C

SECCION LONGITUDINAL



CORTE



CUADRO DE ANCLAJES

DIMENSIONES			
φ	B	H	L1
600	1.650	2.350	500

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL
SERVICIO DE AGUA POTABLE
PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO

Nombre

Tuberia de Conduccion de El Cinto
Obra de Proteccion

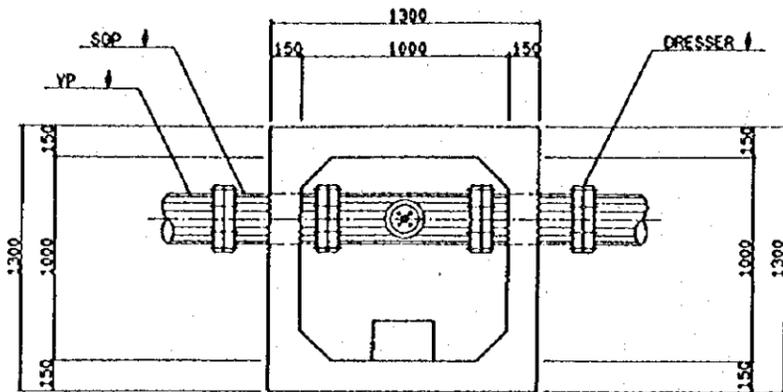
Escala

Plano No. 17

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

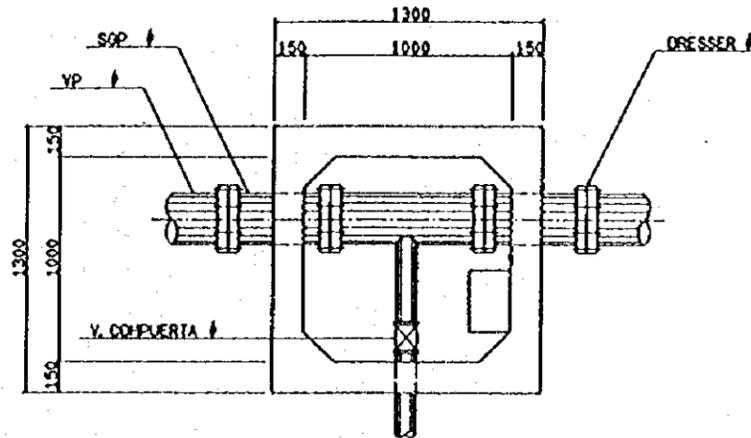
CAMARA DE AIRE

PLANTA

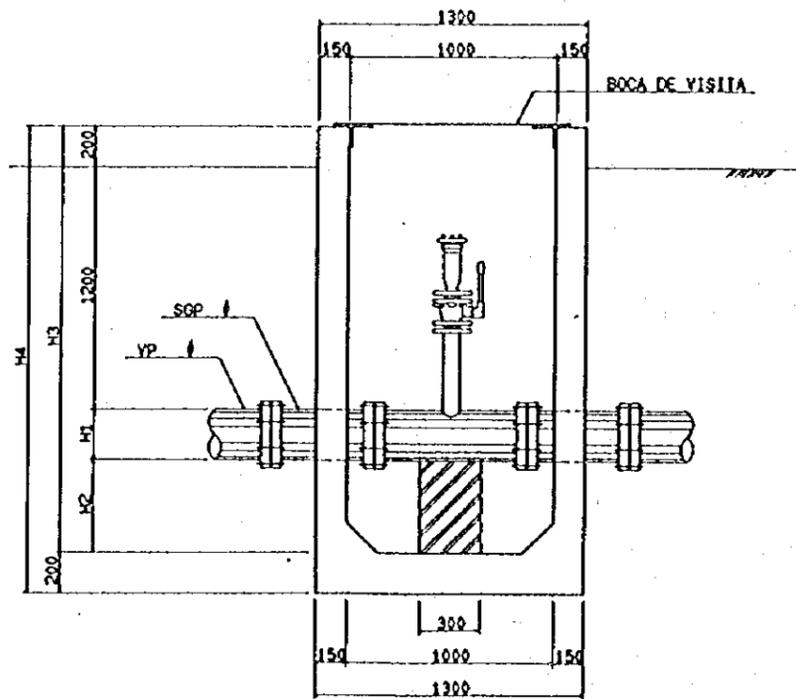


CAMARA DE VALVULA DE DESAGÜE

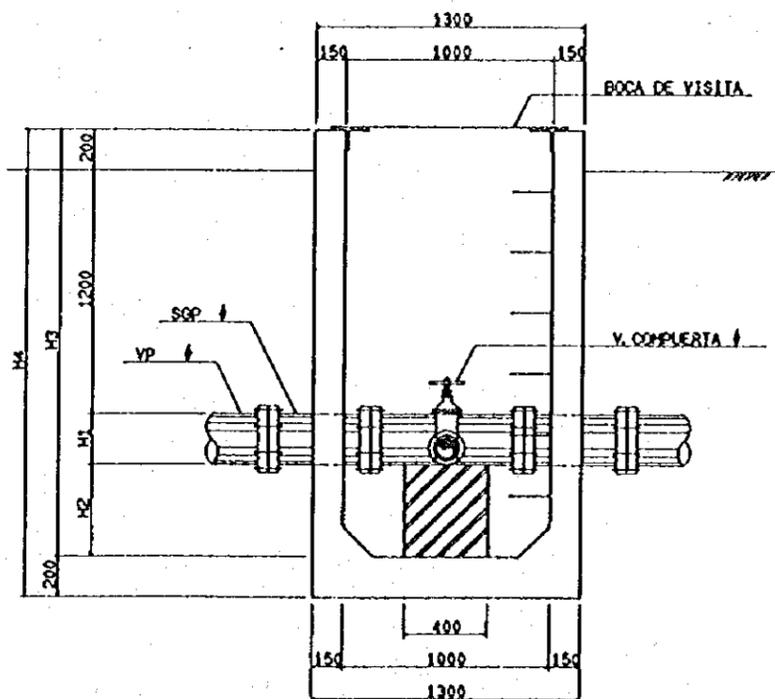
PLANTA



CORTE



CORTE



CUADRO DE ANCLAJES

DIMENSIONES						
↓	H1	H2	H3	H4	DRESSER ↓	V. COMPUERTA ↓
150	165	335	1,900	2,100	150	80
200	216	334	1,950	2,150	200	80
250	267	333	2,000	2,200	250	80
300	318	332	2,050	2,250	300	80
350	370	330	2,100	2,300	350	80
400	420	330	2,150	2,350	400	150

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL
SERVICIO DE AGUA POTABLE
PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO

Numero

Línea de Conduccion de Pugnagua - Chimborazo
Valvula de Aire, Valvula de Drenaje

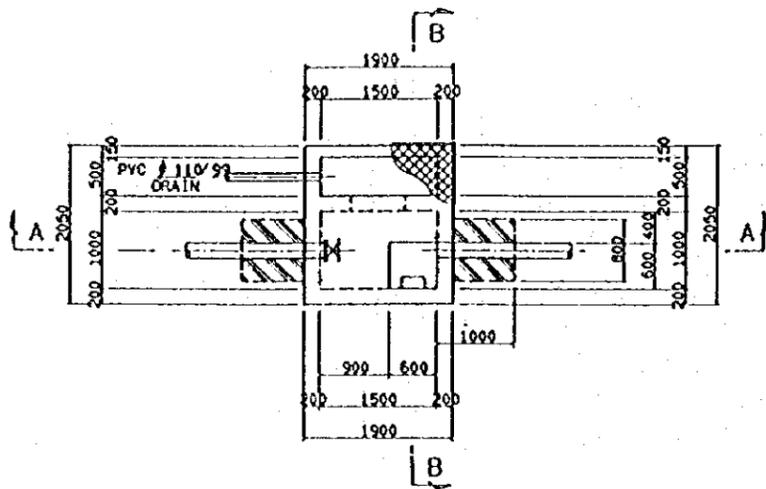
Escala

Plano No. 19

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

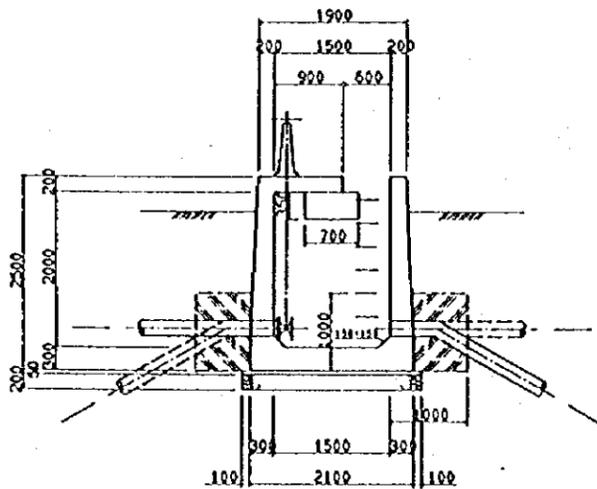
SIFON
ESCALA 1:50

PLANTA

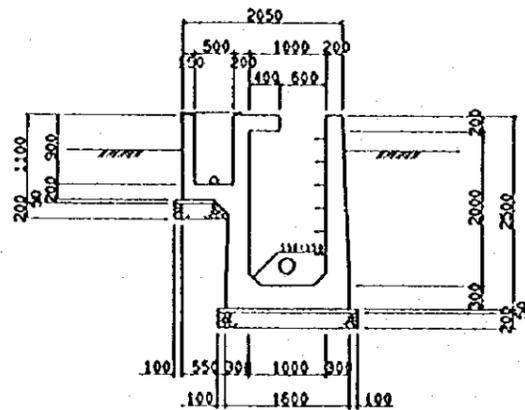


CORTE

A - A



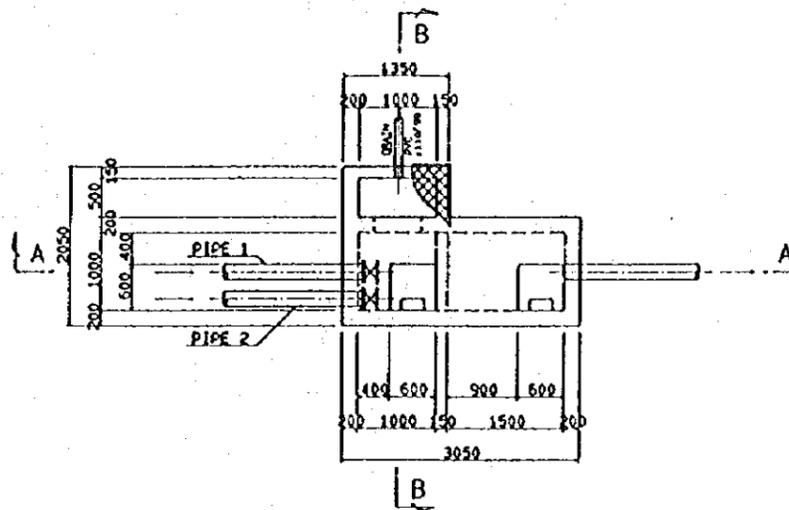
B - B



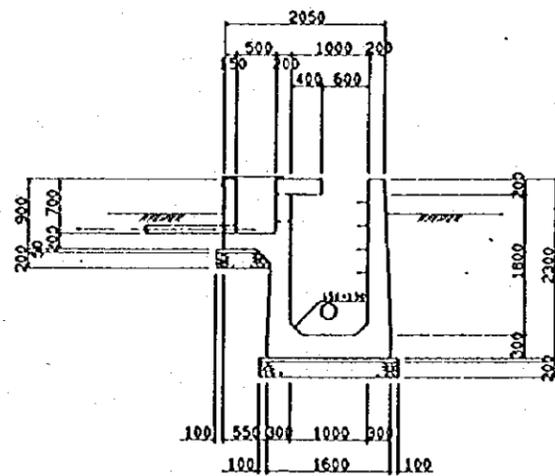
No	BOCA DE ENTRADA	BOCA DE SALIDA
1		SP 630
2	SP 3303	SP 3596
3	SP 4085	SP 4255
4	SP 4708	SP 4780

REGULADOR DE PRESION
ESCALA 1:50

PLANTA

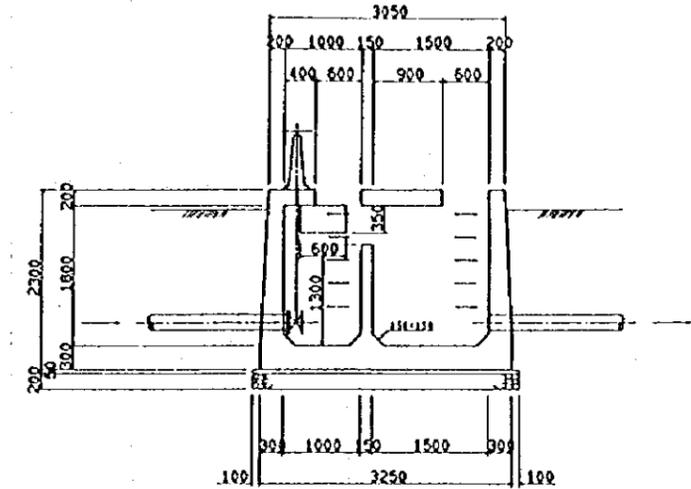


B - B



CORTE

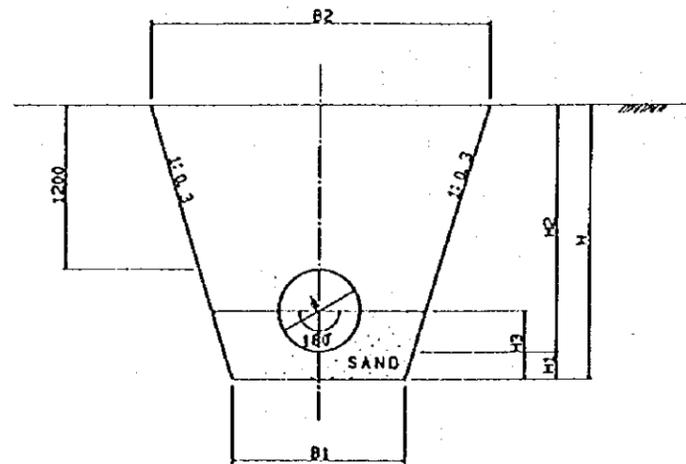
A - A



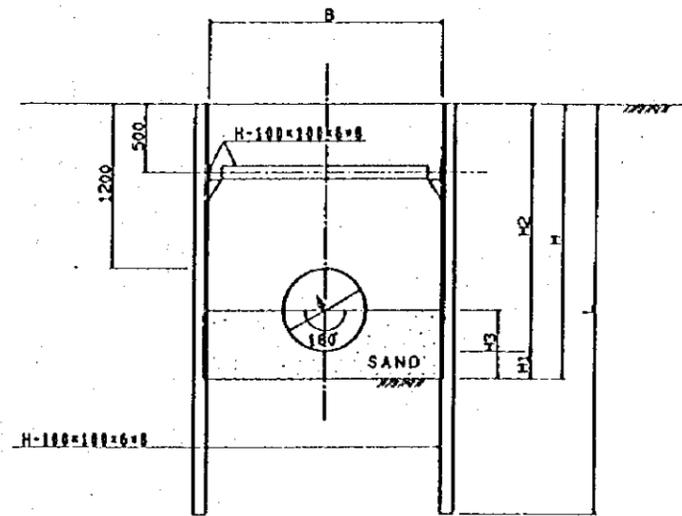
	SP	PIPE 1	PIPE 2
	SP 3558 16	PVC φ 160/145	—
	SP 4958 00	PVC φ 355/321	SP φ 250
	SP 400	PVC φ 315/285	PVC φ 160/145

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Nombre	Sifon, Obras de Desague y de Regulacion de Presion
Escala	Plano No. 2.0
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

TIPO A



TIPO B



CUADRO DE ANCLAJES

DIMENSIONES							
	φ	B1	B2	H	H1	H2	H3
SGP	600	1,280	2,487	2,012	200	1,812	506
VP	145	440	1,319	1,465	100	1,365	183
	194	540	1,450	1,516	100	1,416	208
	240	710	1,680	1,617	150	1,467	284
	286	760	1,781	1,668	150	1,518	309
	339	810	1,842	1,720	150	1,570	335
	385	860	1,922	1,770	150	1,620	360

CUADRO DE ANCLAJES

DIMENSIONES						
φ	B	H	H1	H2	H3	L
600	1,700	2,012	200	1,812	506	3,000

PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y EXPANSION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE QUITO	
Numero Seccion Típica de Tuberia	
Escala	Plano No. 21
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

4.5 Plan de ejecución de las obras

4.5.1 Directrices para la ejecución de las obras

El presente proyecto se llevará a cabo utilizando los recursos financieros proporcionados por el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón. Después de tomar decisión relativa a la ejecución del proyecto, el Gobierno de la República del Ecuador firmará con un banco de cambio de moneda extranjera del país el contrato de autorización de pago de los recursos financieros proporcionados por Japón necesarios para la ejecución de las obras, elegirá una compañía consultora de persona jurídica del Japón que se encargará de los trabajos de diseño y supervisión, elegirá una compañía constructora que se encargará de las obras, y realizará el proyecto.

Los ítems básicos que constituyen una serie del programa de ejecución del proyecto se describen a continuación.

(1) Régimen para ejecución del proyecto

1) Organización ejecutora del proyecto

La organización encargada de la ejecución del presente proyecto es la EMAAP-Q. Para posibilitar la ejecución satisfactoria del presente proyecto, se establecerá una oficina encargada del presente proyecto.

El Canje de Notas (C/N) con el Gobierno de Japón relativo a la cooperación financiera no reembolsable, que es la premisa para ejecución del presente proyecto, los trámites para exención de los derechos aduaneros aplicables a los materiales y equipos importados, etc., se realizarán bajo la ayuda del Ministerio de las Relaciones Exteriores del Gobierno de la República del Ecuador y de otras autoridades correspondientes.

2) Compañía consultora

Una compañía consultora de nacionalidad japonesa se encargará de las tareas de diseño y supervisión relacionadas con las obras de construcción y la adquisición de los equipos y materiales bajo la responsabilidad del Gobierno de Japón.

Después del Canje de Notas (C/N) relativo a la cooperación financiera no reembolsable, la EMAAP-Q deberá firmar con la compañía consultora un contrato relativo a la prestación de los servicios mencionados a continuación:

- a. Prestación de los servicios de diseño detallado
- b. Prestación de los servicios de preparación de la documentación de licitación

- c. Prestación de los servicios de asesoramiento relativos a la licitación
- d. Análisis y evaluación de las ofertas presentadas en la licitación
- e. Prestación de los servicios de asesoramiento durante las negociaciones de contratación entre la EMAAP-Q y el adjudicatario de la licitación
- f. Prestación de los servicios de supervisión de las obras de construcción

3) Contratistas

Las obras de construcción propiamente dichas y las tareas de adquisición de los materiales y equipos serán llevadas a cabo por los contratistas de nacionalidad japonesa. Los contratistas contratados deberán enviar a la República del Ecuador el personal técnico necesario para la ejecución de las obras del presente proyecto, incluso los ingenieros civiles, los ingenieros hidráulicos especializados en instalaciones de bombeo, etc.

(2) División de las tareas del presente proyecto

Las tareas relacionadas con el presente proyecto serán divididas como se indica a continuación:

1) Responsabilidades del Gobierno del Japón

- a. Prestación de los servicios de consultoría relativos a las obras de construcción y adquisición de los equipos y materiales afines.
- b. Obras de construcción de las instalaciones
- c. Suministro de los materiales (tuberías, válvulas, etc.) de las instalaciones.
- d. Suministro de los equipos (cromatógrafo de gas) y prestación de los servicios de orientación técnica (cuando se suministran los equipos).

2) Responsabilidades del Gobierno de la República del Ecuador

- a. Exención de los derechos aduaneros, impuestos internos y otras tasas y derechos aplicables a los equipos y materiales, y emisión de la autorización de importación.
- b. Garantía del transporte de los equipos y materiales desde el puerto de importación hasta la ciudad de Quito.
- c. Garantía del suministro de los equipos y materiales de construcción suministrados en el mercado ecuatoriano.
- d. Otorgamiento de las facilidades necesarias para emitir la visa para el ingreso y estadía en la República del Ecuador de las personas de nacionalidad japonesa que se dediquen a las operaciones del presente proyecto.
- e. Otras medidas necesarias para la ejecución satisfactoria del presente proyecto.

(3) Programa de ejecución del proyecto

- 1) Desde el punto de vista presupuestario, los proyectos ejecutados bajo los auspicios del régimen de cooperación financiera no reembolsable del Gobierno de Japón se dividen en dos distintas categorías, o sea proyectos de duración anual o proyectos con débitos cargados por la Tesorería Nacional. El sistema más adecuado aplicable a cada caso se elige tomando en consideración la envergadura del proyecto (duración y costos necesarios), y el plan del proyecto se formula según el caso.
- 2) En cuanto a las condiciones meteorológicas existentes en el sitio del proyecto, hay estación lluviosa y estación seca, lo cual afectará al progreso de las obras. El cronograma de las obras será planificado tomando en consideración dichas circunstancias.
- 3) Con la finalidad de garantizar el volumen de agua conducido actualmente a la planta de tratamiento de agua de El Placer, el cronograma de las obras será preparado atribuyendo prioridad a las instalaciones de la toma de agua del río El Cinto y a la construcción de la nueva línea de conducción de agua.
- 4) Con respecto a las obras de mejoramiento de las líneas de conducción de agua desde los sistemas de Pugnagua y Chimborazo a los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable existentes (que se ejecutará por la EMAAP-Q), se preparó el cronograma eficiente de obras, tomando en consideración la coordinación con las obras relativas a las nuevas tomas de agua y las líneas de conducción de agua.

(4) Obras de construcción y adquisición de los materiales y equipos

- 1) Con respecto a las obras de ingeniería civil relacionadas a las instalaciones de agua, las compañías constructoras privadas ecuatorianas poseen vasta experiencia de trabajo. Así, se procura nombrar a los constructores privados ecuatorianos como subcontratistas. Por otro lado, la experiencia de las compañías ecuatorianas con respecto a las instalaciones de bombeo y similares no es necesariamente abundante, y por eso el personal técnico apropiado será enviado de los contratistas japoneses.
- 2) En cuanto al suministro de los materiales de construcción, los materiales de origen ecuatoriano tendrán prioridad máxima, tomando en consideración la facilidad de las tareas de mantenimiento y reparación después de la conclusión de las obras. En cuanto a las maquinarias de construcción, se usará de manera combinada el sistema de alquiler de las compañías locales y el suministro del Japón.

4.5.2 Precauciones en la construcción y ejecución de las obras

(1) Situación de la industria de construcción en la República del Ecuador

En la República del Ecuador se pueden aprovechar las compañías constructoras y compañías que alquilan maquinarias de construcción, ambas de envergadura relativamente grande. En cuanto a los trabajadores de construcción, carece de personal técnico debidamente habilitado, y se considera necesario enviar a los técnicos de Japón. En cuanto a los feriados y a las horas de trabajo, normalmente se trabaja 5 días por semana, hay 9 feriados al año, y la jornada de trabajo de 8 horas es generalizada. La legislación de trabajo actualmente en vigor requiere el pago de la prima de horas extras cuando se trabaja en los feriados y fuera de las horas ordinarias de trabajo.

(2) Adquisición de los materiales y equipos de construcción

En cuanto a los materiales de construcción necesarios en el presente proyecto, el cemento, las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) de pequeño diámetro y las tuberías de concreto se producen en las fábricas locales, y pueden ser adquiridos en el mercado ecuatoriano. En cuanto a los agregados para concreto, la grava para pavimentación de los caminos y la piedra triturada para las fundaciones de las estructuras, hay canteras de extracción de piedras y plantas machacadoras dentro del sitio del proyecto, y su utilización es fácil.

(3) Transporte de los materiales y equipos de construcción

Con respecto al transporte de los materiales de construcción hasta los sitios de las obras, los caminos no están pavimentados, y además hay que pasar un punto con altitudes superiores a 3.300 metros, con lo cual las condiciones de transporte por carreteras no son favorables. Se supone que el transporte de materiales largos y pesados será difícil. El transporte de los materiales de construcción especialmente en la estación de las lluvias, requiere atención especial.

(4) Control de la seguridad durante las obras

Se necesita tomar cuidado especial para garantizar la seguridad de los seres humanos y de los vehículos durante la ejecución de las obras en los terrenos de los caminos públicos (carreteras provinciales) donde hay mucho tráfico.

4.5.3 Plan de ejecución y supervisión de las obras

Durante la ejecución del presente proyecto, el consultor prestará los servicios que se mencionan a continuación.

(1) Diseño ejecutivo

Basándose en los resultados de los estudios de diseño básico, el consultor deberá realizar estudios de campo y deliberaciones con la EMAAP-Q, y deberá llevar a cabo los trabajos de diseño detallado, planificación de las obras, preparación del cronograma de las obras y preparación de los documentos de licitación.

(2) Asesoramiento de la licitación y del contrato de las obras

Durante los trabajos de licitación el consultor deberá ejecutar las tareas de publicación de la licitación, examen de las calificaciones para licitación, presentación de los documentos de licitación, explicación de los contenidos de las obras de la licitación, presenciar la apertura de las ofertas de la licitación, examinar las ofertas de la licitación, y asesorar a la EMAAP-Q en la firma del contrato de las obras con los contratistas japoneses.

(3) Supervisión de la ejecución de las obras

1) Operación de supervisión de la ejecución de las obras

El consultor deberá prestar los servicios de aprobación de la documentación presentada por el contratista, examinar los materiales y equipos principales relacionados con las obras, controlar los aspectos cualitativos y cuantitativos de las obras, inspeccionar las Obras, inspeccionar la puesta en marcha de las bombas y otras instalaciones y equipos del proyecto, presentar los informes del progreso de las obras a la EMAAP-Q, y realizar la inspección de conclusión de las obras.

Además, el consultor deberá prestar servicios de asesoramiento relativos al examen de los contenidos de las demandas de pago relacionadas a los costos que se pagarán durante las obras y después de su conclusión, y otros trámites afines.

Por otro lado, el consultor deberá presentar informes al Gobierno de Japón de los ítems necesarios con respecto al progreso de las obras durante la construcción, los trámites de pagos, la entrega después de la conclusión, etc.

- 2) Régimen de supervisión de la ejecución de las obras
- Puesto que el presente proyecto contiene la técnica de obras de ingeniería civil, así como de instalaciones mecánicas, será necesario enviar al personal técnico que se menciona a continuación. Para garantizar una supervisión integral de las obras, el ingeniero civil se quedará de manera permanente en el sitio de las obras. Los contenidos de las obras y los períodos de prestación de servicios del personal encargado de supervisión se indican en el cuadro siguiente:

Plan de supervisión de la ejecución de las obras

Encargado	Contenido de las tareas	Época y período de envío
Supervisor general	Comienzo de las obras Conclusión de las obras	Comienzo de las obras: 1,5 meses Conclusión de las obras: 1,5 meses
Ingeniero civil (A)	Tomas de agua, desarenador, casa de bombas, nuevas líneas de conducción de agua	14 meses (estacionado de manera permanente)
Ingeniero civil (B)	Nuevas líneas de conducción de agua	Período de instalación de nuevas líneas de conducción de agua : 5,5 meses
Ingeniero mecánico	Instalaciones de las bombas	Período de instalación de los equipos: 3 meses

4.5.4 Plan de adquisición de los materiales y equipos

(1) Adquisición de los materiales y equipos

En principio, los materiales y equipos necesarios en el presente proyecto serán suministrados en Japón o en la República del Ecuador. La adquisición de los materiales y equipos será realizada por compañías de nacionalidad japonesa, bajo el diseño y la supervisión de los consultores de nacionalidad japonesa.

Los principales materiales y equipos necesarios en el presente proyecto, que se suministrarán objetos de las tareas de adquisición se muestran en el cuadro siguiente. Los principales países suministradores son los siguientes, en vista de las razones que se explican abajo: (1) Cemento, barras de refuerzo de concreto y otros materiales básicos de construcción serán adquiridos en la República del Ecuador. (2) Con respecto a los tubos, los tubos de cloruro de polivinilo (PVC) serán los productos fabricados en la República del Ecuador, y los tubos de acero serán adquiridos en Japón (3) Bombas, equipos eléctricos, cromatógrafo de gas, etc., serán adquiridos en Japón.

- a. Los materiales y equipos de construcción disponibles en el mercado ecuatoriano (cemento, agregados para hormigón armado y otros materiales de construcción civil) serán adquiridos en la República del Ecuador.
- b. Los tubos de acero (\varnothing 600mm y \varnothing 300mm) serán suministrados por Japón y los terceros países. Sin embargo, cuando se suministran de los terceros países, se fabricarán a la orden, por lo tanto, es difícil fabricar dentro del período de obras determinado con la línea de fabricación existente. Y hay que introducir la nueva línea de producción para el diámetro mediano y grande, con lo cual se elevará su costo. Por consiguiente, serán suministrados en Japón teniendo en cuenta el costo y seguridad del plazo de entrega.
- c. Con respecto a las bombas, los motores, el tablero de distribución y otros equipos de las instalaciones eléctricas y de bombeo, desde los puntos de vista de la operación y administración, es necesario adquirirlos de un mismo país suministrador para asegurar las funciones y técnicas del sistema entero. Puesto que desde los puntos de vista de los costos no hay mucha diferencia entre la adquisición de Japón y de los terceros países, se considera recomendable adquirirlos en Japón tomando en consideración la facilidad de la inspección en fábrica, el control de la calidad y de los plazos de entrega y otros factores afines.
- d. Respecto al suministro de cromatógrafo de gas, es conveniente que se suministre de Japón teniendo en cuenta la facilidad de inspección de producto, control de calidad y control de plazo de entrega.

(2) Maquinarias para ejecución de las obras

Las maquinarias para ejecución de las obras serán obtenidas alquiladas en la República del Ecuador y suministradas en Japón. El alquiler en el mercado ecuatoriano tendrá prioridad en el presente proyecto.

(3) Adquisición de los materiales y equipos y maquinarias para las obras

El cuadro siguiente muestra las fuentes de adquisición de los materiales, equipos y maquinarias para las obras del presente proyecto:

Nombre del material/equipo	Fuente de adquisición			Maquinaria de construcción	Especificaciones	Fuente de adquisición		
	Ecuador	Japón	Terceros países			Ecuador	Japón	Terceros países
Cemento	<input type="radio"/>			Buldozer	11ton, 21ton	<input type="radio"/>		
Agregados	<input type="radio"/>			Retroexcavadora	0,35, 0,73m ³	<input type="radio"/>		
Barras de refuerzo	<input type="radio"/>			Camión volquete	6 ton, 11 ton	<input type="radio"/>		
Moldes	<input type="radio"/>			Camión grúa	10 - 15 ton	<input type="radio"/>		
Perfiles	<input type="radio"/>			Camión remolque	30 ton	<input type="radio"/>		
Materiales de acero	<input type="radio"/>			Grúa de oruga	20ton	<input type="radio"/>		
Tubos de PVC	<input type="radio"/>			Aplanadora de neumáticos	8-16 ton	<input type="radio"/>		
Tubos de acero		<input type="radio"/>		Camión de rociado	5,5 - 6,01	<input type="radio"/>		
Válvulas		<input type="radio"/>		Mezclador caliente	0,1, 0,2 m ³		<input type="radio"/>	
Equipos de bombeo		<input type="radio"/>		Generador	60 - 150 kva		<input type="radio"/>	
Motores eléctricos		<input type="radio"/>		Bomba sumergible	100 - 200 mm		<input type="radio"/>	
Tableros de distribución		<input type="radio"/>		Breaker	20 kg		<input type="radio"/>	
Cromatógrafos de gas		<input type="radio"/>						

4.5.5 Cronograma de ejecución de las obras

(1) Cargo de obras

1) Obras bajo la responsabilidad del gobierno de Japón

- (1) Construcción de las nuevas instalaciones de toma de agua del el río El Cinto (toma de agua, tanque de sedimentación de arena, estación de bombeo)
- (2) Construcción de la nueva línea de conducción de agua de El Cinto (desde la estación de bombeo hasta la entrada del Túnel del Ungüi)
- (3) Suministro de los materiales de la línea de conducción de agua de los sistemas de Pugnagua y de Chimborazo (desde los manantiales hasta los nuevos tanques de distribución de agua)
- (4) Suministro del cromatógrafo de gas

2) Obras bajo la responsabilidad del Ecuador

- 1) Obtención los derechos de uso de los recursos hídricos (río El Cinto)
- 2) Adquisición de los lotes de terreno (obtención de derechos de uso de los terrenos y pago de las indemnizaciones)
- 3) Obras de las vías de transmisión de energía eléctrica (desde la ciudad de Quito hasta nueva la estación de bombeo)

- 4) Cimentación del terreno en el sitio de construcción de la nueva estación de bombeo
- 5) Caminos de acceso para el proyecto
- 6) Sitios para almacenaje de los materiales de las obras
- 7) Obras de las tuberías de suministro de agua de la nueva estación de bombeo
- 8) Obras de reparación del interior del Túnel de Ungui
- 9) Mejoramiento de las instalaciones de toma de agua existentes
- 10) Mejoramiento de las líneas de conducción de agua existentes (sistema El Chazo)
- 11) Construcción de los tanques (3 sitios) de distribución de agua (sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable)
- 12) Instalaciones de desinfección (sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable)
- 13) Equipamiento de la red de distribución de agua potable (sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable)
- 14) Obras de suministro de agua potable a cada hogar (sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua potable)
- 15) Obras de las líneas de conducción de agua desde Palmira
- 16) Obras de las líneas de conducción de agua desde el río Chimborazo
- 17) Obras para el problema de las aguas residuales en la población de Lloa
- 18) Obras de mejoramiento de las líneas de conducción de agua existentes de los sistemas de Pugnagua y Chimborazo

De las obras arriba mencionadas bajo la responsabilidad del Ecuador, los numerales (1) hasta (7) deberán estar terminados antes del comienzo de las obras a cargo del gobierno japonés.

(2) Plan del cronograma de ejecución de las obras

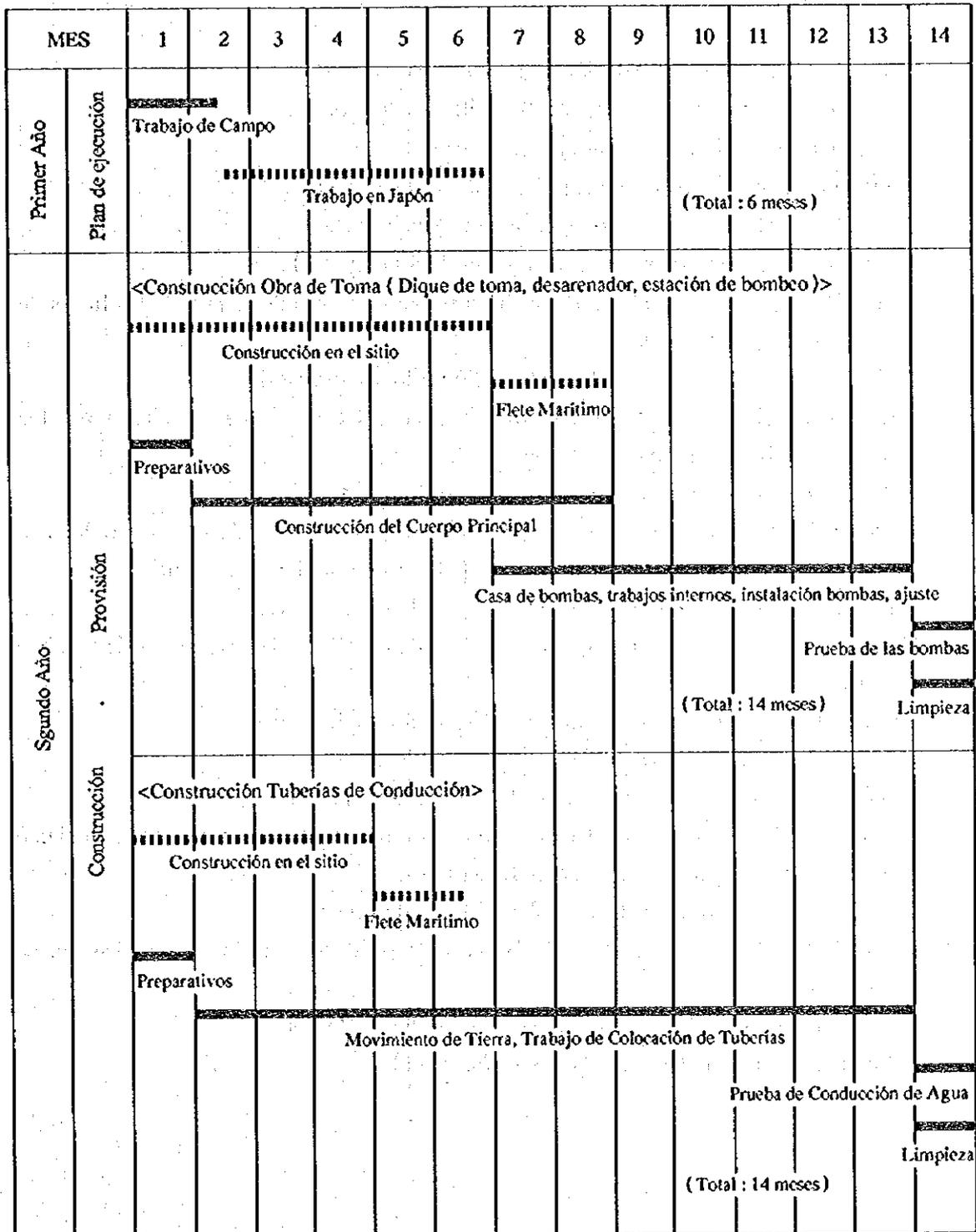
El cronograma total de ejecución, que se muestra en el Cuadro siguiente ha sido preparado tomando en consideración los estudios de las tareas del diseño ejecutivo, las obras preliminares que anteceden las obras de construcción propiamente dichas, los períodos de adquisición de los materiales y equipos, el periodo de las obras propiamente dichas, las condiciones meteorológicas en el sitio del proyecto, la cantidad de las obras completas de ejecución, los contenidos de las obras y otros factores afines.

Se requerirá que el diseño de ejecución y las tareas de preparación de la documentación de la licitación requerirá aproximadamente 6,0 meses, y que las obras de construcción

incluso la fabricación de los materiales y equipos así como su transporte requerirá aproximadamente 14 meses.

CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN

El cronograma de ejecución de las obras, luego de la construcción de los servicios de consultoría se muestra a continuación



4.6 Cálculo aproximado del costo del proyecto

Gastos a cargo de la República del Ecuador

14.944.800 mil sucres

- 1) Costos de adquisición y preparación de los terrenos
198.000 mil sucres (aproximadamente 8,5 millones de yenes)
- 2) Costos de construcción de los caminos de acceso
27.000 mil sucres (aproximadamente 1,1 millones de yenes)
- 3) Costos de las acometidas de energía eléctrica y agua corriente:
588.000 mil sucres (aproximadamente 25,3 millones de yenes)
- 4) Costos de las obras de reparación de las instalaciones de toma de agua y de las líneas de conducción de agua existentes:
3.040.000 mil sucres (aproximadamente 130,6 millones de yenes)
- 5) Costos de las obras de los tanques de distribución en los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua
1.451.000 mil sucres (aproximadamente 62,3 millones de yenes)
- 6) Costos de las obras de las tuberías de distribución y de las tuberías de suministro de agua en los sectores no cubiertos por los servicios públicos de suministro de agua
4.834.000 mil sucres (aproximadamente 207,7 millones de yenes)
- 7) Costos de las obras de las líneas de conducción de agua hasta las estaciones de bombeo nuevas:
3.079.800 mil sucres (aproximadamente 132,3 millones de yenes)
- 8) Costos de las obras para desagüe de las aguas residuales:
423.000 mil sucres (aproximadamente 18,2 millones de yenes)
- 9) Otros costos (obtención de los derechos de uso de los recursos hídricos, aseguramiento de los sitios para almacenamiento de los materiales):
54.000 mil sucres (aproximadamente 2,3 millones de yenes)
- 10) Costo de las obras de reparación de la línea de conducción de agua del Sistema de Chimborazo:
1.250.000 mil Sucres (Aproximadamente 53,7 millones de Yenes)
(Materiales suministrados por el Gobierno de Japón)

4.7 Entrenamiento técnico

Hay temor de la posibilidad de mezcla de residuos de pesticidas agrícolas en las fuentes de agua (principalmente las aguas superficiales de las vías fluviales) del sistema de suministro de agua potable de la ciudad de Quito. Con la finalidad de controlar la calidad del agua, se proyecta introducir un cromatógrafo de gas, que es un equipo capaz de analizar la composición de los residuos de pesticidas agrícolas presentes dentro de las aguas, e instalarlo en el laboratorio de análisis de agua de la planta de tratamiento de agua de El Placer de la EMAAP-Q, bajo los auspicios del presente proyecto. (Para más detalles, refiérase al Anexo B-6, "Introducción del Cromatógrafo de Gas"). La EMAAP-Q no tiene experiencia en este equipo, y se requieren nuevos conocimientos y técnicas operacionales para hacerlo funcionar de manera satisfactoria. Por eso, será indispensable llevar a cabo cursos de entrenamiento para el aprendizaje de los conocimientos especializados y de las técnicas operacionales correctas. Como entrenamiento inicial, se llevará a cabo un curso sobre las técnicas operacionales cuando se instala (se entrega) el equipo, que será realizado por el suministrador en el sitio de instalación. Sin embargo, puesto que dicho curso inicial enseñará solamente las técnicas elementales, será necesario realizar un curso de técnicas especializadas en el exterior (en la República del Ecuador no se fabrica actualmente el cromatógrafo, y por eso el producto será importado, y así es recomendable realizar el curso de entrenamiento en el exterior). Las características del curso de entrenamiento se describen a continuación:

- Nombre del curso de entrenamiento:
Curso de entrenamiento técnico de cromatógrafo de gas
- Sitio del curso de entrenamiento:
Exterior (centro de entrenamiento o del suministrador del fabricante del equipo u otro sitio equivalente)
- Duración del curso de entrenamiento:
3 meses
- Número de participantes:
2 personas (Empleados de la EMAAP-Q encargados del análisis de la calidad del agua)

(NOTA): Los costos relacionados con el curso de entrenamiento técnico mencionado, en el exterior, no podrán ser cubiertos con los recursos financieros proporcionados por el programa de cooperación financiera no reembolsable del Gobierno del Japón. Por consiguiente, la EMAAP-Q deberá cargar con los costos necesarios para ejecución de entrenamiento.

CAPITULO 5

EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES

Capítulo 5 Evaluación del proyecto y recomendaciones

5.1 Efectos benéficos

A través de la ejecución del presente proyecto, se puede obtener los resultados benéficos que se muestran en el cuadro siguiente:

Situación actual y puntos problemáticos	Medidas correctivas adoptadas en el presente proyecto	Efectos del presente proyecto
La población de la parte sudoeste de la ciudad de Quito (39.400 habitantes en 1995) que no cuentan con los servicios de suministro de agua, están enfrentando serias dificultades con respecto a la obtención de agua para su vida cotidiana. En la situación actual, esta población tiene un grado de dependencia muy alto de las empresas privadas vendedoras de agua, pero hay problemas bastante serios con respecto al costo (precios elevados), la disponibilidad (cantidades limitadas) y la higiene (calidad inestable del agua).	El presente proyecto propone instalar servicios públicos de agua en las áreas no cubiertas por este tipo de servicio. (En este sistema las aguas de los manantiales serán utilizadas como fuentes de suministro, la conducción del agua será a gravedad, y el agua se suministrará a cada hogar a través de las tuberías de distribución y los grifos, después de someterla a la desinfección).	La ejecución del presente proyecto posibilitará el suministrar a precios reducidos (tarifa de los servicios públicos) agua de buena calidad (agua de los manantiales) y en cantidades abundantes (234 l/persona-día) a los habitantes de los sectores no cubiertos por los servicios de agua potable (población planeada de 69.600 habitantes en 2004, área de 452 ha), y eso resultará en mejoramientos considerables en la salud pública y en las condiciones de vida.
La zona de loma de los alrededores de la planta de tratamiento del agua, El Placer de la ciudad de Quito (población de 28.500 habitantes en 1995), a pesar de su ubicación dentro de la área de servicio, no cuenta con el suministro de agua potable (cantidad insuficiente) durante la época de la sequía cuando la disponibilidad de los recursos hídricos es más limitada, estando en la situación similar a la de la zona no-suministrada.	La demanda de agua de dichas áreas (71 l/s) será cubierta por los recursos hídricos proporcionados por el Río El Cinto, que será usado como una nueva fuente.	Como resultado de la ejecución del presente proyecto, será posible suministrar agua potable durante todas las épocas del año (234 litros por habitante-día) en los sectores que tienen actualmente servicios insuficientes de agua potable (28.500 habitantes en 1995, área de 190 ha).
Las aguas de Lloa (manantiales) existentes, a pesar de su buena calidad, se mezclan con otras aguas fluviales y están sometidas a la purificación en la planta de tratamiento El Placer, lo cual resulta en desperdicio de productos químicos, costos del proceso de tratamiento, etc.	Los sistemas de las tuberías de conducción serán modificados, y el agua de los manantiales del Sistema Lloa serán sometidas solamente a la desinfección para suministrar el agua potable.	La ejecución del presente proyecto resultaría en ahorro de los productos químicos y de los costos de tratamiento en El Placer.
Puesto que las cantidades totales de agua disponibles en la ciudad de Quito son bastante limitadas, están apareciendo sectores sin servicios de agua o con suministro insuficiente.	El Río El Cinto será usado como una nueva fuente, y nuevas instalaciones de toma y de conducción (estación de bombeo y tubería de conducción con capacidad de 310 l/s) serán instaladas.	La ejecución del presente proyecto resultará en un aumento de 310 litros por segundo en el volumen total de agua cruda del sistema de agua potable de Quito (equivalente a aproximadamente el 4% de la capacidad total del sistema).
Hay temor de que estén mezclados los residuos de pesticida agrícola en las fuentes del sistema de agua de Quito (principalmente en las aguas superficiales fluviales).	Un aparato analizador, cromatógrafo de gas será introducido e instalado.	Este proyecto posibilitará el control permanente de la calidad del servicio de agua potable, y contribuirá para prevenir el suministro de agua de mala calidad (a aproximadamente 1,4 millón de habitantes de la ciudad de Quito).