
TOMO I

I. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

La elaboración del Perfil de Proyecto tiene por objetivo la Implementación de estructuras de medición y control de caudales, en los canales de derivación y canales laterales de primer orden, que forman parte del sistema de riego del ámbito de la Junta de Usuarios Alto Piura, con los siguientes fines:

- Mejorar la distribución del agua, cuya fuente principal es el río Piura y sus afluentes de la parte alta de la cuenca.
- Mejorar el abastecimiento de agua de las áreas desarrolladas.

1.2 METAS DEL PROYECTO.

Las metas del Proyecto son el resultado de una evaluación de campo, de las tomas y medidores del sistema de riego del Alto Piura, a nivel de los canales de derivación, canales laterales de primer orden y cabeceras de los laterales de segundo orden. Estos trabajos fueron realizados junto con los sectoristas, delegados de canal y usuarios, en coordinación con los dirigentes de las comisiones de regantes; con quienes se han sostenido reuniones permanentes y exposiciones del Proyecto. De acuerdo a estas reuniones y con criterio técnico, se han definido las estructuras a implementar.

Como resultado de los trabajos de campo y gabinete, en la evaluación del sistema de riego del valle Alto Piura y considerando los objetivos del Proyecto; como metas se tiene: la implementación de 1561 tomas, 825 estructuras de medición, 1523 estructuras de retención y 39 estructuras de distribución, las cuales se detalla en el **Cuadro N° 1.1**.

1.3 DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO.

Según el objetivo del Proyecto, fue necesario realizar la identificación e inventario de los canales de derivación y su punto de captación, tomas de los canales laterales de primer orden y tomas de los canales laterales de segundo orden, de las 10 comisiones de regantes integrantes de la Junta de Usuarios Alto Piura.

Según el inventario, se han identificado 3 formas de aprovechamiento del recurso hídrico:

- Aprovechamiento superficial por gravedad, a través de tomas rústicas o estructuras de concreto.
- Aprovechamiento superficial por bombeo, de ríos y/o canales.
- Aprovechamiento subsuperficial por bombeo de pozos.

En el caso de aprovechamiento superficial, se han clasificado las tomas de acuerdo al caudal de captación; En esta clasificación se han distinguido 10 rangos de caudales que abarcan desde 0 hasta 5.0 m³/s.

Por otro lado, se ha considerado la condición de estructuras con cruce de camino vehicular y sin ella, por lo que se tiene 2 clasificaciones más. Además, se han definido

estructuras con medidor y sin medidor, obteniéndose otras 2 clasificaciones. Finalmente, según las clasificaciones realizadas que llegan a 40, se han elaborado **2 alternativas** de diseños hidráulicos típicos de las estructuras de medición y control, para cada una de las clasificaciones.

En el caso de aprovechamiento subsuperficial por bombeo de pozos, se ha considerado la implementación de dos estructuras: Un caja típica de distribución de agua con 3 compuertas tipo tarjeta en cada lado; y una toma típica implementada con una compuerta tipo tarjeta.

Así mismo, se han elaborado cuadros por cada comisión de regantes, en los cuales se tiene la selección y tipificación de estructuras de medición y control a implementar en cada toma (**Anexo Nº 7.3 y Nº 7.7**).

El planteamiento hidráulico propuesto, permitirá colocar y/o reemplazar estructuras de control y medición de caudales de agua, en secciones claves de la distribución del líquido en del valle. Dentro de este aspecto se han considerado las sugerencias de los Sectoristas de riego y usuarios del valle.

CUADRO Nº 1.1
METAS DEL PROYECTO

COMISION DE REGANTES	TOMAS	ESTRUCTURAS DE MEDICION	ESTRUCTURAS DE RETENCION	ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION
BIGOTE	193	140	193	-
YAPATERA	135	62	135	-
CHARANAL	207	75	207	-
SERRAN	97	56	97	-
PABUR	242	15	242	-
MALACASI	80	33	80	-
SANCOR	172	141	172	-
VICUS	38	-	-	39
LA GALLEGA - MORROPON	318	279	318	-
EL INGENIO - BUENOS AIRES	79	24	79	-
TOTAL	1561	825	1523	39

1.4 COSTOS DEL PROYECTO

Según la necesidad del proyecto se ha planteado 2 alternativas de diseño, para las cuales se han determinado los costos al 31 de Julio del 2007.

La alternativa Nº 1, asciende a S/. 18'578,270.72 (Dieciocho Millones, Quinientos Setenta y Ocho Mil, Doscientos Setenta con 72/100), y la alternativa Nº 2, asciende a S/. 19'690,915.11 (Diecinueve Millones, Seiscientos Noventa Mil, Novecientos Quince con 11/100), como se detalla en los **Cuadros Nº 1.2 y Nº 1.3**.

CUADRO Nº 1.2
COSTO DEL PROYECTO, ALTERNATIVA Nº 1

COMISION DE REGANTES	COSTO DIRECTO S/.	GASTOS GENERALES 15%	UTILIDAD 10%	SUB TOTAL	I.G.V.	TOTAL
1 BIGOTE	1,622,954.67	243,443.20	162,295.47	2,028,693.34	385,451.73	2,414,145.07
2 YAPATERA	1,045,997.90	156,899.69	104,599.79	1,307,497.38	248,424.50	1,555,921.88
3 CHARANAL	1,592,496.59	238,874.49	159,249.66	1,990,620.74	378,217.94	2,368,838.68
4 SERRAN	792,435.50	118,865.33	79,243.55	990,544.38	188,203.43	1,178,747.81
5 PABUR	1,558,969.67	233,845.45	155,896.97	1,948,712.09	370,255.30	2,318,967.39
6 MALACASI	677,919.57	101,687.94	67,791.96	847,399.47	161,005.90	1,008,405.37
7 SANCOR	1,591,025.60	238,653.84	159,102.56	1,988,782.00	377,868.58	2,366,650.58
8 VICUS	229,421.07	34,413.16	22,942.11	286,776.34	54,487.50	341,263.84
9 LA GALLEGA - MORROPON	2,764,815.75	414,722.36	276,481.58	3,456,019.69	656,643.74	4,112,663.43
10 INGENIO – BB. AA.	613,557.43	92,033.61	61,355.74	766,946.78	145,719.89	912,666.67
TOTAL	12,489,593.75	1,873,439.07	1,248,959.39	15,611,992.21	2,966,278.51	18,578,270.72

CUADRO Nº 1.3
COSTO DEL PROYECTO, ALTERNATIVA Nº 2

COMISION DE REGANTES	COSTO DIRECTO S/.	GASTOS GENERALES 15%	UTILIDAD 10%	SUB TOTAL	I.G.V.	TOTAL
1 BIGOTE	1,717,274.94	257,591.24	171,727.49	2,146,593.67	407,852.80	2,554,446.47
2 YAPATERA	1,117,483.60	167,622.54	111,748.36	1,396,854.50	265,402.36	1,662,256.86
3 CHARANAL	1,675,232.54	251,284.88	167,523.25	2,094,040.67	397,867.73	2,491,908.40
4 SERRAN	855,727.05	128,359.06	85,572.71	1,069,658.82	203,235.18	1,272,894.00
5 PABUR	1,596,784.29	239,517.64	159,678.43	1,995,980.36	379,236.27	2,375,216.63
6 MALACASI	722,471.25	108,370.69	72,247.13	903,089.07	171,586.92	1,074,675.99
7 SANCOR	1,704,764.66	255,714.70	170,476.47	2,130,955.83	404,881.61	2,535,837.44
8 VICUS	229,421.07	34,413.16	22,942.11	286,776.34	54,487.50	341,263.84
9 LA GALLEGA - MORROPON	2,971,611.20	445,741.68	297,161.12	3,714,514.00	705,757.66	4,420,271.66
10 INGENIO – BB. AA.	646,819.37	97,022.91	64,681.94	808,524.22	153,619.60	962,143.82
TOTAL	13,237,589.97	1,985,638.50	1,323,759.01	16,546,987.48	3,143,927.63	19,690,915.11

En función a los aspectos técnicos y evaluación de costos, se recomienda desarrollar la alternativa Nº 1.

II. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

La Ley General de Aguas (Decreto Ley N°17752, del 24 de julio de 1969) establece que la distribución de agua en los sectores de riego se realizará en forma volumétrica, debiéndose de dotar de adecuada infraestructura hidráulica para este cumplimiento.

En 1999 la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, ex Dirección General de Aguas y Suelos, promovió la formulación de proyectos a nivel constructivo e inició en varios Distritos de Riego del Perú la instalación de estructuras de aforo a través de un "Programa Nacional de Implementación de Aforadores y Estructuras de Control", con presupuestos provenientes de los fondos de reforzamiento institucional (FRI) del INRENA y en algunos casos con aportes de las ATDRs y Organizaciones de Usuarios (con recursos de la tarifa de uso de agua con fines agrarios); a través de este programa en el 2001 -2003 en el valle del Alto Piura se desarrolló trabajos de elaboración de expedientes técnicos, así como ejecución física de estructuras de medición y control en algunos canales del valle.

En el 2004, la IRH del INRENA implementa el Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua, enmarcándose en el mismo la ejecución de estudios, a nivel de perfil, de "evaluación de estructuras de medición y control de agua en unidades de riego con derechos de uso de agua formalizados".

La Junta de Usuarios del Alto Piura comprometida con el adecuado uso de los recursos hídricos con fines agrícolas, ha programado realizar la elaboración del estudio de preinversión a nivel de Perfil del Proyecto de Estructuras de Medición y Control para las diez (10) Comisiones de Regantes que conforman el Sistema de Riego del Alto Piura, gestión de solicitud que llevará a cabo el Presidente de la junta de Usuarios del Alto Piura Sr. Cesar T. Ubillús Olemar ante el Intendente de Recursos Hídricos Ing. Enrique Salazar Salazar, mencionando que en reunión sostenida el día 09 de Abril con el Presidente de la República Dr. Alan García Pérez y el Gerente General del INRENA Dr. Miguel Rosas Silva, acordaron que la Intendencia de Recursos Hídricos apoye a la Junta de Usuarios del Alto Piura con el desarrollo del referido estudio (oficio 74/JUAP/2007).

El 09 de mayo del 2007 la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA comunica al Presidente de la Junta de Usuarios del Alto Piura haber dispuesto la participación de la Oficina de Proyectos de Afianzamiento Hídrico de la IRH atiende dicha solicitud, para lo cual convoca a una primera reunión de coordinación técnica a llevarse a cabo el 29 de mayo en las oficinas de la Junta de Usuarios en la ciudad de Chulucanas, con la participación de la comisión técnica presidida por el Ing. Eduardo Gonzáles Otoyá Orbegoso, cumpliéndose con este objetivo con asistencia de los interesados (0790/2007/INRENA/IRH/PAH)

Con fecha 15 de junio, la Oficina de Proyectos de Afianzamiento Hídrico en coordinación con la Junta de Usuarios del Alto Piura dio inicio al desarrollo del estudio a nivel de Perfil del Proyecto de Estructuras de Medición y Control.

2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

La elaboración del Perfil de Proyecto tiene por objetivo Implementar estructuras de medición y control de caudales, en los canales de derivación y canales laterales de primer orden, que forman parte del sistema de riego del ámbito de la Junta de Usuarios Alto Piura, con los siguientes fines:

- Mejorar la distribución del agua, cuya fuente principal es el río Piura y sus afluentes de la parte alta de la cuenca.
- Mejorar el abastecimiento de agua de las áreas desarrolladas.

2.3 METAS DEL PROYECTO

Como metas del Proyecto, se plantea: la implementación de estructuras de medición y control, mediante compuertas, a nivel de los canales laterales de primer orden y cabeceras de los laterales de segundo orden.

Para el cumplimiento de las metas fue necesaria la coordinación con los dirigentes de las Comisiones de Regantes. Así los trabajos de campo se han realizado junto con los sectoristas, delegados de canal y/o usuarios, con quienes se ha inventariado las tomas del sistema de riego del ámbito del proyecto, a nivel de los canales de derivación, canales laterales de primer orden y cabeceras de los canales laterales de segundo orden.

Como resultado de los trabajos de campo y gabinete, en la evaluación del sistema de riego del valle Alto Piura y considerando los objetivos del Proyecto; como metas se tiene: la implementación de 1561 tomas, 825 estructuras de medición, 1523 estructuras de retención y 39 estructuras de distribución, las cuales se detalla de la siguiente manera (**Cuadro Nº 1.1**):

CUADRO Nº 1.1
METAS DEL PROYECTO

COMISION DE REGANTES	TOMAS	ESTRUCTURAS DE MEDICION	ESTRUCTURAS DE RETENCION	ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION
BIGOTE	193	140	193	-
YAPATERA	135	62	135	-
CHARANAL	207	75	207	-
SERRAN	97	56	97	-
PABUR	242	15	242	-
MALACASI	80	33	80	-
SANCOR	172	141	172	-
VICUS	38	-	-	39
LA GALLEGA - MORROPON	318	279	318	-
EL INGENIO - BUENOS AIRES	79	24	79	-
TOTAL	1561	825	1523	39

2.4 JUSTIFICACION TECNICA, ECONOMICA Y SOCIAL

La Junta de usuarios del Alto Piura, actualmente ve agudizada los problemas en la distribución del agua a nivel de comisiones de regantes y sectores de riego debido a la falta de infraestructura adecuada de distribución y a la escasez de agua en épocas de estiaje.

Por otra parte, por razones diversas, en los sistemas de riego del valle del Alto Piura, actualmente existe un número muy reducido de estructuras de medición y control de caudales en estado operativo.

Frente a la necesidad de lograr un incremento en la eficiencia en el uso del agua de riego, el Ministerio de Agricultura a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales - Intendencia de Recursos Hídricos – Proyecto de Afianzamiento Hídrico con el apoyo de la Administración Técnica del distrito de riego Alto Piura, Junta de Usuarios Alto Piura y las Comisiones de Regantes han tomado diversas medidas, una de las cuales es la implementación de estructuras de medición y control de caudales para los usuarios de agua con fines agrícolas, lo que en conjunto con otras acciones permitirá un mejor control del agua empleada.

Por tanto el presente proyecto consiste en la elaboración del Perfil de proyecto de estructuras de medición y control del valle del Alto Piura, que contempla la implementación de tomas, medidores y retenciones, los cuales fueron evaluados mediante trabajos de campo y gabinete con la participación de los beneficiarios; documento técnico que en su etapa final deberá contar con la evaluación según los términos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), y estar expedito para desarrollo de las etapas de estudio siguientes hasta obtener el expediente técnico y ejecución de obra.

JUSTIFICACION TECNICA

En el marco del Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua (PROFODUA), de la Intendencia de Recursos Hídricos, IRH, del INRENA, en los últimos años se han otorgado Resoluciones de Licencia de Agua por comisión de Regantes y Bloques de riego; siendo los bloques la unidad básica de demanda, con una determinada garantía un volumen de agua total anual (y su distribución mensual). Sin embargo, sin la implementación de estructuras básicas de medición y control, no se obtendrá la distribución del agua adecuadamente.

JUSTIFICACION ECONOMICA

En lo económico, la falta de elementos de medición de caudal, permanente o intermitente, imposibilita obtener las masas reales aprovechadas por los usuarios, lo que genera eventualmente algunos problemas respecto a la conformidad de parte de los usuarios, y problemas en cuanto a la cobranza por el uso del agua, por parte de las organizaciones de los usuarios.

Por tanto, una adecuada implementación de estructuras de medición y control, como la que se proyecta, ayudará a resolver los problemas del reparto de volúmenes de agua a entregar a los usuarios, lográndose incrementar la eficiencia de cobranza por el uso del agua, con el beneficio económico correspondiente.

JUSTIFICACION SOCIAL

La implementación de las estructuras de medición y control, permitirá dotar de adecuados niveles de administración y gestión en torno al uso del agua, asimismo ayudará a realizar un mejor control volumétrico de este recurso, de tal manera que permita a la Junta de Usuarios, Comisiones de Regantes, como la Administración Técnica de Distrito de Riego, un manejo más eficiente; lo cual se verá necesariamente reflejado en la transparencia y equidad en la distribución y cobro por el uso del agua.

La ejecución del Proyecto, dará mayores elementos de juicio para la ATDR y JU en la toma de decisiones en asuntos de control de volúmenes de agua entregados, detección de problemas en la operación del sistema, determinación de las pérdidas de agua y evaluación de factibilidad de implementación de obras civiles de mejoramiento; lo que finalmente llevará a un beneficio social.

2.5 PARTICIPACION DE LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS Y BENEFICIARIAS.

La administración y la gestión de los recursos hídricos al interior del valle, es un tema que involucra tanto a los que la aprovechan directamente (usuarios), como a las entidades públicas encargadas del manejo y distribución del recurso. Dentro de este contexto las instituciones estatales directamente vinculadas al manejo del agua son: La Intendencia de Recursos Hídricos (IRH), La Administración Técnica de Distrito de Riego Alto Piura - Huancabamba, que representan al Ministerio de Agricultura, y por parte de las organizaciones de los usuarios en el Valle Alto Piura tenemos: a la Junta de Usuarios del Distrito de Riego del Alto Piura y las Comisiones de Regantes de Bigote, Yapatera, Charanal, Serrán, Pabur, Malacasi, Sancor, Vicus, La Gallega – Morropón e Ingenio – Buenos Aires.

Se han realizado visitas a campo, juntamente con los usuarios, sectoristas y/o dirigentes de las comisiones de regantes, a fin de identificar e inventariar las tomas y las posibles secciones de emplazamiento de la estructura de medición.

Paralelo al Estudio se han sostenido reuniones y exposiciones acerca del Proyecto. De acuerdo a estas reuniones y con criterio técnico, se han definido los tipos de estructuras a implementar.

Como constancia de las reuniones de trabajo y aceptación de los usuarios, se han firmado las **Actas de Conformidad**, las cuales se adjunta en el **Anexo N° 7.1**.

2.6 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

2.6.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Ubicación Política.-

Políticamente el valle está circunscrito en:

Distritos : Chulucanas, Morropón, La Matanza, Buenos Aires, Salitral,
San Juan de Bigote

Provincia : Morropón

Departamento: Piura

Geográficamente.-

Geográficamente el valle se ubica en el siguiente cuadrante:

Norte : 9396000 - 9449000
Sur : 578000 - 644900

El ámbito está bajo la jurisdicción de la Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba

Vías.-

La Junta de Usuarios Alto Piura se encuentra en el distrito de Chulucanas; La carretera Panamericana Norte constituye la más importante vía de comunicación.

Medios de Comunicación.-

El distrito de Chulucanas cuenta con diversos medios de comunicación, entre los más usuales son el teléfono fijo, teléfono móvil, telefax, Internet, correo, estación radioemisora y señal de cable y televisión.

2.6.2 ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y ADMINISTRATIVOS

ORGANIZACION

Los agricultores del valle Alto Piura están organizados en cuanto al uso del agua para la atención de sus necesidades productivas y están enmarcados dentro de la Ley General de aguas, que permite de modo general establecer sus derechos y obligaciones.

La gestión del uso de recursos hídricos en el valle Alto Piura es de responsabilidad de la Junta de Usuarios Alto Piura bajo la supervisión de la Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Piura.

La junta de usuarios Alto Piura está constituida por 10 comisiones de regantes:

- Comisión de Regantes Serrán
- Comisión de Regantes Bigote
- Comisión de Regantes Malacasi
- Comisión de Regantes La Gallega-Morropón
- Comisión de Regantes Ingenio - Buenos Aires
- Comisión de Regantes Pabur
- Comisión de Regantes Vicus
- Comisión de Regantes Charanal
- Comisión de Regantes Yapatera
- Comisión de Regantes Sancor

ADMINISTRACION

La Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, funciona como Autoridad Local de Aguas en el ámbito de su jurisdicción y depende:

-
- Técnica y Normativa, de la **Intendencia de Recursos Hídricos** del INRENA, que es un organismo en materia de aguas en el ámbito nacional.
 - Administrativamente, de la **Dirección Regional de Agricultura Piura**, que es la segunda instancia. Ambas instituciones dependen del Ministerio de Agricultura

De acuerdo a su organigrama funcional la Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Piura - Huancabamba esta a cargo del Administrador Técnico y tiene como personal a: un Asistente Administrativo, un Auxiliar Administrativo, un Conserje, una Secretaria y un Chofer.

En la cuenca alta del Río Piura existe una Junta de Usuarios, que se denomina Junta de Usuarios del Distrito de Riego Alto Piura, a la fecha agrupada en 10 comisiones de Regantes, su local esta ubicado en Jr. Lima S/N, Chulucanas.

2.6.3 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA SEGÚN COMISION DE REGANTES Y BLOQUES DE RIEGO

El valle Alto Piura, ubicado en la parte alta del Río Piura, tiene una superficie total de 10,017 Km² y es irrigado por el río Piura y sus 6 afluentes. Se encuentra, dentro de la jurisdicción de la Administración Técnica del Distrito de Riego alto Piura – Huancabamba, el cual se divide en 5 sectores de Riego: Canchaque, Bigote, Corral del Medio, Yapatera y Vicus; los cuales están organizados en subsectores (entre 1 a 3), haciendo en total de 10: Bigote, Yapatera, Charanal, Serrán, Pabur, Malacasi, Sancor, Vicus, Gallega-Morropón e Ingenio-Buenos Aires, que conforman Comisiones de Regantes.

Los usuarios del agua en el distrito de Riego del Alto Piura – Huancabamba, están organizados en una sola Junta de Ususarios denominada Alto Piura y 10 comisiones de Regantes, cada una de ellas conformada por el sub-sector del mismo nombre. Siendo su rol principal el manejo del agua para riego. En cada una de estas comisiones se han conformado los Bloques de Riego o Asignaciones, como se muestra en el **Cuadro Nº 2.1**.

El Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, tiene inscrita un área agrícola total de 29,72.48 Has y bajo riego alcanza a 28,166.00 Has, que pertenecen a 15,500 predios – usuarios, como se muestra en el **Cuadro Nº 2.2**.

CUADRO N° 2.1
ORGANIZACIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO ALTO PIURA -
HUANCABAMABA

JUNTA DE USUARIOS	SECTOR DE RIEGO	SUB SECTOR DE RIEGO COMISION DE REGANTES
ALTO PIURA	CANCHAQUE	SERRAN
	BIGOTE	BIGOTE
		MALACASI
	CORRAL DEL MEDIO	LA GALLEGA - MORROPON
		INGENIO - BUENOS AIRES
		PABUR
	YAPATERA	YAPATERA
		CHARANAL
		SANCOR
	VICUS	VICUS

Fuente: Propuesta de Asignación de Agua Superficial en Bloques Valle Alto Piura - PROFODUA

CUADRO N° 2.2
DISTRIBUCION DE LAS AREAS AGRICOLAS INSCRITAS A NIVEL DE
COMISIONES DE REGANTES

JUNTA DE USUARIOS	SECTOR DE RIEGO	SUB SECTOR DE RIEGO	COMISION DE REGANTES	NUMERO DE USUARIOS	NUMERO DE PREDIOS	AREA TOTAL (Has)	AREA BAJO RIEGO (Has)
Alto Piura	Canchaque	Serran	Serran	501.00	631.00	880.13	870.76
	Bigote	Bigote	Bigote	1,584.00	1,936.00	2,169.27	2,154.02
		Malacasi	Malacasi	282.00	406.00	545.65	529.96
	Corral del Medio	El Ingenio-BB.AA.	El Ingenio-BB.AA.	1,186.00	1,439.00	2,427.56	2,271.57
		La Gallega	La Gallega	1,228.00	1,379.00	2,690.54	2,491.83
		Pabur	Pabur	996.00	1,340.00	3,335.06	3,297.77
	Yapatera	Charanal	Charanal	2,406.00	3,021.00	5,392.68	5,296.91
		Yapatera	Yapatera	2,538.00	3,047.00	5,774.16	5,453.19
		Sancor	Sancor	811.00	1,139.00	3,254.14	2,800.64
	Vicus	Vicus	Vicus	1,121.00	1,162.00	3,303.29	2,999.35
TOTAL				12,653.00	15,500.00	29,772.48	28,166.00

Fuente.- ATDR Alto Piura - Huancabamba - SIRIS II

2.6.4 DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIONES HIDRICAS DE OPERACIÓN Y ADMINISTRATIVAS (LICENCIAS, PERMISOS).

Los cultivos del valle del Alto Piura son irrigados con aguas superficiales y subterráneas. Las aguas de escorrentía del río Piura se generan en su parte alta, a través de una serie de microcuencas de la margen derecha, tales como los ríos: Huarmaca, Pata, Pusmalca, Bigote, Corral del Medio, La Gallega (Caponés), Charanal, Yapatera, Sancor; y otros ríos y quebradas de régimen intermitente, pero muy importante por las diferencias notables en la frecuencia con que las precipitaciones fluviales se presentan.

Asimismo, debido a la carencia de agua de escorrentía en el período de estiaje y muchas veces por los largos períodos de sequía que se producen por las características climáticas propias de esta parte del país, se utiliza un gran volumen de aguas subterráneas, para cubrir los déficits, como riego suplementario y en otros casos para cubrir plenamente la campaña agrícola, como es en la comisión de regantes de Vicus.

Según los recursos de agua descritos, la disponibilidad de agua que se espera para la campaña agrícola 2007-2008, se muestra en el **Cuadro N° 2.3**.

CUADRO N° 2.3
DISPONIBILIDAD HIDRICA TOTAL, CAMPAÑA AGRICOLA 2007 - 2008

COMISION DE REGANTES	AGUA SUPERFICIAL (MMC)	AGUA SUBTERRANEA (MMC)	TOTAL (MMC)
SERRAN	18.7600	1.2360	19.9960
BIGOTE	98.3600	2.1360	100.4960
MALACASI	7.2100	4.2360	11.4460
INGENIO - BB.AA.	55.9300	3.7680	59.6980
LA GALLEGA MORROPON	32.8000	7.2360	40.0360
PABUR	30.3500	19.1520	49.5020
CHARANAL	18.8900	22.5498	41.4398
YAPATERA	25.9300	31.0560	56.9860
SANCOR	2.5200	15.8880	18.4080
VICUS	0.0000	10.4420	10.4420
TOTAL	290.7500	117.6998	408.4498

Fuente.- ATDR Alto Piura - Huancabamba - SIRIS II

Respecto a las licencias de derechos de uso de agua, en el año 2006 el Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua (PROFODUA), ha realizado la regularización de otorgar las licencias de uso de agua en 134.20 MMC de agua superficial y 46.34 MMC de agua subterránea, en 22,251.60 Has bajo riego, como se muestra en el **Cuadro N° 2.4**.

CUADRO Nº 2.4
ASIGNACIONES DE DERECHOS DE USO DE AGUA

Nº	COMISION DE REGANTES	LICENCIAS ENTREGADAS					
		VOLUMEN DE AGUA SUPERFICIAL	VOLUMEN DE AGUA SUPTERRANEA	PREDIOS	AREA TOTAL	AREA BAJO RIEGO	RESOLUCION ADMINISTRATIVA
1	SERRAN	10.19	0.74	671	849.03	814.17	Nº 200-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 204-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
2	MALACASI	7.65	1.29	561	630.34	626.59	Nº 205-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 206-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
3	BIGOTE	19.53	0.61	2063	2203.98	2132.24	Nº 207-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 212-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
4	EL INGENIO - BUENOS AIRES	18.54	1.38	1365	2026.51	1980.81	Nº 213-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 218-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
5	LA GALLEGA - MORROPON	14.89	0.8	1400	2438.01	2337.38	Nº 219-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 225-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
6	PABUR	17.42	12.1	1853	3218.99	3141.28	Nº 226-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 233-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
7	CHARANAL	14.85	6.01	2453	3569	3480.25	Nº 234-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 238-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
8	YAPATERA	20.37	8.37	2802	4634.31	4378.24	Nº 239-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 244-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
9	SANCOR	5.98	4.46	673	1645.85	1527.42	Nº 245-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 247-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
10	VICUS	4.78	10.58	1185	1899.69	1833.22	Nº 248-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H Nº 249-2006-GOB.REG.PIURA.DRA.P.ATDR.AP-H
	TOTAL	134.20	46.34	15026	23115.71	22251.60	

2.6.5 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EXISTENTE – RED DE RIEGO, SISTEMA DE MEDICION Y CONTROL DE CAUDALES.

La infraestructura de riego del valle Alto Piura, está conformada por una red de canales que captan el agua del cauce principal del río Piura y sus 6 afluentes, los ríos: Bigote, Corral del Medio, La Gallega, Charanal, Yapatera y Sancor, y 2 quebradas intermitentes: Qda. Las Damas y Río Seco; Además, complementariamente todas las comisiones de regantes, se abastecen de pozos de aprovechamiento de aguas subterráneas. En el **Cuadro N° 2.5**, se presenta las fuentes de abastecimiento por sectores y comisiones de regantes.

CUADRO N° 2.5

FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL VALLE DEL ALTO PIURA

JUNTA DE USUARIOS	SECTOR DE RIEGO	SUB SECTOR DE RIEGO COMISION DE REGANTES	FUENTE DE AGUA		
ALTO PIURA	CANCHAQUE	SERRAN	RIO HUARMACA		
			RIO PUSMALCA		
	BIGOTE	BIGOTE	RIO BIGOTE		
			MALACASI	RIO PIURA	
	CORRAL DEL MEDIO	INGENIO - BUENOS AIRES	LA GALLEGA - MORROPON	RIO LA GALLEGA	
				RIO PIURA	
				R. CORRAL QUEMADO	
	YAPATERA	YAPATERA	PABUR	RIO PABUR	
			CHARANAL	YAPATERA	RIO YAPATERA
					RIO CHARANAL
			SANCOR	QDA. LAS DAMAS	RIO SANCOR, RIO SECO
	VICUS	VICUS	AGUAS SUPTERRÁNEAS		

Fuente: Propuesta de Asignación de Agua Superficial en Bloques Valle Alto Piura - PROFODUA

La red de canales de riego en cada comisión de regantes, está compuesto básicamente por uno o varios canales de derivación, los cuales derivan el agua de río o pozo; luego este se bifurca o entrega a canales laterales de primer orden, los mismos a su vez entregan a canales laterales de segundo orden, y así sucesivamente, según requiera el ámbito de riego, se incrementa el orden en función a las bifurcaciones y reparto del agua.

En el siguiente **Cuadro N° 2.6**, se tienen los resúmenes de los canales de derivación, las longitudes y la capacidad, según comisiones de regantes. En el anexo se presentan los esquemas hidráulicos detallados, de las 10 comisiones de regantes.

CUADRO N° 2.6

CANALES DE DERIVACION A NIVEL DE COMISIONES DE REGANTES

COMISION DE REGANTES	NUMERO DE CANALES DE DERIVACION (*)	LONGITUD TOTAL Km	CAPACIDAD TOTAL m3/s
1 SERRAN	8	30.7	2.27
2 BIGOTE	29	86.5	8.50
3 MALACASI	2	8.26	1.48
4 LA GALLEGA – MORROPON	26	35.69	6.47
5 INGENIO – BUENOS AIRES	10	1.61	1.00
6 PABUR	1	4.09	5.00
7 YAPATERA	2	19.41	8.00
8 CHARANAL	3	15.69	5.00
9 SANCOR	19	25.85	6.45
10 VICUS	(**)	-	-

(*) Canales de Derivación Inventariados.

(**) Solo captación de aguas subterráneas mediante pozos.

Fuente: Informe Final, Asignación de Agua Superficial en Bloques Valle Alto Piura – PROFODUA, Agosto 2006.

COMISION DE REGANTES BIGOTE

La comisión de regantes Bigote, aprovecha las aguas del río bigote, afluente principal del río Piura. Se ha inventariado 29 canales de derivación (CD), los cuales tienen captaciones rústicas.

Según información obtenida de la comisión de regantes, los canales de distribución alcanzan a 135 Km, de los cuales 86.5 Km son canales de derivación. Estas longitudes son proporcionales a la cantidad de tomas o canales derivación que existe en la comisión. Los canales son de tierra, los tramos revestidos con concreto son puntuales.

El sistema de riego en general carece de estructuras de medición, por lo que la distribución equitativa del agua se hace por aproximación visual.

En cuanto a las estructuras de control, a nivel de los canales de derivación, la implementación es menor, y a nivel de los canales secundarios es carente.

La mayor cantidad de las tierras están cultivadas con arroz, seguido de frutas, las que en porcentaje son alrededor de 66 % y 23 % respectivamente.

COMISIONES DE REGANTES SERRAN

Las tierras de la Comisión de Regantes Serrán, capta las aguas del río Huarmaca y Puzmalca. Se han inventariado en ella 8 canales de derivación, 7 hacia la margen izquierda y una hacia la derecha, de los cuales se considera de mayor importancia, por la extensión de área bajo riego, el canal el Carmen que alcanza a regar el 35 % del área total. La longitud de los 8 canales de derivación alcanzan a 30.7 Km aproximadamente.

El sistema de canales carece de estructuras de medición, y las pocas estructuras de control existentes requieren refacción y/o reemplazo.

Se han inventariado 63 tomas a canales laterales de primer orden y 40 tomas para canales laterales de segundo orden.

Según información proporcionada por la Comisión de regantes, el cultivo que predomina son los frutales (53 %), seguido del maíz en 28 %.

COMISION DE REGANTES MALACASI

La comisión de regantes Malacasi, aprovecha las aguas del río Piura, luego de la confluencia de los ríos Huarmaca y Bigote. Constituye una de las comisiones más pequeñas, con 2 canales de derivación: CD Periquillo y CD Rosso Gladis Ala, este último complementa sus aguas mediante bombeo desde el río Piura, en diferentes puntos a lo largo de su recorrido. La longitud de ambos canales derivación, alcanza 8.26 Km.

Dentro del sistema de canales, son pocas las tomas que mantienen compuertas en buen estado, en cuanto a sistemas de medición simplemente no existen.

COMISION DE REGANTES EL INGENIO – BUENOS AIRES.

Las tierras de la comisión de regantes Buenos Aires, aprovechan las aguas del río Corral del Medio y río Piura. En ella se han inventariado 10 canales de derivación, de los cuales el CD El Ingenio constituye el de mayor importancia.

Las captaciones de los canales de derivación son rústicas; los canales principales y laterales son de tierra, con secciones trapezoidales irregulares.

COMISION DE REGANTES LA GALLEGA – MORROPON.

La Comisión de regantes Gallega aprovecha las aguas del río Gallega, mediante 26 canales de derivación, 13 de ellos ubicados hacia la margen derecha y los otros 13 en la otra margen. Además existe una pequeña quebrada denominada Caracucho de donde se captan a los canales denominados: El Coco (en la margen derecha) y Emilio Berrú (en la margen izquierda).

Las captaciones de los canales de derivación son rústicas; los canales principales y laterales son de tierra, con secciones trapezoidales irregulares.

COMISION DE REGANTES PABUR

La comisión de regantes Pabur, aprovecha las aguas del río Piura mediante una estructura de captación convencional. El principal canal de derivación se denomina

Santo Tomé Grande, del cual se derivan canales laterales importantes como: Santo Tomé Grande Unión, L1 bombeo Chanchape, Los carrasquillos, Rosso de Rosso Alto, luego al partidur Boliche, importante estructura dentro del sistema, de aquí salen los canales L1 Mango Alto, Práxedes Santa Marcela, Mango Bajo – Mango II, Pampas II Angélica y Santa Julia. Los primeros canales son complementados por bombeo superficial desde el CD.

No existen sistemas de medición en los canales, mientras la implementación de sistemas de control mediante compuertas es parcial.

COMISION DE REGANTES CHARANAL

La comisión de regantes Charanal, aprovecha las aguas del río del mismo nombre; mediante 3 canales de derivación: Cosapi, Talandracas y Huerequeque, las cuales tienen tomas rústicas.

Constituye una de las comisiones más importantes del valle Alto Piura, por la extensión de sus tierras (18.1 % del valle). El canal Cosapi, que se extiende hacia la margen izquierda del río Charanal, posee aproximadamente 11.96 Km de longitud, de los cuales el 29 % se encuentra revestido con concreto; además el canal presenta algunas estructuras de medición y control en los laterales más importantes. El canal de derivación Talandracas se extiende hacia la margen derecha del río Charanal, tiene una longitud de 4.38 Km. El canal de derivación Huerequeque, capta hacia la margen izquierda, y tiene una longitud de 5.56 Km, de los cuales el 50 % se encuentra revestido.

COMISION DE REGANTES YAPATERA

La comisión de regantes Yapatera, aprovecha las aguas del río del mismo nombre; mediante 2 canales de derivación: Yapatera y Chapica, las cuales tienen tomas rústicas.

Por la extensión de sus tierras viene a ser la comisión más importante del valle (19.4 % del valle). El canal Chapica en su recorrido recibe aportaciones del río Yapatera mediante los canales de derivación el Cañón y La Prieto.

El canal de derivación Yapatera, se extiende hacia la margen derecha del río yapatera, tiene como principales efluentes los canales de primer orden: Lagunas, Ñacara y Callejones, de los cuales ninguno está revestido.

Los sistemas de control mediante compuertas están parcialmente implementados, pero a falta de mantenimiento muchas de ellas no vienen funcionando bien. Por otro lado, en los últimos años, debido a la independización de predios se han abierto otras tomas, las cuales carecen de compuertas. En cuanto a los sistemas de medición, existen muy pocas.

COMISION DE REGANTES VICUS

La comisión de regantes Vicus es atípica dentro del valle, debido a que todo el aprovechamiento hídrico es de aguas subterráneas, mediante pozos de bombeo.

Se han inventariado 19 pozos en funcionamiento: San Martín, Santa Rosa de García, Comité 5, Comité 1, Comité 6, Comité 4, Sr. de los Milagros, Sr. Cautivo, Virgen de las Mercedes, Nva. Esperanza, Guillermito, Luis Alberto S., Remigio Morales, Sta. Rosa de

Huapalas, Sta. Rosa de Huasimal, Virgen del Carmen, Sn. José Obrero, Tres Marías y Víctor Raúl.

COMISION DE REGANTES SANCOR

La comisión de regantes Sancor, aprovecha las aguas de los ríos: Sancor y Seco. En el primero se tienen 4 canales de derivación: Arguelles, Pareja Palo Negro, Paredones y Capas Cerro de Loro. El aprovechamiento del río Seco es a través de los canales: Corrales, Calle, Ojeda, Emilio Calle, Germán Córdova, Cascajal, Tocto, Chaquiro, La Peña Azul, El Coco, Huancabamba, Morante, San Eduardo, Piedra Azul Belén y Piedra Azul Sol Sol. En ambos ríos las captaciones son rústicas, y los canales son de tierra, con secciones trapezoidales irregulares.

Los ríos sancor y seco, son de régimen intermitente, siendo los períodos secos mayores a los períodos con flujo, por lo que los cultivos son estacionales. Este hecho hace que las tierras de cultivo en la mayor parte del año estén abandonadas, así mismo los canales estén poco mantenidas.

El sistema de control mediante compuertas es deficiente, en cuanto al sistema de medición simplemente es carente.

2.6.6 DESCRIPCION DE LA ACTUAL OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICION Y CONTROL.

El planeamiento y gestión de los Recursos Hidráulicos al interior de los canales de aprovechamiento se ve enormemente limitada, debido a la carencia de estaciones de medición y control, sumado esto a la gran magnitud de área bajo riego, su manejo u operación se hace más complejo.

El aspecto más importante en el reparto del agua, así como en el desarrollo de los proyectos de planeamiento, comprenden las descargas de volúmenes de agua en los canales, así mismo las estructuras de control.

Las operaciones del sistema de riego, actualmente, son conducidas por cada comisión de regantes, mediante sectoristas y delegados de grupo, quienes se encargan de la captación asignada o reparto de agua. Gran parte de esta captación se realiza bajo estimación cuantitativa directa del sectorista, y en otros basados en la medición de la altura del agua, y de medición directa del caudal mediante obras deterioradas y descalibradas. Esta situación hace que la toma de agua en los canales sea irregular, limitando la oferta del agua en las captaciones de la parte baja de la cuenca o de la comisión y otros usos de terceros, hecho que se agrava en épocas de estiaje y sequía crítica.

El proceso de distribución de agua de riego, en cada comisión de regantes, se efectúa desde el pedido de los usuarios (semanal, quincenal y mensual); y de acuerdo a la disponibilidad de agua y al requerimiento de los cultivos el cual debe ser concordante con la declaración en el Plan de Cultivo y Riego Anual. Participan los directivos y delegados de cada canal con los sectoristas, quienes organizan el turno de riego.

La distribución de agua bajo riego, se realiza con la participación de las 10 comisiones de regantes, en coordinación con la Junta de Usuarios del Distrito de Riego, bajo la supervisión de la Administración Técnica del Distrito de Riego del Alto Piura-Huancabamba, Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, del Ministerio de Agricultura.

2.6.7 DESCRIPCION GENERAL DE ASPECTOS AGROLOGICOS.

Según la intención de siembra declarada, para la presente campaña agrícola (2007 / 2008), se tiene 15,282.70 hectáreas, distribuidas según se muestra en el **Cuadro N° 2.7.**

2.6.8 DESCRIPCION GENERAL DE LOS ASPECTOS DE TARIFA DE AGUA PARA RIEGO.

De acuerdo al Decreto Ley N° 17752, del 24 de julio de 1969, de La Ley General de Aguas, se establece que la distribución de agua en los sectores de riego se realizará en forma volumétrica; la tarifa de agua también se establece bajo la misma unidad (Volumétrica, m³).

Según la Resolución Administrativa del Gobierno Regional de Piura, R.A. N° 270/2006-GOB.REG.PIURA-DRA.PIURA.ATDR.AP-H, de fecha 15 de diciembre de 2006, para el año 2007, se ha establecido la tarifa de agua superficial en S/. 0.01 / m³.

CUADRO Nº 2.7
INTENCION DE SIEMBRA DECLARADA PARA LA CAMPAÑA 2007-2008

CULTIVOS	COMISION DE REGANTES										TOTAL
	BIGOTE	CHARANAL	INGENIO - BB.AA.	LA GALLEGA	MALACASI	PABUR	SANCOR	SERRAN	VICUS	YAPATERA	
AJI PAPIKA	-	-	-	-	-	106.00	180.00	-	-	-	286.00
ALGODÓN PIMA	-	20.00	5.00	10.00	-	63.50	-	-	-	-	98.50
ARROZ	1,352.90	500.00	900.00	1,234.10	50.00	-	20.00	10.00	-	208.10	4,275.10
CACAO	150.00	5.00	50.00	10.00	-	-	-	-	-	15.00	230.00
CEBOLLA	-	45.00	-	-	-	-	-	-	-	15.00	60.00
COCO	30.00	-	-	5.00	-	14.00	-	30.00	3.00	-	82.00
FRIJOL CHILENO	30.00	-	-	60.00	45.00	363.00	100.00	50.00	-	-	648.00
FRIJOL DE PALO	19.00	8.00	-	8.00	20.00	183.00	50.00	12.80	-	-	300.80
LIMON	100.00	220.00	25.00	15.00	40.00	180.00	10.00	150.00	170.00	564.00	1,474.00
MAIZ	30.00	600.00	10.00	192.60	81.00	543.00	100.00	214.00	-	375.80	2,146.40
MANGO CIRUELO	5.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	15.00
MANGO	185.00	480.00	10.00	5.00	30.00	120.00	28.00	200.00	283.00	2,000.00	3,341.00
MARACUYA	-	-	-	-	-	-	2.00	5.00	2.00	-	9.00
NARANJA	20.00	-	5.00	-	10.00	-	-	-	2.00	15.00	52.00
PALTO	-	20.00	20.00	10.00	-	10.00	-	-	-	-	60.00
PAPAYA	-	-	5.00	-	5.00	-	5.00	-	-	-	15.00
PASTOS SUDAN	5.00	50.00	10.00	10.00	5.00	10.00	-	10.00	-	20.00	120.00
PIÑA	-	-	-	-	-	-	80.00	-	-	-	80.00
PLATANO	70.00	15.00	400.00	210.00	55.00	480.00	-	60.00	5.00	36.00	1,331.00
SOYA	-	-	-	5.00	-	-	-	2.30	-	-	7.30
TAMARINDO	30.00	10.00	-	5.00	-	15.00	-	-	5.00	30.00	95.00
UVA	-	20.00	-	-	-	1.00	20.00	-	-	-	41.00
YUCA	16.80	400.00	-	19.50	3.50	17.00	-	-	-	58.80	515.60
TOTAL	2,043.70	2,393.00	1,440.00	1,799.20	354.50	2,105.50	595.00	744.10	470.00	3,337.70	15,282.70
AREA BAJO RIEGO	2,151.52	5,278.08	2,259.26	2,544.40	521.00	3,298.55	2,795.25	1,081.39	3,015.48	5,463.05	28,407.98
% AREA A INSTALAR	94.99	45.34	63.74	70.71	68.04	63.83	21.29	68.81	15.59	61.10	53.80

Fuente.- ATDR Alto Piura - Huancabamba - SIRIS II

III. PLANEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

3.1 PLANEAMIENTO HIDRAULICO DEL PROYECTO.

El planeamiento hidráulico propuesto corresponde al resultado de una evaluación de campo del actual sistema de riego del valle del Alto Piura, actividad que se ha realizado en coordinación con los Presidentes y Sectoristas de las Comisiones de Regantes; en este contexto, el trabajo se ha llevado a cabo tomando como base los aspectos organizativos y administrativos del valle, el cual se establece en 10 Comisiones de Regantes.

En algunas de las cabeceras de los canales de derivación, existen estructuras de medición tipo Parshall o de Resalto, sin embargo a falta de mantenimiento, muchas no funcionan correctamente. Dentro del presente estudio se ha realizado la evaluación de las estructuras de medición existentes, verificación de las dimensiones y las condiciones hidráulicas de funcionamiento, a fin de recomendar la permanencia o reemplazo.

El planteamiento hidráulico propuesto, permitirá colocar y/o reemplazar estructuras de retención, medición y control de caudales de agua, en secciones y tomas de los canales laterales de primer orden y laterales de segundo orden. Dentro de este aspecto se han considerado las sugerencias de los Sectoristas de riego.

Como resultado de la evaluación del sistema de riego, y tomando en cuenta las tomas de los canales laterales de 1º orden y 2º orden, se ha determinado la implementación de 1561 tomas, 825 estructuras de medición, 1523 estructuras de retención y 39 estructuras de distribución, distribuidos según el **Cuadro N° 3.1**.

La elección del tipo de estructura, corresponde a una evaluación de las condiciones hidráulicas y condiciones de mejorar la distribución del recurso hídrico, así como facilitar el riego por turnos. Por otro lado, las estructuras planteadas se adaptan al valle, dado que existen experiencias de buen uso y funcionamiento.

3.2 DEFINICION DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La ubicación de las estructuras de retención, medición y control, en concordancia con los objetivos del Proyecto, corresponden a las tomas de los canales laterales de primer orden y de segundo orden; En ello no se consideran las tomas directas prediales.

La ubicación de las estructuras de control proyectadas (compuertas), se prevén emplazar en el mismo lugar de los existentes, lateral al flujo del canal de orden superior.

Los criterios generales seguidos, para definir el emplazamiento de las estructuras de medición, fueron:

- a. Elegir un tramo recto de canal y de sección uniforme, en una longitud aproximadamente igual a 10 veces el ancho medio y verificar que la dirección del flujo sea paralela a las márgenes del canal.
- b. Elegir un tramo de canal con pendiente uniforme en la solera.
- c. Se han descartado los tramos de canal, con obstáculos al paso de la corriente, tales como arbustos en el talud o piedras grandes en la solera del canal, especialmente en los de poca profundidad.

CUADRO Nº 3.1
CANTIDAD DE ESTRUCTURAS PROYECTADAS

COMISION DE REGANTES	TOMAS	ESTRUCTURAS DE MEDICION	ESTRUCTURAS DE RETENCION	ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION
BIGOTE	193	140	193	-
YAPATERA	135	62	135	-
CHARANAL	207	75	207	-
SERRAN	97	56	97	-
PABUR	242	15	242	-
MALACASI	80	33	80	-
SANCOR	172	141	172	-
VICUS	38	-	-	39
LA GALLEGA - MORROPON	318	279	318	-
EL INGENIO - BUENOS AIRES	79	24	79	-
TOTAL	1561	825	1523	39

3.3 TRABAJOS BASICOS DE INGENIERIA.

3.3.1 RECONOCIMIENTO.

Los trabajos de reconocimiento se han realizado junto con los presidentes de las comisiones de regantes, sectoristas de riego y/o delegados de canal, en ello se han identificado en planos, los canales de derivación por cada comisión de regantes, así como los canales de laterales de primer y segundo orden.

Por otro lado se han verificado los esquemas hidráulicos de los sistemas de riego, a nivel de comisiones de regantes, del cual se presenta las láminas correspondientes.

Resultado de trabajos de reconocimientos, se han encontrado los siguientes casos:

- Existen comisiones de regantes que tiene un solo canal de derivación.
- Existen comisiones de regantes que tienen dos o varios canales de derivación.
- Se ha encontrado comisiones de regantes que tienen sistemas de captación superficial y subterránea por bombeo de pozos.
- Existen comisiones de regantes que complementan el riego mediante bombeo directamente de los ríos.
- Existen comisiones de regantes que complementan el con aguas de filtraciones.
- La Comisión de regantes Vicus emplea en su totalidad agua de pozos
- En su mayoría las comisiones de regantes captan las aguas directamente del río mediante tomas rusticas y a la vez estos poseen tierras de cultivo de áreas de

inundación, las cuales en años húmedos son parte del cauce y en años secos son zonas agrícolas.

3.3.2 INVENTARIO E IDENTIFICACION DE ESTRUCTURAS.

Los trabajos de inventario e identificación de las tomas se han realizado durante los meses julio, agosto y setiembre de año en curso; en ello se ha visitado a cada una de las tomas de los canales de primer orden y segundo orden, en el marco del objetivo del Proyecto.

En las tomas visitadas se han elaborado fichas de campo, levantando información tales como: categoría del canal, ubicación geográfica de la toma, caudales máximos y mínimos estimados, características geométricas e hidráulicas del canal, estado físico de las estructuras existentes, croquis de emplazamiento de las tomas y fotografías.

Los trabajos de inventario se han realizado básicamente con el objetivo de preparar los esquemas hidráulicos, por comisión de regantes, los mismos que se muestran en el **Anexo 7.2**.

Además, se han preparado “Informes de Inventario y Evaluación del Sistema de Riego de cada Comisión de Regantes”, según el nivel del estudio, los cuales se presentan como apéndices del 1 a 10 (1 apéndice por cada Comisión de Regantes).

3.3.3 DEFINICION DE CAUDALES DE DISEÑO.

Los caudales de diseño para las estructuras, se han obtenido en función de los caudales máximos de tránsito en los canales de riego, esta información fue obtenida de las comisiones de regantes y de los sectoristas de riego, la misma que fue corroborada con los volúmenes de agua de las licencias entregadas y en función al área agrícola bajo riego.

Debido al amplio rango de caudales de tránsito, obtenidos en los canales inventariados, que van desde 0.020 m³/s hasta 5.0 m³/s; los caudales de diseño se han dividido en 10 rangos, como se muestra en el **Cuadro Nº 3.2**:

CUADRO Nº 3.2.
CAUDALES DE DISEÑO

Nº	RANGO DE CAUDALES m ³ /s	CAUDAL DE DISEÑO m ³ /s
1	0 – 0.10	0.10
2	0.11 – 0.20	0.20
3	0.21 – 0.40	0.40
4	0.41 – 0.60	0.60
5	0.61 – 1.00	1.00
6	1.01 – 1.50	1.50
7	1.51 – 2.00	2.00
8	2.01 – 3.00	3.00
9	3.01 – 4.00	4.00
10	4.01 – 5.00	5.00

3.3.4 MATERIALES DE CONSTRUCCION.

Los materiales de construcción, herramientas y equipos a emplearse en el Proyecto, serán adquiridos de la Región de Piura.

Dentro de la estructura del presupuesto del Proyecto, las principales partidas que involucran adquisición de materiales son: Las Obras de Concreto y las Estructuras Metálicas.

En la primera partida citada, los insumos como el cemento y acero, pueden ser adquiridos en ferreterías de la región, mientras los agregados para la preparación del concreto, pueden ser extraídos de canteras recomendadas en el Estudio de “Geología y Geotecnia” del presente Proyecto, el mismo que se muestra en el **Cuadro N° 3.3**, el referido estudio también incluye la ubicación de canteras de material para enrocado, **Cuadros N° 3.5**.

Los materiales para la partida de Estructuras Metálicas, pueden ser adquiridos y/o manufacturados en la ciudad de Piura y/o Chulucanas.

a. CANTERA DE AGREGADOS PARA CONCRETO.

Las canteras de agregados para concreto, en la mayoría de los casos, están constituidos por acumulaciones de suelos granulares que gradan entre gravas arenosas y arenas gravosas; es notoria la presencia de cantos rodados en su composición. La ubicación de las canteras, y Volúmenes de explotación y Distancias a las obras, se muestran en los **Cuadros N° 3.3 y N° 3.4**.

b. CANTERA DE MATERIAL DE RELLENO.

En la zona de ubicación de las principales obras de las diferentes Comisiones, predominan los materiales de origen aluvial que gradan entre arenas limosas y/o arcillosas y arcillas arenosas, con inclusiones de gravas en su composición, cuya consistencia de la mezcla de ellos es semidura a dura.

Para efectos de costos y considerando que se trata de material propio abundante en la zona, se estima que se pueden obtener en un radio máximo de 2000 m de cualquier obra de terraplén que se proyecte.

c. CANTERA DE MATERIAL PARA ENROCADO.

El material para los enrocados y emboquillados, se pueden obtener de las mismas fuentes de agregados, pues tienen un alto porcentaje de cantos rodados (Tamaños promedios entre 0.60 a 1.00m) que se distribuye en la superficie de los cauces principales, sobre todo en las partes altas de la cuenca en el ámbito de cada comisión. La ubicación de las canteras, y Volúmenes de explotación y Distancias a las obras, se muestran en los **Cuadros N° 3.5 y N° 3.6**. Las características de los materiales se dan en el estudio de “Geología y Geotecnia” del presente Proyecto.

CUADRO Nº 3.3

UBICACIÓN DE PRESTAMOS DE AGREGADOS

COMISION	RIO/QUEBRADA	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM		TIPO DE MATERIAL	SUCS
			ESTE	NORTE		
SANCOR	Paccha	Los Valientes	590387	9448180	Grava arenosa	GP
	Río Seco	Belén	594231	9445699	Grava arenosa	GP
	La Viña	La Viña	593959	9443101	Grava arenosa	GP
			593503	9442492	Grava arenosa	GP
YAPATERA	Yapatera	Captación Yapatera	600836	9442319	Grava arenosa	GP
	Yapatera	Pueblo Fátima	598066	9439193	Arena gravosa	SP
	Yapatera	Pueblo Papellillo	599559	9440877	Arena gravosa	SP
CHARANAL	Las Damas	Pueblo Bocana	601507	9439193	Arenas gravosas y gravas arenosas.	SP - GP
	Las Damas	P. San José Chorro	603624	9431921	Arenas gravosas y arenas arenosas.	SP - GP
	Las Damas	P. Solumbre	604801	9433242	Arenas gravosas y gravas arenosas.	SP - GP
	Charanal	P. Talandracas	605359	9435506	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
VICUS	Charanal	P. Huerequeque	603165	9434618	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
	Piura	Nacar	592105	9434956	Arena gravosa, pocas gravas.	SP - SM
	Piura	Huapalás	589902	9435077	Arena gravosa, sin gravas.	SP - SM
MORROPÓN	Piura	Pueblo Niomalo	586552	9441085	Arena gravosa, sin gravas.	SP - SM
	Capones	Inicio C. Morropón - El Alba	615766	9426043	Grava arenosa	GP
	Corrales	Maray	618411	9425638	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
BUENOS AIRES	Corrales	Pueblo Polvazal	614463	9423903	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
	Piura	Buenos Aires - La Pampa	617623	9416677	Arena gravosa	SP
PABUR	Piura	Huaquillas - La Toma	609869	9423638	Arena gravosa	SP
MALACASI	Piura	Pueblo El Ala	619253	9413146	Grava arenosa	GP
	Río Seco	Qbda Río Seco	619610	9411081	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
	Piura	Pueblo Malacasí	627354	9410968	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
BIGOTE	Piura	Pueblo Salitral	630065	9409080	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
	Bigote	Toma Manzanares	637361	9413142	Grava arenosa	GP
	Bigote	Toma Cerezo	634239	9412907	Grava arenosa	GP
SERRAN	Canchaque	Pueblo Palo Blanco Medio	633300	9403121	Gravas arenosas y arenas gravosas.	GP - SP
	Canchaque	Pueblo Palo Blanco Alto				

CUADRO Nº 3.4

VOLUMEN DE EXPLOTACION Y DISTANCIAS A LAS OBRAS DE LOS PRÉSTAMOS DE AGREGADOS

COMISION	PRESTAMO	TIPO DE MATERIAL	VOLUMEN DE EXPLOTACION (m ³)	DISTANCIA PROMEDIOS A LAS OBRAS (Km)
SANCOR	La Viña	Agregados gruesos y finos	> 50,000.00	Aproximadamente 5 Km. al punto medio de la Comisión (Pampa Sancor)
YAPATERA	La Viña	Agregados gruesos y finos		Aproximadamente 5 Km. hasta la Hacienda Yapatera.
CHARANAL	Charanal - Huerequeque	Agregados gruesos y finos	> 20,000.00	Centro de Comisión y a 8Km del Inicio del Canal Guayabo.
VICUS	La Viña	Agregados gruesos y finos	> 50,000.00	A 10Km del Puente Nacar (Chulucanas - Acceso a Com. Vicus)
MORROPÓN	Corrales (Maray - Polvazal)	Agregados gruesos y finos	> 30,000.00	A unos 4Km de Morropón (Inicio del Canal Morropón).
BUENOS AIRES	Buenos Aires - La Pampa	Agregados finos y gruesos	< 4,000.00	Aprox. 1Km del inicio del Canal La Pampa. (Aguas arriba de la toma).
	Corrales (Maray - Polvazal)	Agregados gruesos y finos	> 30,000.00	A unos 3Km del inicio del Canal Ingenio (Aguas arriba de la toma).
PABUR	Huaquillas - La Toma	Agregados finos y gruesos	< 2,000.00	A 0.6Km del inicio del Canal Pabur (Aguas arriba de la toma).
	Corrales (Maray - Polvazal)	Agregados gruesos y finos	> 30,000.00	A unos 4.5.0Km del Sector La Toma. Préstamo aguas arriba en río Corrales.
MALACASI	Malacasí	Agregados gruesos y finos	20,000.00	Aproximadamente 1.2 Km del Pueblo de Malacasí. (Tiene accesos)
BIGOTE	Salitral	Agregados gruesos y finos	18,000.00	A unos 10Km de la Toma del Canal Manzanares.
SERRAN	Palo Blanco	Agregados gruesos y finos	7,500.00	Punto central de la Comisión (Tomas de Canales Sánchez y Cisneros)
	Salitral	Agregados gruesos y finos	18,000.00	Final del Canal Nieves Parte final de la Com. Serrán (M.derecha del río Piura).

CUADRO Nº 3.5
UBICACIÓN DE PRESTAMOS DE ENROCADOS

COMISION	RIO / QUEBRADA	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM		TIPO DE MATERIAL	ORIGEN LITOLOGICO
			ESTE	NORTE		
SANCOR	Paccha	Los Valientes	590387	9448180	Cantos Rodados y Bolonería. Explotación selectiva sin utilización de explosivos.	Rocas graníticas, andesitas, cuarcitas y gneiss. Buena resistencia, dureza y gardo de conservación.
	Río Seco	Belén	594231	9445699		
	La Viña	La Viña	593503	9442492		
YAPATERA	Yapatera	Captación Yapatera	600836	9442319		
CHARANAL	Charanal	P. Talandracas	605359	9435506		
MORROPÓN	Capones	Inicio C. Morropón - El Alba	615766	9426043		
MALACASI	Piura	Pueblo El Ala	619253	9413146		
BIGOTE	Bigote	Manzanares - Cerezo	637361	9413142		
SERRAN	Canchaque	Palo Blanco	633300	9403121		

NOTA: Areas determinadas para la obtención de agregados, por el alto porcentaje de cantos rodados y bolones en las partes superficiales, tambien pueden proporcionar el material de enrocado, previa selección.

CUADRO Nº 3.6
UBICACIÓN Y DISTANCIAS A LAS OBRAS DE LOS PRESTAMOS DE ENROCADOS

COMISION	PRESTAMO	TIPO DE MATERIAL	DISTANCIA PROMEDIOS A LAS OBRAS (Km)	ORIGEN LITOLOGICO
SANCOR	Los Valientes	Cantos Rodados y Bolonería en superficie. Explotación selectiva, no se requiere el empleo de explosivos. Cantos rodados y bolos con tamaños máximos promedios entre 40 a 90cm. Los volúmenes encontrados, permiten cubrir ampliamente los requerimientos de las obras.	A 1.5 Km. del Inicio del Canal Paredones (Marg. derecha).	Rocas graníticas, andesitas, cuarcitas y gneiss. Buena resistencia, dureza y grado de conservación.
	Belén		Inicio Canal Charanal Alto. (Margen izquierda de la Comisión).	
	La Viña		Aproximadamente 5 Km. al punto medio de la Comisión (P. SANCOR)	
VICUS	La Viña		A 10Km del Puente Nacar (Chulucanas - Acceso a Com. Vicus)	
YAPATERA	Captación Yapatera		Aproximadamente 1.5Km del Caserío Panecillos.	
CHARANAL	P. Talandracas		A 7.5Km de origen del canal Cien Fuegos.	
MORROPÓN	Inicio C. Morropón - El Alba		A 1Km de Morropón camino a la Toma Morropón	
BUENOS AIRES	Inicio C. Morropón - El Alba		A unos 11Km del Sector de Buenos Aires - La Pampa.	
PABUR	Inicio C. Morropón - El Alba		A 11Km del Poblado de Huaquillas.	
MALACASI	Pueblo El Ala		A 10Km del Pueblo de Malacasi.	
BIGOTE	Manzanares - Cerezo		A 2.5Km del Pueblo Manzanares (Aguas arriba del río Bigote).	
SERRAN	Palo Blanco		Punto central de la Comisión (Tomas de Canales Sánchez y Cisneros)	

NOTA: Areas determinadas para la obtención de agregados, por el alto porcentaje de cantos rodados y bolones en las partes superficiales, tambien pueden proporcionar el material de enrocado, previa selección.

3.4 INGENIERIA DEL PROYECTO.

3.4.1 TIPIFICACION DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DE MEDICION Y CONTROL DE CAUDALES, A IMPLEMENTARSE.

Luego de la identificación e inventario de los canales de derivación, tomas de los canales de 1º orden y tomas de los canales de 2º orden, se han identificado 3 formas de aprovechamiento del recurso hídrico:

- Aprovechamiento superficial por gravedad, a través de tomas rústicas o estructuras de concreto.
- Aprovechamiento superficial por bombeo, de ríos y/o canales.

-
- Aprovechamiento subsuperficial por bombeo de pozos.

El aprovechamiento superficial por bombeo, por lo general se emplea para complementar a los sistemas de aprovechamiento por gravedad, mientras que el aprovechamiento subsuperficial mediante pozos, son sistemas aislados

La tipificación de las estructuras se establece básicamente en función al tipo de aprovechamiento. Los sistemas de riego con aprovechamiento superficial de caudales, van desde 0.020 m³/s a 5m³/s, mientras que en el aprovechamiento subsuperficial el caudal de aprovechamiento en promedio es de 0.060 m³/s.

En el **caso de aprovechamiento superficial**, se han clasificado las tomas de acuerdo al caudal de captación; En esta clasificación se han distinguido 10 rangos de caudales que abarcan desde 0 hasta 5.0 m³/s, como las que se describen en el **ítem 3.3.3**. Por otro lado, se ha considerado la condición de estructuras con cruce de camino vehicular y sin ella, por lo que se tiene 2 clasificaciones más. Además, se han definido estructuras con medidor y sin medidor, obteniéndose otras 2 clasificaciones. En esta forma de aprovechamiento, se tienen 40 clasificaciones reagrupadas en 4 fueron denominados **Tipo A, B, C y D**.

En el **caso de aprovechamiento subsuperficial** por bombeo de pozos, denominados **Tipo E**, se han considerado dos estructuras: Un caja típica de distribución de agua, con 3 compuertas tipo tarjeta en cada brazo, y un toma típica implementada con una compuerta tipo tarjeta.

Según las clasificaciones citadas se tienen 42 estructuras típicas, las cuales se han denominado con las letras A, B, C, D y E, como se muestran en el **Cuadro Nº 3.7**.

En base a esta clasificación, se han elaborado cuadros por cada comisión de regantes, en los cuales se tiene la selección y tipificación de estructuras de medición y control a implementar en cada toma, como se muestra en el **Anexo 7.3 y 7.7**.

3.4.2 DEFINICION DE ALTERNATIVAS.

Dada la tipificación de estructuras a implementar, se han planteado 2 alternativas de diseños hidráulicos típicos. La diferencia entre una y otra alternativa, lo constituye el tipo de medidor.

Para las estructuras que soportan caudales menores a 0.60 m³/s, se ha planteado implementar medidores Sin Cuello (Cutthroat Flume) y Parshall; y para aquellos que superan los 0.60 m³/s, se han planteado medidores de Resalto (RBC) y Parshall, como se detalla en el **Cuadro Nº 3.8**.

CUADRO Nº 3.7
TIPIFICACION DE ESTRUCTURAS A IMPLEMENTAR

Rango de Caudales	Aprovechamiento Superficial				Aprovechamiento Subsuperficial	
	Sin Camino		Con Camino		Caja de Distribución	Toma Típica
	Sin Medidor	Con Medidor	Con Medidor	Sin Medidor		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	
0 – 0.10	A 1	B1	C1	D1	E 1	E 2
0.11 – 0.20	A 2	B2	C2	D2		
0.21 – 0.40	A 3	B3	C3	D3		
0.41 – 0.60	A 4	B4	C4	D4		
0.61 – 1.00	A 5	B5	C5	D5		
1.01 – 1.50	A6	B6	C6	D6		
1.51 – 2.00	A7	B7	C7	D7		
2.01 – 3.00	A8	B8	C8	D8		
3.01 – 4.00	A9	B9	C9	D9		
4.01 – 5.00	A10	B10	C10	D10		

CUADRO Nº 3.8
DEFINICION DE ALTERNATIVAS DE LAS ESTRUCTURAS TIPICAS

RANGO DE CAUDALES m3/s	ALTERNATIVA Nº 1	ALTERNATIVA Nº 2
0 – 0.60	Toma con Medidor Sin Cuello (Cutthroat flume)	Toma con Medidor Parshall
0.61 – 5.0	Toma con Medidor de Resalto (RBC)	Toma con Medidor Parshall

3.4.3 DISEÑOS DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA PLANTEADA.

Según la tipificación de estructuras y las alternativas planteadas, se han desarrollado diseños típicos de las estructuras hidráulicas (tomas, compuertas, medidores y detalles). La descripción de los diseños se muestra en los **Cuadros Nº 3.9** y **Nº 3.10**.

Según la amplitud de las tomas, se ha planteado la implementación de una o dos compuertas.

CUADRO Nº 3.9

DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PLANTEADA (ALTERNATIVA Nº 1)

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO (CODIGO)	DESCRIPCION DEL DISEÑO
A	Diseño 1 (A-1)	Toma con 1 compuerta
	Diseño 2 (A-2)	Toma con 2 compuertas
B	Diseño 1 (B-1)	Toma con 1 compuerta y Medidor Sin Cuello (Cutthroat Flume)
	Diseño 2 (B-2)	Toma con 1 Compuerta y Medidor de Resalto (RBC)
	Diseño 3 (B-3)	Toma con 2 Compuerta y Medidor de Resalto (RBC)
C	Diseño 1 (C-1)	Toma con 1 Compuerta y Medidor Sin Cuello (Cutthroat Flume)
	Diseño 2 (C-2)	Toma con 1 Compuerta y Medidor de Resalto (RBC)
	Diseño 3 (C-3)	Toma con 2 Compuertas y Medidor de Resalto (RBC)
D	Diseño 1 (D-1)	Toma con 1 compuerta
	Diseño 2 (D-2)	Toma con 2 Compuertas
E	Diseño 1 (E-1)	Caja de Distribución de agua y Toma con compuerta tipo tarjeta

CUADRO N° 3.10

DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PLANTEADA (ALTERNATIVA N° 2)

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO (CODIGO)	DESCRIPCION DEL DISEÑO
A	Diseño 1 (A-1)	Toma con 1 compuerta
	Diseño 2 (A-2)	Toma con 2 compuertas
B	Diseño 4 (B-4)	Toma con 1 Compuerta y Medidor Parshall
	Diseño 5 (B-5)	Toma con 2 Compuerta y Medidor Parshall
C	Diseño 4 (C-4)	Toma con 1 Compuerta y Medidor Parshall
	Diseño 5 (C-5)	Toma con 2 Compuertas y Medidor Parshall
D	Diseño 1 (D-1)	Toma con 1 compuerta
	Diseño 2 (D-2)	Toma con 2 Compuertas
E	Diseño 1 (E-1)	Caja de Distribución de agua y Toma con compuerta tipo tarjeta

Los diseños se muestran en las láminas adjuntas y en el **Anexo N° 7.4 y 7.5**.

IV. CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL

Las estructuras de control proyectadas, básicamente se refieren a compuertas de captación, implementadas o colocadas en reemplazo, en las tomas de agua existentes priorizadas dentro del sistema. En ningún caso se han planteado nuevos puntos de captación o toma.

Las dimensiones de las compuertas, se han fijado en función a la amplitud del canal de toma, y en aquellos canales cuyo ancho superan 1.50 m, se ha considerado implementar 2 compuertas con un pilar intermedio, como se hace referencia en los **Cuadros Nº 3.9 y Nº 3.10**. Las alturas de las compuertas, fueron dimensionadas en función a los caudales de captación, considerando un flujo de orificio y/o vertedero.

Posterior a la compuerta se ha considerado una pantalla de concreto, en el cual sirve de soporte a la compuerta y a losa de maniobras. Los detalles se muestran en los planos, adjuntos en el **Tomo II**.

4.2 CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE MEDICION.

Las estructuras de medición fueron diseñadas aguas abajo de las compuertas de toma, y están constituidos, según la alternativa planteada, por estructuras de Resaldo (RBC), Sin cuello (Cutthroat Flume) y tipo Parshall.

4.2.1 DEFINICION DE LA UBICACION Y EMPLAZAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE MEDICION.

Localizado la toma y el canal de conducción, las estructuras de medición, deben situarse en un tramo recto del canal, en el que pueda medirse con exactitud el valor de la altura de carga, y donde pueda producirse una pérdida de carga suficiente para obtener una relación única nivel – caudal.

El emplazamiento idóneo para la instalación de dicha estructura, debe tener las siguientes características:

- Aguas arriba del posible emplazamiento, el canal debe ser recto y poseer una sección uniforme, en una longitud aproximadamente igual a 5 veces su anchura media.
- El tramo de canal debe tener una pendiente constante en la solera. En ciertos tramos la deposición de sedimentos se produce durante las épocas o periodos secos. Estos depósitos deben ser arrastrados nuevamente en la estación húmeda.
- El nivel del agua en el canal debe determinarse directamente. De los niveles de agua en el canal depende, gran parte, la altura de resalto necesario para lograr un régimen modular, en el caso de proyectar un medidor de resalto.
- Para toda la gama de caudales predecibles, el número de Froude, Fr_1 , en el punto de medición de altura de carga, se calculó con la siguiente ecuación:

$$F_{r1} = \frac{V_1}{\sqrt{\frac{gA_1}{B_1}}}$$

Donde:

A_1 : Área de la sección normal a la corriente.

B_1 : Ancho libre del agua en la estación limnimétrica.

Para lograr una superficie del agua suficientemente suave, en la que se pueda medir exactamente altura, el número de Froude Fr_1 , no debe ser superior de 0.5, en una distancia de al menos 30 veces h_1 aguas arriba del aforador. Siempre que sea posible se debe reducir el Froude a 0.2.

- Para evitar la sedimentación de aguas arriba de la obra debe disponerse de suficiente altura de carga en el tramo de canal elegido.

En general, la ubicación de la estructura debe ser sólo en tramos rectos donde el flujo sea estable y uniforme, alejado de flujos vorticosos, contracorrientes, y otros flujos secundarios. Para obtener las condiciones mencionadas se debe evitar los siguientes:

- Colocar la estructura cerca de una curva en el trazo horizontal del canal.
- Cerca de la confluencia de 2 o más canales.
- En un flujo supercrítico y cambio brusco de la sección del canal.
- En tramos de alta fluctuación de tirantes de agua, causadas por diferentes efectos.

4.2.2 TIPIFICACION DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DE MEDICION DE CAUDALES.

De acuerdo a las condiciones del sistema de riego, las estructuras hidráulicas de medición que mejor se adaptan son aquellos vertederos de pared gruesa o aquellos que por contracción buscan el tirante crítico. Dentro de estas características, las estructuras evaluadas y diseñadas fueron, los medidores tipo Parshall, de Resalto y Sin Cuello (Cutthroat Flume).

4.2.3 AFORADOR O MEDIDOR PARSHALL.

El medidor Parshall es, fundamentalmente un medidor de control. Los muros convergentes guían suavemente a los filetes líquidos hacia la cresta, que es la sección de control. Las fórmulas que Parshall da a conocer, son completamente empíricas y fueron establecidas mediante el análisis de los resultados en numerosos experimentos efectuados usando medidores de diferente tamaño.

El medidor Parshall funciona en dos casos bien diferenciados:

Descarga Libre. Ocurre cuando la superficie libre del caudal aguas abajo es suficientemente baja como para no afectar en el tirante de agua en la cresta. De este modo proporciona una relación para determinar el caudal con una simple medida de la altura de agua. La descarga libre puede acontecer de dos maneras:

- Sin salto hidráulico.- Este caso se presenta cuando el tirante aguas abajo es muy pequeño con relación al nivel de la cresta, el agua circula libremente sin producir ninguna turbulencia o cambio brusco del tirante de agua.

- Con salto hidráulico.- Este caso se presenta cuando el tirante aguas abajo es suficientemente grande con respecto al nivel de la cresta, por lo tanto el agua recupera su tirante bruscamente, produciendo el salto hidráulico, siempre y cuando el salto hidráulico se produzca fuera de la garganta el escurrimiento será libre.

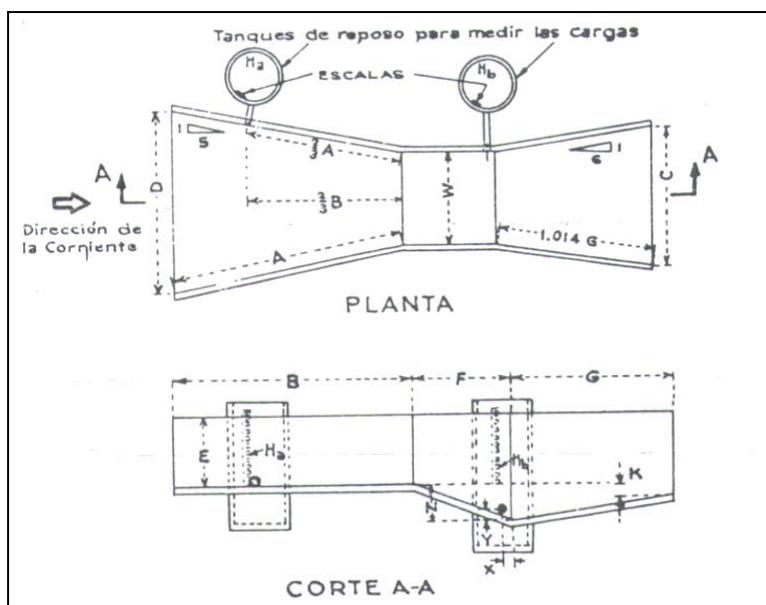
Descarga sumergida. Ocurre cuando el caudal de aguas abajo obstaculiza la descarga por la garganta, en este caso H_b difiere poco de H_a , por lo tanto el caudal es función de las dos cargas: H_a y H_b .

DIMENSIONAMIENTO AFORADOR TIPO PARSHALL.

El Parshall se compone de tres partes básicas que son: La entrada, la garganta y la Salida, **Figura N° 4.1.**

La entrada está formada por dos muros convergente de inclinación 5:1; la garganta está constituida por dos paredes verticales y paralelas entre sí y la salida formada por dos paredes divergentes de inclinación 6:1.

FIGURA N° 4.1
AFORADOR TIPO PARSHALL



En cuanto al perfil longitudinal del piso es horizontal en toda la entrada hasta la cresta, descendiendo en la garganta y elevándose en la salida, muchas de estas medidas son estándar para medidores entre 1 pie a 8 pies, que son los más usuales dentro de los canales de un Distrito de Riego.

Los medidores se designan por el ancho de la garganta en pies (w). Además de la descripción básica anotada, el Medidor Parshall cuenta con dos miras graduadas "a" y "b"; colocada la primera a los $2/3$ del muro de entrada contados a partir de la cresta o

comienzo de la garganta y la otra “b” colocada entre la garganta y la salida; nótese que la graduación de esta segunda tiene los mismos niveles que la primera; siendo la cota 0 el nivel de la entrada.

La mira “b”, se usa únicamente para descargas cuando el medidor está sumergido. Se puede también dotar de pozas de observación para la colocación de limnigrafos.

FUNCIONAMIENTO.

El medidor Parshall es un medidor de volúmenes de agua, cuyos muros convergentes guían suavemente los filetes líquidos hacia la cresta, que es la sección de control en la cual, debido al cambio brusco en la pendiente del piso, el agua descarga a la altura crítica cuando el escurrimiento es libre. El medidor Parshall funciona en dos casos que son: Escurrimiento libre y Escurrimiento sumergido o ahogado.

Cuando el escurrimiento es libre, el agua aguas abajo de la estructura, no obstaculiza a la descarga por la garganta y en caso contrario se tiene escurrimiento sumergido o ahogado.

a. Escurrimiento Libre.

Este puede suceder de dos maneras:

- Sin producción de salto hidráulico. Este caso se presenta cuando el tirante aguas abajo del medidor es muy pequeño en relación al nivel de la cresta del medidor; físicamente se manifiesta con una circulación libre del agua en el medidor, sin producir ningún desorden o cambio brusco del tirante del agua (salto hidráulico).
- Con producción de salto hidráulico. Este caso se presenta cuando el tirante aguas abajo del medidor, es lo suficientemente grande con respecto al nivel de la cresta, y por lo tanto el agua trata de recuperar el nivel de aguas abajo, lo cual se hace bruscamente produciendo el salto hidráulico.

El escurrimiento es libre siempre y cuando el salto hidráulico se produzca fuera de la garganta del medidor.

b. Escurrimiento Sumergido.

Ocurre cuando el caudal de aguas abajo obstaculiza la descarga por la garganta, en este caso H_b difiere poco de H_a , por lo tanto el caudal es función de las dos cargas: H_a y H_b .

Cuando la mira “b” no marca altura de agua, la descarga es libre.

c. Grado de sumergencia.

La relación $S=H_b/H_a$, se llama grado de sumergencia y se representa en tanto por uno. Este parámetro determina si en un momento dado el medidor trabaja con descarga libre o sumergida, H_a es la altura de carga en la entrada y H_b es la altura de carga en la garganta. Los valores límites de descarga libre están determinadas en el siguiente Cuadro, (**Cuadro N° 4.1**).

CUADRO Nº 4.1
LIMITES DE DESCARGA LIBRE DEL AFORADOR PARSHALL

Tamaño del Medidor	Descarga Libre	Descarga con Sumergencia
W = 1'	S < 0.60	S de 0.60 a 0.95
2' < W < 8'	S < 0.70	S de 0.70 a 0.95
10' < W < 50'	S < 0.80	S de 0.80 a 0.95

Las investigaciones de Parshall mostraron que, cuando el grado de sumergencia (S) es mayor a 0.95, la determinación del gasto se vuelve muy incierta, debiendo adoptarse el valor máximo de S igual a 0.95.

CALCULO DEL GASTO.

Desde el punto de vista de operación es recomendable que el medidor trabaje con descarga libre para el gasto máximo.

Las ecuaciones para obtener el gasto a descarga libre se dan en el **Cuadro Nº 4.2:**

CUADRO Nº 4.2
ECUACIONES DE GASTO DEL AFORADOR PARSHALL PARA DESCARGA LIBRE

Tamaño del Medidor	Ecuación de Gasto (Sistema Ingles)	Ecuación de Gasto (Sistema Métrico)
W = 0.5 pies W = 0.15 m	$Q = 2.06 H_a^{1.58}$	$Q = 0.3812 H_a^{1.58}$
W = 1 a 8 pies W = 0.30 a 2.50 m	$Q = 4 W H_a^{1.522 W^{0.026}}$	$Q = 0.372 W (3.281 H_a)^{1.57 W^{0.026}}$
W = 10 a 50 pies W = 2.5 a 15.0 m	$Q = (3.6875 W + 2.5) H_a^{1.6}$	$Q = (2.293 W + 0.474) H_a^{1.6}$

CRITERIOS DE SELECCION

Los criterios básicos para seleccionar un Medidor Parshall son cinco:

a) Caudal de medición.

Es necesario conocer los Caudales máximo y mínimo que conduce el canal, los mismos sirven para seleccionar el ancho de la garganta del medidor como una primera aproximación. En el **Cuadro Nº 4.3**, se dan las capacidades de los medidores Parshall.

Como se muestra en el **Cuadro Nº 4.3**, para determinados de caudales se tiene usualmente más de un medidor que cumplen los requisitos en cuanto a su capacidad de medición. En este caso se puede evaluar y elegir cualquiera de ellos siempre en cuando cumplan las demás condiciones.

CUADRO Nº 4.3
CAPACIDAD DE LOS MEDIDORES PARSHALL

Ancho de Cresta W (pies)	Volumen (l/s)	
	Máximo	Mínimo
1	450	10
2	930	20
3	1430	27
4	1900	35
5	2400	60
6	2930	75
8	3950	130
10	5680	540
15	17000	540
50	85000	700

b) Dimensiones del Canal.

El ancho del canal usualmente determina el ancho de la garganta del medidor Parshall. Para canales rectangulares el ancho de la garganta recomendable debe variar entre 1/3 a 1/2 del ancho del canal. Para canales trapezoidales se recomienda un ancho (w) igual a 2/3 del ancho del fondo del canal.

La altura total del canal no influye en el dimensionamiento del canal, sin embargo, si el canal tiene un H_a mayor que la altura del canal, es necesario sobreelevar los bordes de éste.

Mientras menor sea el ancho del medidor, mayor será la pérdida de carga que éste origina y por lo tanto el aumento del tirante aguas arriba, y mientras mayor sea el ancho del medidor la medición será más imprecisa para variaciones pequeñas de gasto.

c) Pendiente del Canal.

Como la pendiente tiene influencia directa en el tirante del canal, tendrá a su vez influencia en el diseño del medidor. Dentro de los límites de pendiente en función del gasto es recomendable que los medidores Parshall estén ubicados en tramos con pendientes medias, ni poco que produzca gran remanso y sedimentación en el ingreso, ni muy altas que generen problemas de erosión de las estructuras. La pendiente debe ser menor a la pendiente crítica.

d) Ubicación del Medidor.

La colocación de los medidores deben estar en tramos rectos, donde el flujo sea estable y o más uniforme posible. Es conveniente combinar el medidor con una caída, por que el medidor trabajará libre y podremos elegir un medidor de menor garganta y por lo tanto más económico.

ELECCION DEL MEDIDOR PARSHALL.

La elección del medidor se hace en base a tanteos, escogiendo un ancho de garganta y comprobando las condiciones hidráulicas, y para lo cual es necesario conocer los siguientes datos:

- Gasto máximo y mínimo.
- Tirante para el gasto máximo.
- Sumergencia (recomendada 0.7 para 1' a 8')

A continuación se detallan los pasos que fueron seguidos para el diseño del medidor Parshall.

a) Elección del Ancho de la Garganta.

En base a los caudales máximos y mínimos del canal por medir, se seleccionarán los anchos de garganta que cumplen dichos requisitos; una primera selección se hizo aplicando el criterio expuesto en "Dimensiones del Canal" según sea rectangular o trapezoidal.

b) Cálculo de la Pérdida de Carga.

La pérdida de carga producida por el Parshall, origina un remanso aguas arriba del medidor, el cual es necesario calcular para verificar los bordes libres del canal.

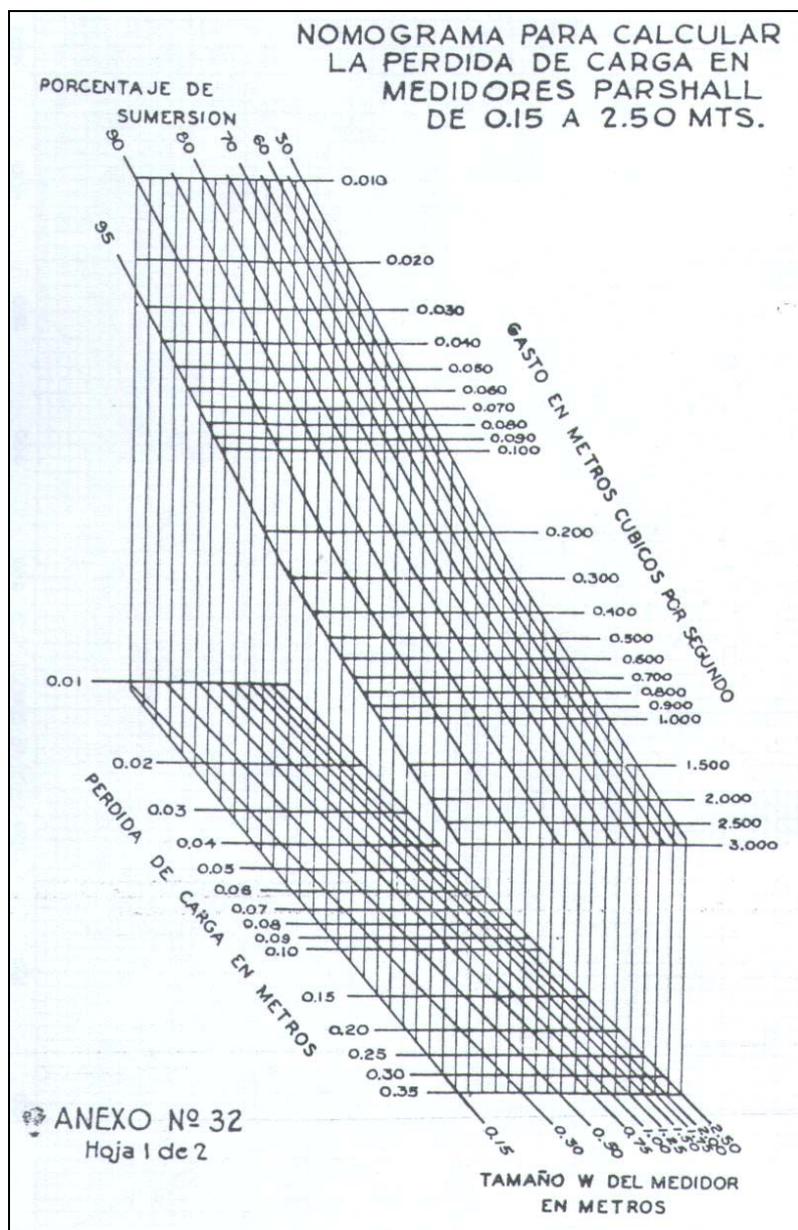
La ecuación empírica para medidores de 10' a 50' es la siguiente:

$$p = \frac{5.072}{(w + 4.57)^{1.46}} (1 - S)^{0.72} Q^{0.67} \quad (H.1)$$

Mientras para medidores Parshall de 1' a 8' se emplean los nomogramas (Figura N° 4.2), que se adjuntan al final del trabajo.

El uso del diagrama de pérdida es como sigue: con el gasto máximo se entra hasta la curva de sumergencia que es dentro de lo posible debe ser igual a 0.70, una vez llegado ahí se baja hasta encontrar la curva que corresponde al ancho del medidor, y de ahí se sale a la izquierda para encontrar la pérdida de carga en metros que es el valor buscado.

FIGURA N° 4.2
NOMOGRAMA PARA CALCULAR LA PERDIDA DE CARGA EN MEDIDORES PARSHALL



c) Nivel de la Cresta.

Empleando los Cuadros para cada medidor, se busca en la columna de la sumergencia adoptada el volumen máximo para el que se está calculando el medidor y se sale con la altura H_a correspondiente a dicha columna, ese valor se usa para encontrar H_b a base de la relación:

$$S = H_b/H_a. \quad (H.2)$$

Donde la sumergencia se da en tanto por uno.

La altura de la cresta sobre el fondo del canal se designa con "x" la cual se obtiene de la siguiente manera:

$$x = d - H_b. \quad (H.3)$$

Donde "d" es el tirante normal del canal y H_b es el obtenido en el cálculo anterior. Como además de la pérdida de carga obtenida en estos cálculos hay otras como las producidas por las transiciones de entrada y salida, se recomienda un incremento del 10 % sobre el dato anterior obtenido, luego se tiene:

$$x = 1.1(d - H_b) \quad (H.4)$$

d) Remanso Aguas Arriba.

Con el tirante d y la pérdida de carga p , sumando se obtiene el tirante aguas arriba "D" del medidor para cada ancho w tentativo.

Evaluando los tirantes "D", con las condiciones a la que se quiere llegar, se elige el medidor más apropiado, generalmente el medidor que remanse menos, siempre en cuando no sea muy ancho que dificulte las lecturas para gastos pequeños.

e) Elección Definitiva del Medidor.

El diseño del medidor Parshall termina con el cálculo de la cresta. Las comprobaciones del tirante aguas arriba sirven para evaluar si la altura del borde libre del canal es suficiente para contener el remanso producido por el medidor, pudiéndose en caso contrario sobre elevar los bordes libres o elegir un medidor con mayor ancho de garganta.

4.2.4 AFORADOR DE RESALTO O MEDIDOR RBC.

Aforador que debido a la sencillez de su construcción y al grado de precisión que puede alcanzar en las mediciones por el uso de programas en la calibración de la regla graduada, esta siendo cada vez más difundido. Este tipo de aforadores puede adaptarse a casi todas las formas de sección transversal, sin necesidad de reconstruir los canales, y el tipo de flujo puede ser ajustado a modelos matemáticos más exactos. De acuerdo a sus propios autores: "en condiciones hidráulicas y del entorno similares, estos vertederos y aforadores son en general, las obras más económicas para la medición exacta de caudales".

Ventajas del Medidor RBC. Este tipo de aforadores presente las siguientes ventajas sobre otros aforadores ^[1] (Parshall, aforador sin contracción, aforador H, vertedero de pared delgada, etc.):

- Siempre que el régimen crítico se produzca en la garganta, será posible calcular una tabla de caudales, con error menor de 2%, para cualquier combinación de contracción prismática, con cualquier forma de canal de aproximación.

- La sección de la garganta, normal a la dirección de la corriente, debe conformarse de manera que sea capaz de medir con exactitud cualquier caudal dentro de la gama prevista.

- La construcción es sencilla, necesita únicamente que la superficie de la cresta se construya con cuidado.

- El costo de construcción es del 10 al 20% menor que los aforadores Parshall para los tamaños que normalmente se utilizan y aproximadamente del 50% para vertedores de tamaño muy grande.

- Para funcionar adecuadamente a descarga libre, requiere una pequeña caída o pérdida de carga pequeña, las pérdidas de carga típicas en pequeños canales son del orden de 5.0 cm. Que es aproximadamente la cuarta parte de Parshall.

- Esta necesidad de pérdida de carga puede estimarse con suficiente precisión para cualquiera de estas obras, instalada en cualquier canal.

- Puesto que no requiere de un tramo convergente, el tirante en la cresta es mínima comparada con el aforador Parshall, ya que en el vertedero de resalto de sección de control se produce por una elevación de la solera del canal, mientras que en Parshall además se requiere de un estrechamiento lateral.

- Se pueden adaptarse a casi todos los canales revestidos existentes, sin necesidad de reconstruir el canal.

- Es prácticamente nula el problema de sedimentación, puesto que en el tramo de la rampa se va incrementando la velocidad debido a su convergencia progresiva.

A. DIMENSIONAMIENTO DEL AFORADOR DE RESALTO TIPO RBC.

Las investigaciones teóricas y aplicadas sobre estructuras de medición de caudal han seleccionado el vertedero de resalto o RBC (**Figura N° 4.3**), como la instalación más efectiva para la determinación de los caudales en canales revestidos.

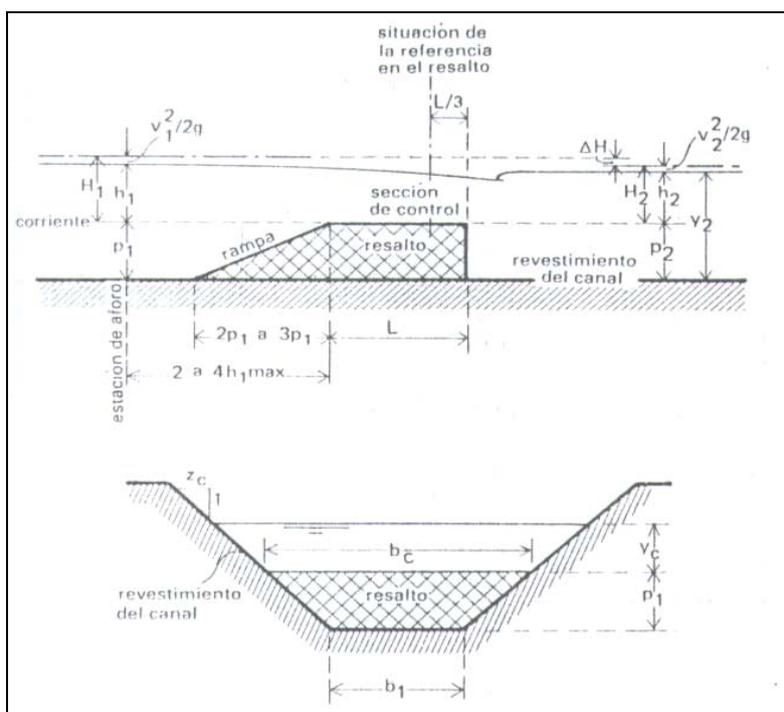
B. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE AFORADORES RBC CANALES REVESTIDO DE SECCION TRAPEZOIDAL (Figura 4.3).

En el **Cuadro N° 4.4**, se muestra un cierto número de vertederos precalculado, que pueden ser utilizados en las diferentes combinaciones de ancho de solera y talud de los canales que aparecen en las dos primeras columnas. La tercera columna da valores recomendables de la profundidad máxima del canal, para cada combinación de talud y ancho de solera. Para cada tipo de caudal existe cierto número de vertederos normalizados disponibles (columna 6). En las columnas 4 y 5 se dan los límites de capacidad del canal para cada combinación de canal y vertedero. Estos límites se basan en las siguientes razones:

- El número de Froude en el canal de aproximación se limita a 0.45, para asegurar la estabilidad en la superficie del agua.

- El borde libre del canal aguas arriba del vertedero Fb_1 , debe ser mayor del 20 % de la carga de entrada referidas al resalto, h_1 . En relación con la profundidad del canal, este límite llega a ser: $d \geq 1.2 h_1 + p_1$.
- La sensibilidad del vertedero para el caudal máximo debe ser tal que un cambio de 0.01 m. en el valor de la carga, referida al resalto h_1 , haga variar el caudal en menos de 10%.

FIGURA N° 4.3
AFORADOR DE RESALTO O RBC



En el **Cuadro N° 4.5**, se dan los valores de aforo para cada vertedero, calculado mediante la aplicación de los siguientes criterios:

- Cada vertedero tiene un ancho de solera constante, b_c , y una altura de resalto p_1 , que varía según las dimensiones del canal.
- La longitud de la rampa puede ser de 2 a 3 veces la altura del resalto, sin embargo, es preferible una pendiente de rampa de 1:3.
- El limnómetro se coloca a una distancia al menos igual $H_{1m\acute{a}x}$, aguas arriba del comienzo de la rampa. Se recomienda colocar a una distancia de la entrada de la garganta, aproximadamente de 2 a 3 veces $H_{1m\acute{a}x}$.
- La longitud de la garganta deberá ser 1.5 veces el valor máximo de la carga referida al resalto $h_{1m\acute{a}x}$ pero deberá estar incluida dentro de los límites indicados en el **Cuadro N° 4.5**.
- La profundidad del canal debe ser mayor que la suma de $p_1 + h_{1m\acute{a}x} + F_{b1}$, donde F_{b1} es el borde libre necesario.

El **Cuadro Nº 4.5** contiene las medidas específicas para las combinaciones caudal-vertedero. En el mismo Cuadro el caudal se expresa como variable independiente en la primera columna, y la carga de entrada h_1 como la variable dependiente en la columna Nº 2.

C. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

La elección de un vertedero responde a uno de los dos casos siguientes: Sobre un canal que ya existe y aquellos a instalar en un canal sin revestimiento.

- a. Para un canal revestido, antes de colocar el vertedero en él se estima o determina la profundidad del flujo para el caudal máximo de diseño $Q_{m\acute{a}x}$. En la mayoría de los casos el flujo aguas abajo del vertedero, no se ve afectado por el dispositivo. Para canales revestidos en los que la profundidad del flujo se determina por el rozamiento del canal es suficiente que el diseño del vertedero se base en el $Q_{m\acute{a}x}$. Sin embargo, si la profundidad del flujo depende de otros factores de forma, que el nivel aguas abajo, desciende más lentamente con la descarga que la profundidad del flujo, aguas arriba del vertedero, debe comprobarse también la sumersión para el caudal mínimo $Q_{m\acute{i}n}$.
- b. Mediante el **Cuadro Nº 4.4** se elige la forma que mejor se adapta al canal, se seleccionan los vertederos correspondientes a esa forma de canal, de manera que la descarga máxima de diseño $Q_{m\acute{a}x}$ se encuentre en el intervalo de capacidades de canal (columna 4 y 5).
 - Aún cuando en el **Cuadro Nº 4.4** no aparezca la forma del canal requerido se puede diseñar un aforador. Si el ancho de la solera está comprendida entre dos valores especificados, se debe usar la solera más ancha y calcular de nuevo la altura del resalto p_1 , para el valor de b_c de cada vertedero.
 - Si el caudal requerido es menor que el de los intervalos dados, no es aplicable este tipo vertedero, en consecuencia, los vertederos rectangulares pueden ser más apropiados.

Estos vertederos corresponden a una serie de dispositivos de tanteo, de los que uno o más pueden servir. En este caso debe seguirse con los pasos c a e del procedimiento, utilizando el mínimo resalto.

- c. Determinar la carga referida al resalto h_1 , con el Cuadro correspondiente al vertedero seleccionado en el paso b, **Cuadro Nº 4.5**.
- d. Determinar la pérdida de carga necesaria ΔH , para mantener el flujo modular. Utilizar bien el valor que dan para el aforador elegido (**Cuadro Nº 4.4**) o bien $0.1H_1$, tomando el mayor valor de ambos. Como una primera aproximación puede utilizarse $0.1h_1$ ya que h_1 es aproximadamente igual a H_1 .
- e. Para un canal ya construido sin salto hay que comprobar que $h_1+p_1>Y_2+\Delta H$. Si se cumple esta condición se continúa con el paso f y se elige el siguiente vertedero, dentro del intervalo de caudales; en caso contrario se vuelve al paso b y se elige el siguiente vertedero, dentro del intervalo de caudales considerado. Se continua entonces con los pasos c al e. Para un canal nuevo con una ligera caída, se comprueba que $h_1+p_1>Y_2+\Delta H$, también se comprueba que $h_1+p_1\cong y_1$. Si se cumplen estas condiciones se continúa con el paso f si no se repiten los pasos c al e, para el vertedero del tamaño siguiente.

- f. Se comprueba la profundidad del canal "d". Se verifica que $d \geq 1.2 h_{1\text{m}\acute{a}\text{x}} + p_1$. (de esta forma el borde libre es $F_{b1} = 0.2h_{1\text{m}\acute{a}\text{x}}$). Si se cumple esta condición, el vertedero puede utilizarse, en caso contrario puede elevarse la caja del canal.
- g. Se determinan las dimensiones apropiadas del vertedero siendo $L_a \geq 1.0H_{1\text{m}\acute{a}\text{x}}$, $L_a + L_b > 2$ a $3 H_{1\text{m}\acute{a}\text{x}}$ y $L_b = 2$ a 3 veces p_1 . se recomienda una rampa 1:3, excepto en los casos en los que el resalto sea relativamente alta en comparación con la profundidad de la corriente y una valor $L > 1.5 H_{1\text{m}\acute{a}\text{x}}$, pero no inferior a los valores dados en el encabezamiento del **Cuadro N° 4.5**.

CUADRO N° 4.4
CAUDALES POR METRO DE ANCHO, PARA MEDIDORES DE RESALTO

0,10 < b _c < 0,20 m L = 0,2 m			0,20 < b _c < 0,30 m L = 0,4 m			0,30 < b _c < 0,50 m L = 0,5 m		
h ₁ (m)	q (m ³ /s por metro de anchura)		h ₁ (m)	q (m ³ /s por metro de anchura)		h ₁ (m)	q (m ³ /s por metro de anchura)	
	p ₁ 0,05 m	p ₁ m		p ₁ 0,1 m	p ₁ m		p ₁ 0,1 m	p ₁ 0,2 m
0,014	0,0026	0,0026	0,025	0,0064	0,0063	0,035	0,0108	0,0106
0,016	0,0032	0,0032	0,030	0,0085	0,0084	0,040	0,0133	0,0131
0,018	0,0039	0,0038	0,035	0,0108	0,0107	0,045	0,0160	0,0157
0,020	0,0046	0,0045	0,040	0,0133	0,0131	0,050	0,0188	0,0185
0,022	0,0054	0,0053	0,045	0,0160	0,0157	0,055	0,0219	0,0214
0,024	0,0062	0,0060	0,050	0,0189	0,0184	0,060	0,0251	0,0245
0,026	0,0070	0,0068	0,055	0,0220	0,0213	0,065	0,0285	0,0278
0,028	0,0079	0,0076	0,060	0,0252	0,0244	0,070	0,0320	0,0312
0,030	0,0088	0,0085	0,065	0,0285	0,0275	0,075	0,0357	0,0347
0,032	0,0097	0,0094	0,070	0,0321	0,0308	0,080	0,0395	0,0383
0,034	0,0107	0,0103	0,075	0,0357	0,0342	0,085	0,0435	0,0421
0,036	0,0117	0,0112	0,080	0,0396	0,0377	0,090	0,0476	0,0460
0,038	0,0128	0,0122	0,085	0,0435	0,0414	0,095	0,0519	0,0500
0,040	0,0138	0,0132	0,090	0,0476	0,0451	0,100	0,0561	0,0540
0,042	0,0150	0,0142	0,095	0,0519	0,0490	0,105	0,0606	0,0583
0,044	0,0161	0,0153	0,100	0,0563	0,0529	0,110	0,0652	0,0626
0,046	0,0173	0,0164	0,105	0,0608	0,0570	0,115	0,0700	0,0671
0,048	0,0185	0,0175	0,110	0,0655	0,0611	0,120	0,0748	0,0717
0,050	0,0197	0,0186	0,115	0,0702	0,0654	0,125	0,0798	0,0764
0,052	0,0210	0,0197	0,120	0,0752	0,0697	0,130	0,0850	0,0812
0,054	0,0223	0,0209	0,125	0,0802	0,0741	0,135	0,0902	0,0861
0,056	0,0236	0,0221	0,130	0,0854	0,0787	0,140	0,0956	0,0911
0,058	0,0250	0,0233	0,135	0,0907	0,0833	0,145	0,1011	0,0962
0,060	0,0264	0,0245	0,140	0,0961	0,0880	0,150	0,1067	0,1014
0,062	0,0278	0,0257	0,145	0,1017	0,0928	0,155	0,1125	0,1068
0,064	0,0293	0,0270	0,150	0,1074	0,0977	0,160	0,1183	0,1122
0,066	0,0307	0,0283	0,155	0,1132	0,1026	0,165	0,1243	0,1177
0,068	0,0322	0,0296	0,160	0,1191	0,1077	0,170	0,1304	0,1234
0,070	0,0338	0,0309	0,165	0,1251	0,1128	0,175	0,1366	0,1291
0,072	0,0353	0,0323	0,170	0,1312	0,1180	0,180	0,1429	0,1349
0,074	0,0369	0,0337	0,175	0,1375	0,1233	0,185	0,1493	0,1409
0,076	0,0385	0,0350	0,180	0,1439	0,1286	0,190	0,1559	0,1469
0,078	0,0402	0,0365	0,185	0,1504	0,1340	0,195	0,1625	0,1530
0,080	0,0419	0,0379	0,190	0,1567	0,1396	0,200	0,1693	0,1593
0,082	0,0436	0,0393	0,195	0,1633	0,1451	0,205	0,1762	0,1656
0,084	0,0453	0,0408	0,200	0,1701	0,1508	0,210	0,1831	0,1720
0,086	0,0470	0,0423	0,205	0,1770	0,1565	0,215	0,1902	0,1786
0,088	0,0488	0,0438	0,210	0,1840	0,1623	0,220	0,1974	0,1852
0,090	0,0506	0,0453	0,215	0,1911	0,1681	0,225	0,2047	0,1919
0,092	0,0524	0,0468	0,220	0,1983	0,1741	0,230	0,2121	0,1987
0,094	0,0543	0,0484	0,225	0,2056	0,1801	0,235	0,2196	0,2056
0,096	0,0562	0,0499	0,230	0,2130	0,1861	0,240	0,2272	0,2125
0,098	0,0581	0,0515	0,235	0,2205	0,1923	0,245	0,2349	0,2196
0,100	0,0600	0,0531	0,240	0,2280	0,1986	0,250	0,2427	0,2268
0,105 ^b	0,0649	0,0571	0,245	0,2355	0,2050	0,260 ^b	0,2587	0,2414
0,110	0,0700	0,0613	0,250	0,2430	0,2115	0,270	0,2790	0,2563
0,115	0,0753	0,0656	0,255	0,2505	0,2180	0,280	0,2917	0,2716
0,120	0,0806	0,0699	0,260	0,2580	0,2245	0,290	0,3088	0,2872
0,125	0,0861	0,0744	0,265	0,2655	0,2310	0,300	0,3262	0,3032
0,130	0,0918	0,0789	0,270	0,2730	0,2375	0,310	0,3441	0,3195
			0,275	0,2805	0,2440	0,320	0,3623	0,3361
			0,280	0,2880	0,2505	0,330	0,3808	0,3531

ΔH = 0,012 m ΔH = 0,025 m ΔH = 0,027 m 0,044 m

o
0,1H₁ o
0,1H₁ o
0,1H₁

a L_b = 2 a 3 veces p₁; L_a > H_{1máx};
L_a + L_b > 2 a 3 veces H_{1máx}.

b Cambio en el incremento de la altura de carga.

(continuación)

Tomado de: "Aforadores de Caudal para Canales Abiertos", por Bos G. M., Replogle A. J. y Clemmens J. A., ILRI, The Netherlands 1986.

CUADRO Nº 4.5
RELACION DE CARGA-CAUDAL, PARA MEDIDORES DE RESALTO

$b_c = 50 \text{ mm}$		$b_c = 75 \text{ mm}$		$b_c = 100 \text{ mm}$		$b_c = 150 \text{ mm}$		$b_c = 200 \text{ mm}$	
h_1 (m)	Q (litros/s)	h_1 (m)	Q (litros/s)	h_1 (m)	Q (litros/s)	h_1 (m)	Q (litros/s)	h_1 (m)	Q (litros/s)
0,005	0,0263			0,010	0,1590			0,020	0,9348
0,006	0,0361			0,012	0,2155			0,022	1,092
0,007	0,0470	0,007	0,0672	0,014	0,2784	0,014	0,4010	0,024	1,258
0,008	0,0591	0,008	0,0844	0,016	0,3473	0,016	0,4995	0,026	1,433
0,009	0,0721	0,009	0,1030	0,018	0,4222	0,018	0,6061	0,028	1,617
0,010	0,0863	0,010	0,1230	0,020	0,5030	0,020	0,7203	0,030	1,809
0,011	0,1014	0,011	0,1443	0,022	0,5896	0,022	0,8421	0,032	2,010
0,012	0,1176	0,012	0,1669	0,024	0,6820	0,024	0,9712	0,034	2,219
0,013	0,1347	0,013	0,1908	0,026	0,7801	0,026	1,108	0,036	2,436
0,014	0,1529	0,014	0,2160	0,028	0,8839	0,028	1,251	0,038	2,662
0,015	0,1721	0,015	0,2424	0,030	0,9936	0,030	1,402	0,040	2,896
0,016	0,1924	0,016	0,2701	0,032	1,109	0,032	1,560	0,042	3,139
0,017	0,2136	0,017	0,2991	0,034	1,230	0,034	1,725	0,044	3,389
0,018	0,2358	0,018	0,3293	0,036	1,357	0,036	1,897	0,046	3,648
0,019	0,2591	0,019	0,3607	0,038	1,490	0,038	2,077	0,048	3,915
0,020	0,2834	0,020	0,3934	0,040	1,628	0,040	2,263	0,050	4,190
0,021	0,3088	0,021	0,4274	0,042	1,773	0,042	2,456	0,055 ^b	4,913
0,022	0,3351	0,022	0,4625	0,044	1,923	0,044	2,656	0,060	5,688
0,023	0,3626	0,023	0,4990	0,046	2,080	0,046	2,864	0,065	6,513
0,024	0,3910	0,024	0,5366	0,048	2,242	0,048	3,078	0,070	7,389
0,025	0,4206	0,025	0,5755	0,050	2,410	0,050	3,300	0,075	8,317
0,026	0,4512	0,026	0,6157	0,052	2,584	0,052	3,528	0,080	9,297
0,027	0,4828	0,027	0,6571	0,054	2,765	0,054	3,764	0,085	10,33
0,028	0,5155	0,028	0,6998	0,056	2,951	0,056	4,007	0,090	11,41
0,029	0,5494	0,029	0,7437	0,058	3,144	0,058	4,257	0,095	12,55
0,030	0,5843	0,030	0,7889	0,060	3,343	0,060	4,514	0,100	13,74
0,031	0,6203	0,032 ^b	0,8832	0,062	3,548	0,062	4,779	0,105	14,98
0,032	0,6574	0,034	0,9825	0,064	3,759	0,064	5,050	0,110	16,28
0,033	0,6956	0,036	1,087	0,066	3,976	0,066	5,329	0,115	17,63
0,034	0,7349	0,038	1,197	0,068	4,200	0,068	5,615	0,120	19,04
0,035	0,7754	0,040	1,312	0,070	4,431	0,070	5,909	0,125	20,50
0,036	0,8170	0,042	1,432	0,072	4,667	0,072	6,210	0,130	22,01
0,037	0,8597	0,044	1,557	0,074	4,911	0,074	6,518	0,135	23,59
0,038	0,9035	0,046	1,688	0,076	5,160	0,076	6,833	0,140	25,22
0,039	0,9486	0,048	1,824	0,078	5,417	0,078	7,157	0,145	26,90
0,040	0,9947	0,050	1,966	0,080	5,680	0,080	7,487	0,150	28,65
0,041	1,042	0,052	2,113	0,082	5,949	0,082	7,825	0,155	30,45
0,042	1,091	0,054	2,266	0,084	6,226	0,084	8,169	0,160	32,31
0,043	1,140	0,056	2,424	0,086	6,509	0,086	8,522	0,165	34,23
0,044	1,191	0,058	2,588	0,088	6,798	0,088	8,883	0,170	36,21
0,045	1,243	0,060	2,758	0,090	7,095	0,090	9,251	0,175	38,25
0,046	1,297	0,062	2,933	0,092	7,399	0,092	9,626	0,180	40,35
0,047	1,351	0,064	3,115	0,094	7,709	0,094	10,01	0,185	42,51
0,048	1,407	0,066	3,302	0,096	8,026	0,096	10,40	0,190	44,73
0,049	1,464	0,068	3,495	0,098	8,350	0,098	10,80	0,195	47,01
0,050	1,522	0,070	3,693	0,100	8,682	0,100	11,21	0,200	49,35
		0,072	3,898			0,105 ^b	12,26		
		0,074	4,109			0,110	13,36		
		0,076	4,326			0,115	14,51		
						0,120	15,71		
						0,125	16,96		
						0,130	18,26		
						0,135	19,62		
						0,140	21,02		
						0,145	22,49		
						0,150	24,00		

Tomado de: "Aforadores de Caudal para Canales Abiertos", por Bos G. M., Replogle A. J. y Clemmens J. A., ILRI, The Netherlands 1986.

4.2.5 AFORADOR O MEDIDOR SIN CUELLO (CUTTHROAT FLUME).

El aforador "sin cuello," es un nombre que se ha adaptado del original en ingles "Cutthroat Flume". El aforador ofrece unas ventajas sobre el Parshall, tales como una fácil construcción e instalación con mayor economía.

El aforador sin cuello tiene la forma que se muestra en la **Figura Nº 4.4**, y consiste de la sección de entrada convergente, la garganta de ancho, "W," y la sección de salida divergente. El fondo del aforador es plano en contraste con el aforador Parshall. La descarga o caudal se obtiene midiendo las profundidades de flujo, o carga, aguas arriba, H_a , y aguas abajo, H_b , de la garganta. Estas cargas se pueden medir con escalas en las posiciones indicadas en la **Figura Nº 4.4**, o bien con pozos tranquilizadores.

La descarga en el aforador sin cuello bajo condiciones de flujo libre depende únicamente por la carga aguas arriba, H_a . Se calcula por la ecuación:

$$Q = C.H_a^n$$

donde:

Q = descarga o caudal en m^3/s

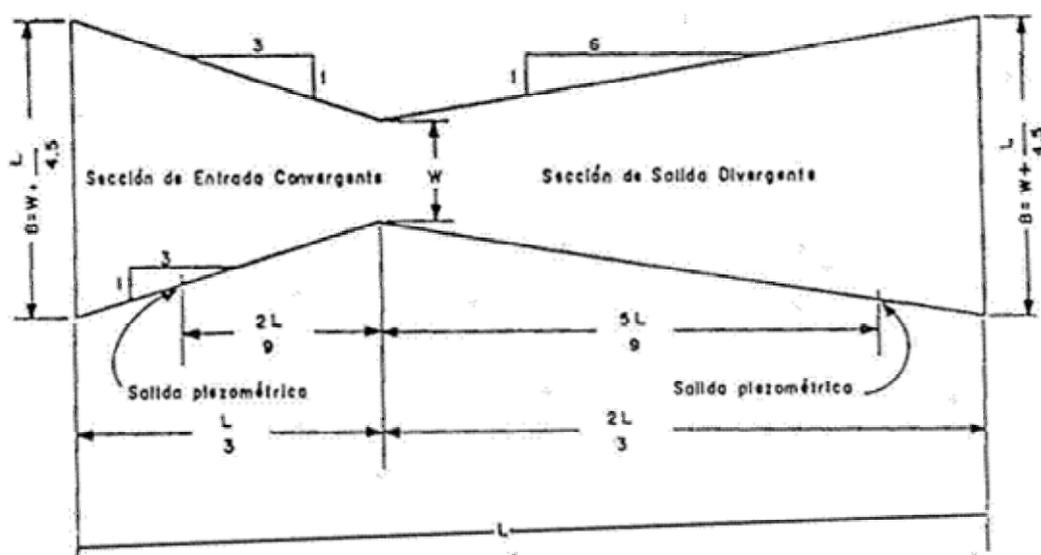
H_a = Carga en m

n = exponente del flujo libre

C = coeficiente del flujo libre

La relación entre la longitud del aforador (L), la sumersión transitoria (St) y los Coeficientes y Exponentes para el cálculo de la descarga de Condiciones de Flujo libre y Sumergido son mostrados en el **Cuadro Nº 4.6**.

FIGURA 4.4
AFORADOR SIN CUELLO (CUTTHROAT FLUME)



CUADRO Nº 4.6
PARAMETROS DEL AFORADOR SIN CUELLO

L (Metros)	St(%)	Flujo (n)	Libre(K)	Flujo(ns)	Sumergido(Ks)
0.5	60.7	2.080	6.15	1.675	3.50
0.6	62.0	1.989	5.17	1.600	2.90
0.7	63.0	1.932	4.63	1.550	2.60
0.8	64.2	1.880	4.18	1.513	2.35
0.9	65.3	1.843	3.89	1.483	2.15
1	66.4	1.810	3.60	1.456	2.00
1.2	68.5	1.756	3.22	1.427	1.75
1.4	70.5	1.712	2.93	1.407	1.56
1.6	72.0	1.675	2.72	1.393	1.45
1.8	73.8	1.646	2.53	1.386	1.32
2	75.5	1.620	2.40	1.381	1.24
2.2	77.0	1.600	2.30	1.378	1.18
2.4	78.4	1.579	2.22	1.381	1.12
2.6	79.5	1.568	2.15	1.386	1.08
2.7	80.5	1.562	2.13	1.390	1.06

El valor del exponente n depende de la longitud, L, del aforador. El valor del coeficiente de flujo libre, C, depende de la longitud y el ancho de la garganta, W.

El valor de esta se da por:

$$C = K H^{1.025}$$

El valor de K depende de la longitud del aforador. El cuadro da valores de estos factores.

Para determinar el caudal cuando el aforador funciona bajo condiciones de flujo sumergido, tiene que medirse la profundidad aguas arriba, H_a y aguas abajo, H_b . Con estas condiciones el caudal se determina por:

$$Q = \frac{C_s (H_a - H_b)^n}{(\text{co log } S)_s^n}$$

donde:

Q = descarga en m³/seg.

H_a = profundidad aguas arriba en m

H_b = profundidad aguas abajo en m

n = exponente de flujo libre

n_s = exponente de flujo sumergido

S = la sumersión H_b/H_a en forma decimal

C_s = coeficiente de flujo sumergido ? K_S W^{1.025}

Los valores de K_S y N_S se pueden tomar de la tabla anterior. También en el cuadro aparece un S_t, que es la sumersión transitoria o sea el límite de sumersión entre el flujo libre y el flujo sumergido.

La determinación del caudal en un aforador sin cuello se muestra por medio de los siguientes ejemplos:

1. W = < 20 cm" >20 cm, L = < 180 cm" >180 cm

Ha = 0.25 m, H_b = 0.10 m

Entonces:
$$S = \frac{H_b}{H_a} \times 100 = \frac{0.10}{0.25} \times 100 = 40\%$$

De la tabla el valor de S_t = 73.7%, y como S es menor que S_t hay flujo libre en el aforador y se pueden usar las ecuaciones para obtener la descarga.

$$C = K W^{1.025}$$

y por lo tanto C = 2.53 (0.20)^{1.025} = 0.486

De la tabla el valor del exponente n es 1.65 y el caudal se calcula por la ecuación:

$$Q = C (H_a)^n$$

2. W = < 10 cm" >10 cm, L = < 90 cm" >90 cm

H_a = < 30 cm" >30 cm H_b = < 27 cm" >27 cm

La sumersión:
$$S = \frac{H_b}{H_a} \times 100 = \frac{0.27}{0.30} \times 100 = 90\%$$

De la tabla S_t = 65.3% Como S es mayor que S_t tenemos flujo sumergido y se calcula la descarga por medio de la ecuación:

$$Q = \frac{C_s (H_a - H_b)^n}{(\text{co log } S)_s^n}$$

$$C = K_s W^{1.025}$$

De la tabla el valor de $K_s = 2.15$, $n = 1.843$ y $n_s = 1.483$ entonces

$$C = 2.15 (0.10)^{1.025} = 0.203$$

Cabe mencionar que el colog $S = -\log S$ ó en nuestro caso el colog $(0.9) = 0.0458$

$$Q = \frac{0.203 (0.30 - 0.27)^{1.843}}{(0.0458)^{1.483}} = \frac{0.0003}{0.0103} = 0.0307 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Por medio de las calculadoras programables, es rápido y fácil calcular los caudales. Una vez construidos los aforadores y conociendo las dimensiones, se puede preparar tablas de caudales bajo condiciones de flujo libre si se desea.

4.3 CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE RETENCION.

Las estructuras de retención fueron diseñadas en el canal de orden superior (canal de donde se capta el agua), aguas abajo de la toma lateral.

Están constituidas por 2 muros de concreto en forma de cuña, dispuestos en forma transversal al flujo, los cuales forman una contracción en el canal y una retención del flujo.

Los muros de retención está provistos de ranuras, en los cuales se pueden colocar dos tablonces de madera de 0.30 m de alto cada una, de esta forma se puede obtener una mayor sobre elevación del flujo y una mayor retención del mismo.

Las dimensiones de las estructuras de retención están dadas de manera paramétrica, en función a la altura y los taludes del canal (trapezoidal en este tramo). Estas dimensiones, están fundamentadas mediante cálculos, de tal forma se garantiza los caudales de captación en las tomas. Los detalles se muestran en los planos, adjuntos en el **Tomo II**.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

5.1 ASPECTOS GENERALES.

Según la tipificación de estructuras hidráulicas a implementar, descritas en el ítem 3.4.1, se tiene 5 tipos denominados A, B, C, D y E.

Las estructuras tipo A, corresponden a estructuras de toma, sin medidor, con retención y sin cruce de camino vehicular.

Las estructuras tipo B, corresponden a estructuras de toma, con medidor, con retención y sin cruce de camino vehicular.

Las estructuras tipo C, corresponden a estructuras de toma, con medidor, con retención y con cruce de camino vehicular.

Las estructuras tipo D, corresponden a estructuras de toma, sin medidor, con retención y con cruce de camino vehicular.

Las estructuras tipo E, corresponden a estructuras de un sistema de aprovechamiento subsuperficial, son estructuras de toma y distribución, sin medidor, sin retención y sin cruce de camino vehicular.

5.2 ESTRUCTURAS TIPO A, B, C y D

Estas estructuras son para tomas del sistema de riego cuya captación son aguas superficiales (ver **Cuadros Nº 3.9** , **Nº 3.10** ; y **Anexos Nº 7.4 y 7.5**).

Las estructuras proyectadas están constituidas por 3 elementos: Toma, estructura de retención, estructura de conexión y medidor.

5.2.1 TOMA.

La estructura de toma a la vez está subdividida en 3 elementos: transición, estructura de captación (toma) y compuerta.

a. TRANSICION.

La transición está ubicada en el canal de orden superior, del cual se toma el agua. Se ha proyectado como un tramo de canal de sección trapezoidal, de concreto simple. La estructura está compuesto de 3 partes, una transición de ingreso, un segundo tramo de canal recto que permitirá mantener una sección estable, y un flujo ordenado que permita una captación permanente del caudal solicitado por la toma, un tercer tramo constituido por una transición de salida.

b. CAPTACION (TOMA).

Se ubica en el tramo central de la transición, con eje perpendicular al canal de orden superior. Su diseño está proyectado para captar caudales máximos del canal secundario.

La sección de la toma es rectangular, con anchos variables según los caudales de diseño, de concreto armado; en ella se encuentra empotrada la compuerta de regulación.

Según el uso de la berma del canal de orden superior, se ha diseñado tomas con camino vehicular y sin ella. En el primer caso, anterior a la compuerta se tiene una losa de maniobra de compuertas y posterior a ella se tiene una losa carrozable, cuyas dimensiones se muestran en los planos respectivos.

En aquellas tomas sin camino vehicular, posterior a la compuerta se ha diseñado una losa de maniobra, que permite la operación cómoda de la compuerta.

Según el caudal de captación, para aquellas tomas superiores a 1.50 m³/s, se ha proyectado dos compuertas de captación, separadas por un pilar intermedio.

c. COMPUERTA.

Las compuertas de las estructuras típicas A, B, C y D; están compuestas por una placa de plancha de fierro de ¼" de espesor, unida a un eje sinfín que sirve de izaje, y en la parte superior se tiene un volante de operación, toda esta estructura, sujeta por un marco de fierro, las misma que se encuentra empotrada al concreto. Los detalles de los componentes de la compuerta (pernos, sujeciones, anclajes, etc.) se muestran en los planos.

5.2.2 ESTRUCTURA DE RETENCION.

Las estructuras de retención están ubicadas en el canal de orden superior (canal de donde se capta el agua), aguas abajo de la toma lateral.

Están constituidas por 2 muros de concreto en forma de cuña, dispuestos en forma transversal al flujo, los cuales forman una contracción en el canal y por consiguiente una retención del flujo.

Los muros de retención está provistos de ranuras, en los cuales se pueden colocar dos tablones de madera de 0.30 m de alto cada una, de esta forma se puede obtener una mayor sobre elevación del flujo y una mayor retención del mismo.

Las dimensiones de las estructuras de retención están dadas de manera paramétrica, en función a la altura y los taludes del canal (trapezoidal en este tramo). Así, la altura es la tercera parte de la altura del canal; y el ancho superior igual a 1/3 de la proyección horizontal del talud del canal.

5.2.3 ESTRUCTURA DE CONEXION.

La estructura de conexión está compuesta por un canal de sección rectangular, de concreto armado. Su función es uniformizar las líneas de corriente del flujo que ingresa a través de la toma.

Las dimensiones de la sección son variables y están en función al tipo (A, B, C y D) para contener el caudal máximo del canal. La longitud está diseñada para eliminar las fluctuaciones y oleajes del flujo, esta longitud es suficiente para conseguir un flujo desarrollado.

5.2.4 MEDIDOR.

Se han diseñado tres tipos de estructuras de medición, según los caudales de captación y alternativa planteada, los mismos fueron detallados en el **ítem 3.4.3**. En forma general las estructuras de medición proyectadas están compuestas de 4 partes: Transición de ingreso, Sección de Control, Transición de salida y Enrocado de protección, las tres primeras son de sección rectangular y de concreto armado.

La transición de ingreso, es la estructura que converge entre la sección del canal y la sección de control del medidor. Sección de control, es aquella donde se produce el tirante crítico del flujo. La transición de salida, es aquella que diverge entre la sección de control y el canal de conducción que por lo general es de tierra, en el extremo final de los muros de la transición de salida se ha proyectado muros aletas hasta alcanzar el ancho del canal de tierra.

El enrocado de protección se ubica aguas abajo de la transición de de salida, constituye un revestimiento del canal con piedra emboquillada, el cual evitará la erosión y socavación a la salida del medidor.

5.3 ESTRUCTURAS TIPO E

Estas estructuras son para tomas del sistema de riego cuya captación son aguas subterráneas de pozos (ver **Cuadros N° 3.5 , N° 3.6 ; y Anexos N° 7.4 y 7.5**).

Las estructuras proyectadas están constituidas por 2 tipos: Toma típica E1, y las Cajas de Distribución de Agua tipo E2; en ambos casos, se tienen compuertas planas tipo tarjeta.

5.3.1 COMPUERTA TIPO TARJETA.

Las compuertas de la estructura tipo E, está compuesta por una placa de plancha de fierro de 0.50 x 0.45 m x 3/16", unida a una platina de 2" x 3/16" que se utiliza para el izaje de la compuerta. En el eje de la platina se tienen agujeros espaciados en toda su longitud, los cuales se utilizan en la regulación de la apertura de la compuerta. Los detalles de los accesorios se muestran en el Plano E-1.

5.3.2 TOMA TIPICA E1.

Es una estructura sencilla constituida, por un canal rectangular de concreto armado, unido por un extremo al canal principal o de orden superior, y por el otro extremo de descarga libre hacia el canal secundario. Las dimensiones del canal se han establecido en 0.50 m de ancho y 0.60 m de altura, ello en función a los caudales máximos que transitarían por el canal secundario,

A 0.30 m del canal principal se proyecta colocar la compuerta plana tipo tarjeta, para controlar las descargas de desvío o captación.

5.3.3 CAJA DE DISTRIBUCION DE AGUA (TIPO E2).

Las cajas de distribución de agua, son las estructuras terminales de los canales principales del sistema de riego y cumplen la función de un partidior.

Son estructuras de forma cuadrada, con dimensiones interiores de 1.60 x 1.60 m con muros de 0.80 m de altura, por un lado está conectado al canal principal, y por los otros tres lados se tienen estructuras de toma (tipo E1), que distribuyen el flujo.

Las 3 estructuras de toma, son de características similares a las estructuras tipo E1, implementadas cada una con una compuerta tipo tarjeta, las cuales permiten la regulación del flujo.

VI. METRADOS Y PRESUPUESTO

6.1 METRADOS.

Las actividades necesarias para la implementación de las estructuras de medición y control, se resumen en el conjunto de partidas ordenadas cronológicamente las que se muestran en el **Anexo N° 7.8** para la alternativa N° 1 y **Anexo N° 7.9** para la alternativa N° 2. Según estas partidas, se han elaborado los metrados de las estructuras a implementar, tomando como referencia los planos, adjuntos en el **Tomo II**.

6.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Según las unidades de medición de las partidas preestablecidas, se han elaborado los análisis de precios unitarios.

Los precios de los insumos están considerados vigentes a Julio de 2007. Los mismos se detallan en los **Anexos N° 7.12**.

6.3 PRESUPUESTO DE OBRA POR COMISION DE REGANTES Y POR ALTERNATIVA.

El presupuesto se obtiene multiplicando los metrados por los precios unitarios, de las partidas respectivas.

Los Gastos Generales fueron estimados en 15 %, la utilidad en 10 %, ambos deducidos del Costo Directo. Los impuestos de ley considerados corresponden al IGV (19 %), deducidos del Subtotal del Costo Directo más los Gastos Generales y la Utilidad.

El presupuesto por cada Comisión de Regantes, y por alternativa, se muestra a continuación:

CUADRO N° 6.1
PRESUPUESTO PARA LA ALTERNATIVA N° 1

COMISION DE REGANTES	COSTO DIRECTO S/.	GASTOS GENERALES 15%	UTILIDAD 10%	SUB TOTAL	I.G.V.	TOTAL
1 BIGOTE	1,622,954.67	243,443.20	162,295.47	2,028,693.34	385,451.73	2,414,145.07
2 YAPATERA	1,045,997.90	156,899.69	104,599.79	1,307,497.38	248,424.50	1,555,921.88
3 CHARANAL	1,592,496.59	238,874.49	159,249.66	1,990,620.74	378,217.94	2,368,838.68
4 SERRAN	792,435.50	118,865.33	79,243.55	990,544.38	188,203.43	1,178,747.81
5 PABUR	1,558,969.67	233,845.45	155,896.97	1,948,712.09	370,255.30	2,318,967.39
6 MALACASI	677,919.57	101,687.94	67,791.96	847,399.47	161,005.90	1,008,405.37
7 SANCOR	1,591,025.60	238,653.84	159,102.56	1,988,782.00	377,868.58	2,366,650.58
8 VICUS	229,421.07	34,413.16	22,942.11	286,776.34	54,487.50	341,263.84
9 LA GALLEGA - MORROPON	2,764,815.75	414,722.36	276,481.58	3,456,019.69	656,643.74	4,112,663.43
10 INGENIO – BB. AA.	613,557.43	92,033.61	61,355.74	766,946.78	145,719.89	912,666.67
TOTAL	12,489,593.75	1,873,439.07	1,248,959.39	15,611,992.21	2,966,278.51	18,578,270.72

CUADRO Nº 6.2
PRESUPUESTO PARA LA ALTERNATIVA Nº 2

COMISION DE REGANTES	COSTO DIRECTO S/.	GASTOS GENERALES 15%	UTILIDAD 10%	SUB TOTAL	I.G.V.	TOTAL
1 BIGOTE	1,717,274.94	257,591.24	171,727.49	2,146,593.67	407,852.80	2,554,446.47
2 YAPATERA	1,117,483.60	167,622.54	111,748.36	1,396,854.50	265,402.36	1,662,256.86
3 CHARANAL	1,675,232.54	251,284.88	167,523.25	2,094,040.67	397,867.73	2,491,908.40
4 SERRAN	855,727.05	128,359.06	85,572.71	1,069,658.82	203,235.18	1,272,894.00
5 PABUR	1,596,784.29	239,517.64	159,678.43	1,995,980.36	379,236.27	2,375,216.63
6 MALACASI	722,471.25	108,370.69	72,247.13	903,089.07	171,586.92	1,074,675.99
7 SANCOR	1,704,764.66	255,714.70	170,476.47	2,130,955.83	404,881.61	2,535,837.44
8 VICUS	229,421.07	34,413.16	22,942.11	286,776.34	54,487.50	341,263.84
9 LA GALLEGA - MORROPON	2,971,611.20	445,741.68	297,161.12	3,714,514.00	705,757.66	4,420,271.66
10 INGENIO – BB. AA.	646,819.37	97,022.91	64,681.94	808,524.22	153,619.60	962,143.82
TOTAL	13,237,589.97	1,985,638.50	1,323,759.01	16,546,987.48	3,143,927.63	19,690,915.11

6.4 ALTERNATIVA RECOMENDADA.

En función a los aspectos técnicos y evaluación de costos, se recomienda desarrollar la alternativa Nº 1, el cual contempla alcanzar la meta, con el siguiente tipo de estructuras (Cuadro Nº 6.3).

CUADRO Nº 6.3
CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE LA ALTERNATIVA Nº 1

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO (CODIGO)	DESCRIPCION DEL DISEÑO
A	Diseño 1 (A-1)	Toma con 1 compuerta
	Diseño 2 (A-2)	Toma con 2 compuertas
B	Diseño 1 (B-1)	Toma con 1 compuerta y Medidor Sin Cuello (Cutthroat Flume)
	Diseño 2 (B-2)	Toma con 1 Compuerta y Medidor de Resalto (RBC)
	Diseño 3 (B-3)	Toma con 2 Compuerta y Medidor de Resalto (RBC)
C	Diseño 1 (C-1)	Toma con 1 Compuerta y Medidor Sin Cuello (Cutthroat Flume)
	Diseño 2 (C-2)	Toma con 1 Compuerta y Medidor de Resalto (RBC)
	Diseño 3 (C-3)	Toma con 2 Compuertas y Medidor de Resalto (RBC)
D	Diseño 1 (D-1)	Toma con 1 compuerta
	Diseño 2 (D-2)	Toma con 2 Compuertas
E	Diseño 1 (E-1)	Caja de Distribución de agua y Toma con compuerta tipo tarjeta

El presupuesto detallado de la alternativa N° 1, por comisión de regantes y por tipo de estructura, se muestra a continuación.