

2.3.3.4.2 CALCULO DEL CAE – ALTERNATIVA 1

Cuadro Nº 266: COSTO ANUAL EQUIVALENTE FINANCIERO (CAEF): ALTERNATIVA 1

Tasa de Descuento : 12,81 %

Componentes	MOMENTOS										
	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10
I. Costos Financieros del Proyecto		57.685.896,67	57.685.896,67	62.493.054,73	537.900,00						
Costos de Operación y Mantenimiento					537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00
II. Inversión Financiera del Proyecto	142.666.464,61										
Inversión en Obras Civiles	114.935.415,40	54.087.254,31	54.087.254,31	58.594.525,50							
Caminos	12.361.861,08										
Ambiental	427.986,36	201.405,35	201.405,35	218.189,13							
Capacitación y Asistencia Técnica	1.971.513,86	927.771,23	927.771,23	1.005.085,50							
Supervisión	5.247.614,81	2.469.465,79	2.469.465,79	2.675.254,61							
Indemnización	7.722.073,10										
FLUJO DE COSTOS (Bs) : I + II	-142.666.464,61	57.685.896,67	57.685.896,67	62.493.054,73	537.900,00						
Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Factor de Actualización		0,886	0,786	0,697	0,617	0,547	0,485	0,430	0,381	0,338	0,300
Cifras Actualizadas: Flujo de Costos	142.666.464,61	51.135.446,04	45.328.823,72	43.530.028,98	332.132,33	294.417,45	260.985,24	231.349,39	205.078,79	181.791,32	161.148,23
VACF	285.252.391,14										
Costo Anual Equivalente: CAEF	40.143.854,75										

MOMENTOS									
M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20
564.526,05									
564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05
564.526,05									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,266	0,235	0,209	0,185	0,164	0,145	0,129	0,114	0,101	0,090
149.920,28	132.896,27	117.805,40	104.428,15	92.569,94	82.058,28	72.740,25	64.480,32	57.158,34	50.667,79

Cuadro Nº 267: COSTO ANUAL EQUIVALENTE SOCIAL (CAES): ALTERNATIVA 1

Tasa de Descuento : 12,67 %

Componentes	Años											
	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	
I. Costos Económicos del Proyecto		52.656.692,05	52.656.692,05	57.044.749,73	481.452,00							
Costos de Operación y Mantenimiento					481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00
II. Inversión Económica del Proyecto	131.391.039,94											
Inversión en Obras Civiles	104.656.711,43	49.250.217,15	49.250.217,15	53.354.401,91								
Caminos	11.773.496,22											
Ambiental	418.755,97	197.061,63	197.061,63	213.483,44								
Capacitación y Asistencia Técnica	1.873.606,09	881.696,98	881.696,98	955.171,73								
Supervisión	4.946.397,12	2.327.716,29	2.327.716,29	2.521.692,65								
Indemnización	7.722.073,10											
FLUJO DE COSTOS (Bs) : I + II	-131.391.039,94	52.656.692,05	52.656.692,05	57.044.749,73	481.452,00							
Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Factor de Actualización		0,888	0,788	0,699	0,621	0,551	0,489	0,434	0,385	0,342	0,303	
Cifras Actualizadas: Flujo de Costos	131.391.039,94	46.735.326,22	41.479.831,56	39.883.273,45	298.758,19	265.162,15	235.344,05	208.879,07	185.390,14	164.542,60	146.039,40	
VACS	261.836.343,55											
Costo Anual Equivalente: CAES	36.536.368,94											

Momentos									
M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20
505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87
505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87
505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,269	0,239	0,212	0,188	0,167	0,148	0,132	0,117	0,104	0,092
136.032,98	120.735,76	107.158,74	95.108,50	84.413,33	74.920,86	66.495,83	59.018,22	52.381,49	46.491,07

Para mayores detalles de los valores financieros y económicos de la inversión en obras civiles, costos de operación y mantenimiento, supervisión y acompañamiento, ver anexos 1 al 13, del Capítulo 3.

2.3.3.4.3 CALCULO DEL CAE – ALTERNATIVA 2

Importante destacar que la diferencia entre la alternativa 2 y la 1, está en el presupuesto de la Presa Rumicancha, después del numeral 1.5.5. véase Anexo donde se presenta el presupuesto para la Presa Rumicancha – Alternativa 2.

Cuadro N° 268: COSTO ANUAL EQUIVALENTE FINANCIERO (CAEF): ALTERNATIVA 2

Tasa de Descuento : 12,81 %

Componentes	MOMENTOS											
	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	
I. Costos Financieros del Proyecto		66.232.311,99	66.232.311,99	71.751.671,32	537.900,00							
Costos de Operación y Mantenimiento					537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00
II. Inversión Financiera del Proyecto	160.827.597,27											
Inversión en Obras Civiles	133.096.551,32	62.633.671,21	62.633.671,21	67.853.143,81								
Caminos	12.361.861,19											
Ambiental	427.983,00	201.403,76	201.403,76	218.187,41								
Capacitación y Asistencia Técnica	1.971.513,86	927.771,23	927.771,23	1.005.085,50								
Supervisión	5.247.614,81	2.469.465,79	2.469.465,79	2.675.254,61								
Indemnización	7.722.073,10											
FLUJO DE COSTOS (Bs) : I + II	-160.827.597,27	66.232.311,99	66.232.311,99	71.751.671,32	537.900,00							

Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Factor de Actualización		0,886	0,786	0,697	0,617	0,547	0,485	0,430	0,381	0,338	0,300
Cifras Actualizadas: Flujo de Costos	160.827.597,27	58.711.383,73	52.044.485,18	49.979.191,22	332.132,33	294.417,45	260.985,24	231.349,39	205.078,79	181.791,32	161.148,23
VACF	324.154.285,20										
Costo Anual Equivalente: CAEF	45.618.557,27										

MOMENTOS										
M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	
564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05
564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05
564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,266	0,235	0,209	0,185	0,164	0,145	0,129	0,114	0,101	0,090
149.920,28	132.896,27	117.805,40	104.428,15	92.569,94	82.058,28	72.740,25	64.480,32	57.158,34	50.667,79

Cuadro N° 269: COSTO ANUAL EQUIVALENTE SOCIAL (CAES): ALTERNATIVA 2

Tasa de Descuento : 12,67 %

Componentes	Años										
	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10
I. Costos Económicos del Proyecto		60.298.195,73	60.298.195,73	65.323.045,38	481.452,00						
Costos de Operación y Mantenimiento					481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00
II. Inversión Económica del Proyecto	147.629.235,25										
Inversión en Obras Civiles	120.894.910,11	56.891.722,40	56.891.722,40	61.632.699,27							
Caminos	11.773.496,22										
Ambiental	418.752,61	197.060,05	197.060,05	213.481,72							
Capacitación y Asistencia Técnica	1.873.606,09	881.696,98	881.696,98	955.171,73							
Supervisión	4.946.397,12	2.327.716,29	2.327.716,29	2.521.692,65							
Indemnización	7.722.073,10										
FLUJO DE COSTOS (Bs) : I + II	-147.629.235,25	60.298.195,73	60.298.195,73	65.323.045,38	481.452,00						

Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Factor de Actualización		0,888	0,788	0,699	0,621	0,551	0,489	0,434	0,385	0,342	0,303
Cifras Actualizadas: Flujo de Costos	147.629.235,25	53.517.525,28	47.499.356,78	45.671.107,22	298.758,19	265.162,15	235.344,05	208.879,07	185.390,14	164.542,60	146.039,40

VACS	296.664.096,91
Costo Anual Equivalente: CAES	41.396.197,13

Momentos									
M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20
505.283,87									
505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87
505.283,87									

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,269	0,239	0,212	0,188	0,167	0,148	0,132	0,117	0,104	0,092
136.032,98	120.735,76	107.158,74	95.108,50	84.413,33	74.920,86	66.495,83	59.018,22	52.381,49	46.491,07

Para mayores detalles de los valores financieros y económicos de la inversión en obras civiles, costos de operación y mantenimiento, supervisión y acompañamiento, ver anexos 1 al 13 del Capítulo 3, véase también al final del numeral 1.5.5 Anexo alternativa 2.



2.3.3.4.4 ANALISIS COMPARATIVO: SELECCIÓN

A continuación, sintetizamos los resultados alcanzados en los numerales anteriores:

Cuadro N° 270: ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Alternativas	CAEF	CAES
1	40.143.854,75	36.536.368,94
2	45.618.557,27	41.396.197,13
Comparación	CAEF1 < CAEF2	CAES1 < CAES2
Elección:	Alternativa 1	Alternativa 1

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Sobre la base de estos resultados, la alternativa más conveniente es la alternativa 1.

2.3.3.4.5 CONCLUSIONES DEL ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Como se observa en el anterior análisis, la alternativa que viene a ser la más conveniente, en base a los resultados obtenidos por el cálculo del Costo anual Equivalente Social (CAES) es la Alternativa "1" debido a que obtiene un Costo Anual Equivalente Social de Bs. 36.536.368,94 el cual es menor en relación a la otra alternativa.

Cuadro N° 271: RESUMEN DE LA INVERSION

COMPONENTES	COSTO PARCIAL (Bs)
Infraestructura	281.704.449,52
Caminos	12.361.861,08
Ambiental	1.048.986,18
Capacitación y Asistencia Técnica	4.832.141,81
Supervisión	12.861.801,00
Indemnización	7.722.073,10
COSTO TOTAL (Bs)	320.531.312,69

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4 ESTUDIO DETALLADO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

2.4.1 ESTUDIO DE MERCADO

2.4.1.1 ANÁLISIS DE DEMANDA

2.4.1.1.1 DEMANDA DE AGUA DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.4.1.1.1.1 CEDULA DE CULTIVOS BAJO RIEGO

PRESA RUMICANCHA

Para las condiciones de desarrollo bajo las directrices del proyecto, se plantea como base de la producción agrícola, compuesta en su mayoría por los mismos cultivos, ya que estos dan resultados técnicos y económicos ventajosos que otros que se pueden introducir o sugerir pero que para su plena adopción por el productor debe transcurrir un periodo de tiempo que no es fácil señalarlo ni es oportuno implementarlo.

En forma conjunta con los beneficiarios, se llegó a establecer los cultivos para los diferentes periodos en el año agrícola, tomando en cuenta las prácticas de rotación y el uso sostenible del suelo, obteniendo de esta manera el modelo de finca para una hectárea.

Por otro lado se tiene la ventaja, que los productores conocen y tienen suficiente práctica en el manejo técnico y de mercadeo de los productos que se contemplan en la cédula de cultivos para la fase de operación del proyecto.

La cédula adoptada, está compuesto por: Maíz grano, maíz choclo, papa miska o temprana, papa tardía o de verano, arveja en verde, hortalizas menores, alfalfa como forraje, y frutales principalmente como la vid, durazno y manzano.

Cuadro N° 272: CEDULA DE CULTIVOS PROPUESTO (SELLA – RUMICANCHA)

Nº	Cultivo (Has)	JU N	JUL	AG O	SE P	OC T	NO V	DIC	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	Tot al
1	Maíz grano						500	500	500	500	500	500		500
2	Maíz choclo			150	150	150	150	150						150
3	Papa temprana			350	350	350	350							350
4	Papa tardía							400	400	400	400	400	400	400
5	Arveja en verde								250	250	250	250	250	250
6	Hort. menores							270	270	270				270
7	Alfalfa	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
8	Vid	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
9	Durazno	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
10	Manzano	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Total has cultivadas		930	930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto.

Cuadro N° 273: AREAS DE CULTIVOS

Cultivos	Con Proyecto (has)		Total área cultivada (has)
	Area bajo riego	Area de cultivo a seco	
Maíz Grano	425,38	74,62	500,00
Maíz Choclo	127,61	22,39	150,00
Papa temprana	297,76	52,24	350,00
Papa tardía	340,30	59,70	400,00
Arveja verde	212,69	37,31	250,00
Hortalizas menores	229,70	40,30	270,00
Durazno	204,18	-54,18	150,00
Vid	255,23	44,77	300,00
Manzana	204,18	35,82	240,00
Alfalfa	127,61	112,39	240,00
TOTAL	2424,65	425,35	2850,00
AREA POTENCIAL	2500,00	2500,00	5000,00
AREA DE DESCANSO	75,35	2074,65	2150,00
AREA DISPONIBLE	75,36	2074,64	2150,00

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto



Cuadro Nº 274: AREA BAJO RIEGO OPTIMO SITUACION CON PROYECTO



Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios
Viceministerio de Asuntos Agropecuarios y Riego
Dirección General de Servicios Agropecuarios y Riego
Unidad de Agua y Suelos



CALCULO DE AREA BAJO RIEGO OPTIMO

AREA BAJO RIEGO OPTIMO SITUACION CON PROYECTO (PARTE 1)

PROYECTO: PRESA SELLA RUMICANCHA		AREA BAJO RIEGO OPTIMO: 2,424.65 (ha)									
CULTIVO	Maíz (grano)	Maíz (choclo)	Papa (preco)	Papa (tardi)	Arveja (ver)	Lechuga y h	Durazno	Vid	Manzana	Alfalfa	TOTAL
AREA REAL (ha)	500.00	150.00	350.00	400.00	250.00	270.00	240.00	300.00	240.00	150.00	2,850.00
AREA BAJO RIEGO OPTIMO	425.38	127.61	297.76	340.30	212.69	229.70	204.18	255.23	204.18	127.61	2,424.65
AREA NETA (ha)							3,000.00				
FACTOR DE AREA							0.8508				
CAPACIDAD MAXIMA (l/s)							1,200.00				

Nota: Como se puede observar las superficies de riego de la cédula de cultivos comparados con los resultados del ABRO 3,0 versión 2 no coinciden en algunos meses, sobre todo en los meses lluviosos, mientras que en la época donde solo se tendrá el aporte hídrico de la presa, las áreas coinciden esto se debe a la siguiente situación:

En los meses de estiaje, donde las superficies de riego arrojados por el ABRO coinciden con los programados en la cédula de cultivos, esto se debe a que el único aportante para el riego de los cultivos es la presa, por lo tanto se ajusta a los requerimientos de los cultivos de cada mes, esta situación se cumple hasta el mes de noviembre hasta este mes el riego es exclusivamente con aporte de la presa, desde este mes hasta las superficies de riego de los cultivos no coinciden porque desde diciembre ya empieza la época de lluvias por lo tanto parte del requerimiento de los cultivos son cubierto con el aporte de las lluvias.

Por lo tanto la superficie de riego teórico se incrementa, esta superficie denominado superficie máxima es teórico ya que en la práctica no es posible realizarlo porque solo se tienen las superficie programados en la cédula de cultivos, esta situación es muy normal, ya que ocurre con frecuencia en los sistemas de riego donde existen aporte considerable de las lluvias además de la presa.

Existen meses en que no es necesario el riego por ejemplo los meses de enero y febrero donde los requerimientos hídricos de los cultivos es íntegramente cubierto por las lluvias.

Por otro lado se observa que de las 2850 has programadas o propuestas, con la disponibilidad de agua existente para el riego, se llegan a regar 2424,65 has bajo riego óptimo, lo que significa que se estaría aprovechando aproximadamente un 85, 08 % de la superficie programada o propuesta.

El calendario productivo de los cultivos considerados en la cédula de cultivos propuesta para la situación con proyecto, se presenta a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 275: CALENDARIO PRODUCTIVO PROPUESTO DE LOS CULTIVOS

Nº	Cultivo (Has)	JUN	JUL	AG O	SEP	OCT	NO V	DIC	ENE	FEB	MA R	AB R	MA Y
1	Maíz grano						S					C	
2	Maíz choclo			S				C					
3	Papa miska			S			C						
4	Papa verano							S					C
5	Arveja en verde								S				C
6	Hort. menores							ST		C			
7	Alfalfa	CR		B		CR		CR		CR		CR	
8	Vid			B	B						C	C	
9	Durazno			B	B						C	C	
10	Manzano			B	B						C	C	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo

Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, CR = Corte, B = Brotación.

2.4.1.1.2 INFORMACION BASICA PARA CALCULO DE REQUERIMIENTO DE RIEGO

2.4.1.1.2.1 REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO

Para el cálculo de requerimientos netos de riego para cultivos, en primer término se ha definido la cédula de cultivos para el proyecto, y luego calcular la Evapotranspiración Potencial (ETp), los Coeficientes de Cultivo (Kc), la Evapotranspiración Real de los Cultivos (ETC) y la Precipitación Efectiva (Pe), tal como se puede ver en la planilla del ABRO versión 3.1 y como se explica a continuación.

El cálculo, se realizó aplicando el programa ABRO 3.0 versión 2, del Vice Ministerio de Desarrollo Rural MACA. Dirección de Riego y Suelos, cuyos componentes arrojan directamente los resultados de la evapotranspiración/día en función de datos proporcionados, temperaturas medias mínimas y máximas y la humedad relativa, el cálculo se efectúa mediante el método Penman Monteith.

2.4.1.1.2.2 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)

Es muy importante definir las condiciones del área de estudio y sobre todo la información climatológica disponible. En este caso como no se cuenta con una estación meteorológica completa en la zona del proyecto para los efectos del cálculo se ha tomado como referencia las estaciones meteorológicas de Sella Quebradas, que se encuentran a 5 - 6 km del área de la presa, cuyos datos fueron ajustados a las condiciones de la zona. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

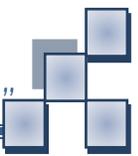
Cuadro N° 276: CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm/Día) (MÉTODO PENMAN MONTEITH)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
ETP	2,96	3,30	4,34	4,92	4,94	5,23	4,55	4,19	4,10	3,71	3,38	2,93

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

2.4.1.1.2.3 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

La zona cuenta con coeficientes de cultivo (Kc) determinados experimentalmente por el PRONAR. Los valores utilizados para el cálculo de la evapotranspiración real (ETR) corresponden a valores ya incorporados en el paquete ABRO 3.0, por lo que los resultados corresponden a los datos ya



procesados en función de la cédula de cultivos y el ciclo de estos que también ya se encuentran inmersos en el paquete. En función a estos datos introducidos en el paquete, se han obtenido los valores que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 277: PERIODO VEGETATIVO Y COEFICIENTES DE CULTIVO

CULTIVO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz grano						0,24	0,41	0,80	1,08	1,03	0,80	
Maíz choclo			0,24	0,41	0,80	1,08	1,03					
Papa precoz			0,24	0,74	1,02	0,48						
Papa tardía							0,24	0,74	1,02	0,75	0,61	0,48
Arveja verde								0,41	0,78	1,15	1,05	
Hortalizas menores							0,38	1,00	0,90			
Alfalfa	0,82	0,67	0,71	1,09	1,13	0,70	1,14	1,15	0,66	0,83	1,07	0,66
Vid			0,45	0,60	0,70	0,70	0,70	0,65	0,50	0,30		
Durazno			0,55	0,95	1,05	1,15	1,15	1,15	1,10	0,90	0,85	
Manzano			0,50	0,75	0,95	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	0,70	

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

2.4.1.1.2.4 EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR)

La Evapotranspiración real (ETR) para los cultivos programados se determinó sobre la base de la ETP y el Kc estimado para la región, estos coeficientes ponderados de Kc de cada mes se multiplica por valores de evapotranspiración potencial, como la ecuación siguiente:

$$ETR = Kc * ETP$$

Donde:

ETR = Evapotranspiración real

Kc = Coeficiente de cultivo ponderado para cada mes

ETp = Evapotranspiración potencial

La Evapotranspiración Real (ETR) por mes tomando en cuenta la cédula de cultivos, se determino mediante la ETP y el Kc ponderado de los cultivos considerados por cada mes. Los resultados se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 278: EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL POR MES (mm/Mes)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
ETR	88.86	102.16	134.41	147.60	153.21	156.97	141.03	129.94	114.87	114.87	101.37	90.91

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

2.4.1.1.2.5 PRECIPITACION EFECTIVA (PE)

La región se caracteriza por aportar parte de la demanda de agua en forma de lluvia, cuyos volúmenes varían mes a mes y de año en año, luego es necesario calcular el valor de la precipitación mensual al 75 % de persistencia o precipitación confiable, que es el 75% de probabilidad de ocurrencia (seguridad de presentarse 3 de cada 4 años), los datos de precipitación utilizadas son de la estación climatológica de Sella Quebradas. Los resultados obtenidos en el ABRO 3.0 versión 3, desarrollada por PRONAR, se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 279: PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm)**

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
Prec.	0,70	0,80	2,00	12,00	29,20	63,60	124,40	135,60	113,80	96,60	21,80	5,20	605,70
P. ef.	0,00	0,00	0,00	0,00	10,65	36,45	82,05	90,45	74,10	61,20	5,10	0,00	360,00

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

2.4.1.1.2.6 DEMANDA NETA O CONSUMO TEORICO (DN)

Representa la demanda exacta de agua que requiere un cultivo en un periodo de tiempo dado. Se obtiene restando la precipitación efectiva (Pe) de la evapotranspiración real (ETR).

Para transformar a metro cúbico por hectárea, se multiplica por 10 los valores encontrados, toda vez que un milímetro de altura de agua equivale a 10 m³/ha. Los resultados obtenidos en el paquete ABRO 3.0 versión 2, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 280: DEMANDA NETA O REQUERIMIENTO NETO (DN en mm)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
Dn	72,87	68,45	57,66	110,65	132,54	67,74	26,52	21,54	31,41	38,58	69,41	48,10	745,47

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

2.4.1.1.2.7 DEMANDA DE CAUDALES NETOS**Cuadro N° 281: DEMANDA NETA TOTAL Y UNITARIA (L/S) Y (l/s/ha)**

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
Dn	35,88	32,61	261,92	519,32	602,03	429,10	189,56	160,79	259,56	254,91	473,90	84,03	
Dn	0,28	0,26	0,22	0,43	0,49	0,26	0,10	0,08	0,13	0,14	0,27	0,18	2,84

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

2.4.1.1.2.8 EFICIENCIA TOTAL DE RIEGO

La **eficiencia del sistema** de riego mejorado y bajo condiciones con proyecto, de acuerdo a la experiencia en sistemas de riego similares al proyectado, está previsto un 95% para la eficiencia de captación y 95% para el sistema de conducción principal.

La eficiencia de distribución parcelaria se estableció en 85%.

La eficiencia de aplicación del agua, en sistemas similares de acuerdo a trabajos de investigación realizados a escala nacional a cargo de un experto en riegos de la FAO, reportó eficiencias de aplicación entre 40 a 80%.

Sin embargo, la zona del proyecto tiene tradición en riego y los usuarios operan pequeños sistemas de micro riego donde manejan el agua con buen criterio; por lo cual se puede considerar que la eficiencia de aplicación puede alcanzar a un 75% aproximadamente. Bajo estos parámetros, se obtiene una eficiencia total de sistema en 57,53%, lo cual se considera racionalmente alcanzable y sobre todo conservador.

La forma de riego esperada a ejecutar en el proyecto, es la que actualmente utilizan en los sistemas precarios que tiene la comunidad que ha sido aplicada desde muchos años atrás, sin haberse observado modificación alguna.

Los problemas presentados en los últimos años, en los sistemas de micro riego existentes se resumen en el escaso caudal natural que llega a tener el río en la época de mayor demanda, con caudales insuficientes para regar las áreas sembradas.



Llegando incluso a situaciones donde falta el agua para la gran parte del área preparada y sembrada, teniéndose un caudal que llega a las parcelas que no satisface la programación prevista y no llena los requerimientos de los cultivos. Por tanto se tiene que observar dos aspectos para solucionar el problema del agua para el sistema de riego proyectado:

1. Aprovechar los recursos hídricos de las cuencas de los ríos Jarcas y Sella Candelaria mediante una obra de regulación de aguas superficiales disponibles, mediante una presa de regulación con dimensiones adecuadas para regular agua necesaria en estiaje, y con un vertedor de excedencias adecuado para las crecidas extraordinarias del río Rumicancha. Asimismo se implementará tuberías para la conducción del agua en ambas márgenes del río Sella que cubrirá el área potencial de riego, y canales de distribución dotándoles de cámaras repartidoras, compuertas y obras de arte.
2. Respetar los derechos de agua que tiene todas las comunidades, de acuerdo a la legislación local y nacional.

La justificación para tomar las eficiencias antes mencionadas se fundamenta en dos aspectos importantes a considerar:

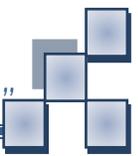
- a. Las experiencias de sistemas de riego en la Valle Central de Tarija y zonas de irrigación del Chaco principalmente la faja subandina de la Serranía del Aguarague, tales como la Presa Caigua, Presa Piriti, Iguembe, Chimeo, Tarairi e Ipa, muestra que no está lejos alcanzar eficiencias cercanas a los 40 a 50%, Datos señalado en los informes expos de la presa Caigua realizado por PROAGRO, asimismo antes de la ejecución de la presa (PRONAR 2005) Estudio A diseño final de la presa Caigua, las eficiencias reportadas del área de influencia del proyecto oscilaban entre 35 a 40% sin proyecto y en condiciones con proyecto el sistema productivo planteaba una eficiencia cercana a los 55%, en la actualidad estas condiciones están siendo alcanzadas aunque no en su totalidad pero ya existen regantes que han optimizado de tal manera el uso del agua que obtienen con regularidad eficiencias por encima de los 50 %, bajo estos criterios consideramos que el valle central de Tarija se caracteriza por ser una zona tradicionalmente productiva bajo condiciones de riego, situación que facilita enormemente en la utilización óptima del agua a nivel de parcela, además de que muchos de los agricultores tienen sobrada experiencia en riego, no solo por propia experiencia sino por destrezas adquirida en la Argentina y capacitación continua desarrollada por PRONAR y otras organizaciones no gubernamentales.

Dentro del área del proyecto Sella Rumicancha, que se caracteriza por tener muchos sistemas de riego mejorados y rústicos, y de acuerdo a los datos revisados de estudios e informes de la Ex Corporación de Desarrollo de Tarija (CODETAR), la zona en cuestión y el proyecto en particular ya fueron objeto de estudios preliminares, donde se reportaban eficiencias por encima del 30%, y se planteaban eficiencias cercanas a los 45%, en aquellos años.

De acuerdo a estos antecedentes es previsible que las eficiencias planteadas sean alcanzadas evidentemente no en un corto plazo sino en un operado de mediano plazo es decir cuando el sistema productivo con proyecto llegue a su estado de estabilización, esto se da aproximadamente en el quinto año de operación aunque existen sistemas de producción donde no existe bastante experiencia pueden llegar a su estado de estabilización a los 10 años.

En este sentido, sugerimos de que se mantengan estas eficiencias, planteando además como una de las tareas de superior importancia por el Servicio de Acompañamiento, donde existirá una serie de actividades que desarrollaran los expertos de Acompañamiento para introducir en los productores criterio de economía de agua, manejo racional de agua en parcela optimización en el uso del agua y la planificación adecuada anula de una cedula de cultivos que no sea altamente complejo para el manejo de agua.

- b. Otro de los aspectos que se ha considerado las eficiencias planteadas, es que de acuerdo a la política de uso racional y óptimo del agua por la Gobernación del Departamento de Tarija, mediante su Secretaria de Medio Ambiente y Agua, es que no sólo se de propender a la



concientización de la población en el uso racional del agua, sino introducir tecnologías accesible en la uso óptimo del agua en la producción agrícola, que signifique a un mediano plazo una ahorro importante del agua y que de esta manera se pueda democratizar y ampliar el acceso al riego a zona y productores que en la actualidad se hace muy difícil. Bajo esta premisa el equipo técnico de la Consultora Gasepas, ha considerado que en un mediano a largo plazo, la iniciativa y emprendimiento de la Gobernación será una realidad por que a medida que pasa el tiempo las condiciones de disponibilidad de agua son cada vez más reducidas y las necesidades de las poblaciones constantemente en crecimiento son cada vez mayores, esta situación en algún momento obligara á los productores, introducir en sus sistemas productivos tecnologías de economía de agua tales como riego presurizado, riego por aspersión, goteo y otros que buscan economizar el uso del agua. Bajo estas condiciones aunque en el Valle Central de Tarija no se cuenta con bastante experticia, sine embargo ya existen sistemas con tecnología presurizado en el Proyecto San Jacinto y viñedos la Cabaña, donde se han reportado eficiencia globales de 85%. Esta situación implica que de alguna manera y mejor aún si la Gobernación propicia la implementación de parcelas demostrativos o pilotos para irradiar el uso generalizado de estas tecnologías, en este escenario futuro las eficiencias planteadas actualmente que darán muy reducidas por lo que será necesario actualizaciones y reformulaciones, a los fines de adecuarlos aunque de manera muy conservadora, se ha pensado que las eficiencias planteadas en un escenario mixto de sistemas de regadío, porque también es cierto que no todos los agricultores estarán en posibilidades de implementar sistemas presurizados. En estas condiciones de heterogeneidad del uso del agua es muy posible que las eficiencias planteadas sean una referente como una eficiencia global promedio, esta eficiencia global promedio permitirá seguir operado la presa sin llegar a extremo como la falta de agua por la demanda alta de sistemas convencionales o excedentes de agua que puede en su momento presentar situaciones complejas en el manejo de la presa.

Por las razones antes explicadas, se mantendrá como eficiencia global del sistema en un valor de 57,54%, valor factible de lograrse, al cual los usuarios deberán aspirar a llegar mediante el manejo adecuado del agua.

$$Eft = Efp * Efc * Efa * Efd$$

$$Eft = 0.95 * 0.95 * 0.85 * 0.75 = 57,54\%$$

Donde:

Eft = Eficiencia de riego total.

Efp = Eficiencia de captación.

Efc = Eficiencia de conducción.

Efd = Eficiencia de distribución.

Efa = Eficiencia de aplicación.

2.4.1.1.2.9 DEMANDA BRUTA O REQUERIMIENTO DE RIEGO BRUTO (LAMINA BRUTA)

La dotación de agua a las parcelas de cultivo en l/s/ha, se determina de la relación entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia del sistema. Los cálculos se realizaron solo para la situación con proyecto, una vez implementadas las obras proyectadas.

Estos datos vienen de la relación entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia del sistema por captación, conducción, distribución y aplicación al nivel de área de riego o parcela estimada en 54,51% para la situación con proyecto. En el análisis de la eficiencia de riego se consideró el método de riego por gravedad en surcos, partiendo de la forma de manejo del agua al nivel de parcela y la experiencia de los agricultores en la práctica del riego.

La determinación de las demandas brutas, se realizó mediante la ecuación siguiente:

$$Db = Dn * 100 / EA$$



Donde:

Db = Demanda unitaria bruta al nivel de parcela (m3/ha)

Dn = Demanda unitaria neta al nivel de parcela (m3/ha)

EA= Eficiencia de aplicación de riego (54,51%). Método por surcos. Según SCS de EE.UU.

Cuadro N° 282: DEMANDA BRUTA DE RIEGO (DB) (mm). DEMANDA TOTAL DE RIEGO (DT) (l/s)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
Db	126,6 5	118,9 7	100,2 3	192,3 1	230,3 7	117,7 3	46,10	37,44	54,59	67,06	120,6 5	83,60	1295,69
Dt	62,35	56,68	455,2 4	902,6 3	1046, 38	745,8 1	329,4 7	279,4 6	451,1 4	443,0 6	823,6 8	146,0 5	5741,97

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3 versión 2,0.

2.4.1.1.2.10 CAUDAL UNITARIO CONTINUO (Q)

Responde a la ecuación siguiente:

$$q = Db \cdot 1000 / n \cdot h \cdot 3600 \text{ seg}$$

Donde:

q = Caudal unitario continuo/mes de máxima demanda a nivel de parcela (l/s/ha).

Db = Demanda unitaria bruta (m3/ha.).

n = Número de días del mes a regar.

h = Número de horas del día a regar.

Cuadro N° 283: CAUDAL UNITARIO CONTINUO (Q) (l/s/ha)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Total
Q	0,49	0,44	0,37	0,74	0,86	0,45	0,17	0,14	0,23	0,25	0,47	0,31	4,93

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3, versión 2,0.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la demanda máxima corresponde al mes de octubre con 0,86 l/s/ha, siendo este el caudal entregado en parcela, considerando una eficiencia de captación, conducción y distribución de 57.53% y toma en cuenta las 24 horas de riego.

El mayor caudal continuo necesario para los cultivos propuestos con el proyecto es de 1046,38 l/s para las 1850 has bajo riego en el mes de octubre, con un tiempo de riego de 24 horas.

2.4.1.1.2.11 SUPERFICIE DE RIEGO DE CULTIVOS POR MES

Los resultados de la superficie total de riego de los cultivos presentes por mes considerado, se presentan en el siguiente cuadro. Para obtener estos resultados se utilizó la expresión:

$$SUPt = \text{Sum.SUP}$$

Donde:

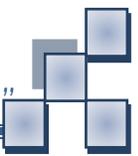
SUPt = Superficie total de riego, cultivada por mes en ha.

Sum.SUP = Sumatoria de la superficie de riego de cada cultivo por mes, en ha.

Cuadro N° 284: SUPERFICIE DE RIEGO DE CULTIVOS PRESENTE (SUPT) (HA)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Max.
Supt	127,61	127,61	1216,58	1221,44	1225,41	1642,36	1914,20	1999,28	1999,28	1769,57	1770,45	468,08	1999,28

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3 versión 2,0.



Nota: Como se puede observar las superficies de riego de la cédula de cultivos comparados con los resultados del ABRO 3,0 versión 2, no coinciden en algunos meses, sobre todo en los meses lluviosos, mientras que en la época donde solo se tendrá el aporte hídrico de la presa, las áreas coinciden esto se debe a la siguiente situación:

En los meses de estiaje, donde las superficies de riego arrojados por el ABRO 3,0 versión 2, coinciden con los programados en la cédula de cultivos, esto se debe a que el único aportante para el riego de los cultivos es la presa, por lo tanto se ajusta a los requerimientos de los cultivos de cada mes, esta situación se cumple hasta el mes de noviembre hasta este mes el riego es exclusivamente con aporte de la presa, desde este mes hasta las superficies de riego de los cultivos no coinciden porque desde diciembre ya empieza la época de lluvias por lo tanto parte del requerimiento de los cultivos son cubierto con el aporte de las lluvias, por lo tanto la superficie de riego teórico se incrementa, esta superficie denominado superficie máxima es teórico ya que en la práctica no es posible realizarlo porque solo se tienen las superficie programados en la cédula de cultivos, esta situación es muy normal, ya que ocurre con frecuencia en los sistemas de riego donde existen aporte considerable de las lluvias además de la presa. Existen meses en que no es necesario el riego por ejemplo los meses de enero y febrero donde los requerimientos hídricos de los cultivos son íntegramente cubiertos por las lluvias.

2.4.1.1.2.12 VOLUMEN TOTAL DE RIEGO POR MES

Este volumen se calcula, efectuando la sumatoria de los volúmenes de riego de cada cultivo, en el mes considerado, de acuerdo al siguiente procedimiento:

$$VOLt = \text{Sum.VOL}$$

Donde:

VOLt = Volumen total de riego por mes, en m3.

Sum.VOL = Sumatoria del volumen de riego de cada cultivo por mes.

Los resultados de este cálculo se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 285: VOLUMEN TOTAL DE RIEGO POR MES (En m3 y Hm3)

MESES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
Vol (m3)	161,623.7 1	151,815. 38	1,219,318. 83	2,339,627.4 9	2,802,636.2 1	1,933,150. 60	882,448. 61	748,514.0 3	1,091,404. 07	1,186,682. 38	2,134,971. 48	391,171.5 1	15,043,364.4 0
Vol (Hm3)	0,1616	0,1518	1,2193	2,3396	2,8026	1,9332	0,8824	0,7485	1,0914	1,1867	2,1350	0,3912	15,0434

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3 versión 2,0.

2.4.1.1.2.13 DOSIS O COEFICIENTE DE RIEGO

Se determina a través de la siguiente relación:

$$DR = q/SUPt$$

Donde:

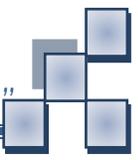
DR = Dosis o coeficiente de riego, en l/s/ha.

Los resultados se presentan en el cuadro:

Cuadro N° 286: DOSIS O COEFICIENTE DE RIEGO (DR) (l/s/ha)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Total
0,49	0,44	0,37	0,74	0,86	0,45	0,17	0,14	0,23	0,25	0,47	0,31	4,93

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.



2.4.1.1.2.14 MODULO DE RIEGO

El módulo de riego o caudal de entrega a escala predial (parcelario), está previsto en 20 a 25 l/s, en razón de que se consideró el tamaño de la superficie parcelaria con que cuentan los usuarios, y la disponibilidad de agua en el momento de máxima demanda, entre otras condiciones imperantes en la zona.

2.4.1.1.2.15 BALANCE HIDRICO

De acuerdo al balance hídrico se muestra que existe un déficit hídrico, porque la Evapotranspiración es mayor frente a la precipitación en todos los meses del año. Este déficit muestra la necesidad de un riego integral para los diferentes cultivos.

Sin Proyecto: Las comunidades utiliza el agua para riego del caudal natural del río Sella, siendo la demanda actual mayor, en esta forma no satisface los requerimientos del riego.

Con Proyecto: Las comunidades utilizan el agua para riego en forma eficiente mediante la regulación del recurso hídrico, satisfaciendo las necesidades de riego para los diferentes cultivos.

El agricultor no tiene contratiempos temporales de riego, puesto que cuenta con una presa de regulación de los recursos hídricos de la cuenca del río Rumicancha, Jarcas y Sella Candelaria, garantizando de esta manera un caudal continuo y constante durante todo el año.

2.4.1.1.2.16 CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de diseño se toma del valor obtenido para la época de mayor demanda, que en este caso es el mes de octubre con una demanda bruta aproximada de 1046,38 l/s, lo que determina que el caudal de diseño del canal o tubería principal debería tener una capacidad igual o superior a los 1100 l/s.

2.4.1.1.3 DETERMINACION DEL AREA INCREMENTAL.

La ejecución y puesta en marcha del proyecto, proporcionará un conjunto de beneficios en favor de los agricultores de la zona, al lograr implementar una superficie cultivada adicional con riego con el consiguiente incremento de la producción agropecuaria e ingresos netos de los beneficiarios, también se incrementará el empleo de la mano de obra desocupada. Con la finalidad de establecer el efecto del proyecto, se determinó el área incremental bajo riego óptimo, como se explica a continuación.

En primer término se estimó el número de hectáreas que, para la cédula de cultivos establecida y las condiciones de eficiencia del sistema, pueden ser regadas en forma óptima (sin déficit hídrico), en las situaciones "Sin" y "Con" proyecto.

Una vez calculados los balances hídricos para las situaciones Sin y Con proyecto mediante la utilización del programa ABRO 3.0 versión 2, preparada por el PRONAR, la misma que se muestra en el anexo 22 y establecidas las áreas regadas en forma óptima, por diferencia se obtuvieron el número de hectáreas incrementales.

Los resultados obtenidos se puede observar que en la situación actual (sin proyecto) se riegan cerca de 61,76 hectáreas bajo riego óptimo. Con las obras proyectadas donde se regula el recurso hídrico, se espera regar 2424,65 hectáreas en dos campañas, lo que en última instancia determina un incremento de 2362,89 hectáreas, superando totalmente los problemas de falta de riego actual.

2.4.1.1.4 DISTRIBUCION DE CULTIVOS EN LAS AREAS INCREMENTALES

Con los datos recopilados en las encuestas socioeconómicas realizadas en las comunidades beneficiarias, se obtuvieron, datos sobre los cultivos más importantes y la superficie que ocupan; por



otra parte, con los datos así obtenidos, se adecuo la distribución de los cultivos en base a la potencialidad del mercado de consumo.

Por tanto el porcentaje de cultivos y su distribución en superficie propuesto para el área del proyecto, está en función a lo acordado con los comunarios en base a la experiencia con el mercado potencial de la zona que lo constituye principalmente de la ciudad de Tarija y comunidades vecinas. De esa manera, se determinó el porcentaje de cultivos y su distribución en superficie y en tiempo, tal como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 287: SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE CULTIVOS PROPUESTO PARA EL AREA BAJA RIEGO

Cultivos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cultivos de verano	1420,00	49,82
Maíz grano	500,00	17,54
Papa tardía	400,00	14,04
Arveja en verde	250,00	8,77
Hortalizas	270,00	9,47
Cultivos de invierno	500,00	17,54
Maíz Choclo	150,00	5,26
Papa precoz	350,00	12,28
Forrajes	150,00	5,26
Alfalfa	150,00	5,26
Frutales	780,00	27,37
Vid	300,00	10,53
Durazno	240,00	8,42
Manzano	240,00	8,42
Total	2850,00	100,00

Fuente: Elaboración propia sobre la base a la propuesta de cultivos con proyecto.

Cuadro Nº 288: RECOMENDACION DE DISTRIBUCION DE CULTIVOS DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO

Categoría	Clase	Sup. (has)	%	Sub Clase	Sup. (has)	%	Cultivos recomendados
Apropiadas, arables y regables con ligeras limitaciones	I	0	0				--
Arables y regables con moderadas limitaciones	II	430	18,42	IIs	125	5,35	Papa tardía, papa temprana, arveja en verde, hortalizas y maíz choclo
				IIIf	85	3,64	
				IIst	78	3,34	
				IIst	67	2,87	
				IIs	75	3,21	
Arables y regables con severas limitaciones	III	615,00	26,34	IIIe	145	6,21	Maíz grano, arveja en verde, durazno y manzano
				IIIIs	155	6,64	
				IIIst	125	5,35	
				IIIIs	190	8,14	
Poco apropiadas, no arables ni regables	IV	560	23,98	IVt	205	8,78	Vid y alfalfa
				VIst	175	7,49	
				IVs	180	7,71	
No apropiadas	VI	730	31,37	VIsed	730	31,26	Forestación e implementación de paraderas
TOTAL		2335	100,00		2335,00	100,00	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los resultados de campo y gabinete de estudio de suelos.



2.4.1.2 ANÁLISIS DE OFERTA

No existen registros de caudales en el sitio de presa. Por este motivo se ha utilizado un método que permita minimizar las dificultades de uso de la información disponible, método que se basa en la correlación de la precipitación media en la cuenca y los caudales específicos medios.

Los caudales específicos obtenidos en cada una de las estaciones se correlacionaron con las lluvias medias en sus respectivas cuencas. Dicha correlación permitió obtener dos leyes de regresión para las estaciones consideradas, una correspondiente a las cuencas que se encuentran en la región interandina y la otra a las cuencas del subandino, cuyos resultados se muestran en el gráfico.

Es importante anotar que la información disponible es reducida y no continua en muchos casos, por lo que se puede usar solamente los valores medios anuales para lograr una aproximación aceptable.

PRESA SAN PEDRITO

CEDULA DE CULTIVOS ACTUAL

De acuerdo al Diagnóstico realizado en la comunidad y sobre la base de la información de los propios agricultores, actualmente la superficie destinada a la producción agrícola con potencialidad de riego es de aproximadamente 150 has, de las cuales unas 54 has se cultivan a secano y cerca de 1,89 has se riegan precariamente con aguas superficiales del río San Pedrito, mientras que alrededor de 148 has quedan sin riego por falta de agua.

En el cuadro siguiente se presenta la distribución (cédula) de los cultivos por superficie bajo riego actual y bajo condiciones de secano Sin Proyecto.

Cuadro N° 289: Cedula actual de cultivos

Cultivos	Sin Proyecto (has)		Total área cultivada (has)
	Area bajo riego	Area de cultivo a secano	
Maíz grano	1,23	33,77	35,00
Maíz choclo	0,11	2,89	3,00
Papa precoz	0,11	2,89	3,00
Papa verano	0,25	6,75	7,00
Arveja verde	0,21	5,79	6,00
TOTAL	1,89	52,09	54,00
AREA POTENCIAL	150,00	150,00	300,00
AREA DE DESCANSO	148,11	96,00	244,09
AREA DISPONIBLE	148,11	96,00	244,11

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de información obtenida de agricultores de la zona del proyecto.

El calendario de producción de los cultivos agrícolas actualmente practicado en la comunidad de Jarcas, no difiere del resto de las comunidades de la cuenca, tal como se muestra a continuación:



Cuadro N° 290: Calendario productivo actual de los cultivos

Cultivo (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Total
Maíz grano							35,00	35,00	35,00	35,00	35,00		35,00
Maíz choclo			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00						3,00
Papa precoz			3,00	3,00	3,00	3,00							3,00
Papa verano							7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Arveja verde								6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Total	0,00	0,00	6,00	6,00	6,00	6,00	45,00	48,00	48,00	48,00	48,00	13,00	54,00

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto.

El calendario productivo de los cultivos considerados en la cédula de cultivos propuesta para la situación con proyecto, se presenta a continuación en el cuadro 3.

Cuadro N° 291: Calendario productivo actual de los cultivos

Cultivo (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz grano							S				C	
Maíz choclo			S			C	C					
Papa precoz			S			C						
Papa verano							S					C
Arveja verde								S				C

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.
 Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, CR = Corte, B = Brotación.

OFERTA DE AGUA BAJO CONDICIONES SIN PROYECTO

La fuente actual para el riego de las 1,89 has de forma precaria es el río San Pedrito, cuyo volumen total de aporte por escurriendo en la cuenca es de 1376805 m³, este volumen luego de establecer las perdidas y otros factores donde está incluido el caudal ecológico, queda como disponible para el riego 281,200 m³.

Cuadro N° 292: OFERTA DE AGUA SIN PROYECTO

OFERTA DE AGUA BAJO CONDICIONES SIN PROYECTO (m³)

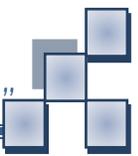
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
4.824,69	2.492,75	2.492,75	1.206,17	1.246,38	39.803,66	164.521,81	291.652,30	293.823,41	452.434,99	107.349,28	14.956,53	1.376.805

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.

CEDULA CULTIVOS BAJO CONDICIONES DEL PROYECTO

La producción de cultivos anuales y frutales, si bien se ha generalizado en la zona del proyecto, aún no cuenta con una tecnología apropiada y de bajo costo que sea accesible a más productores, aunque la producción actual cubre los requerimientos de la población local, es también cierto que la calidad del producto no es del todo competitivo, por lo que la producción necesita algunos ajustes tecnológicos y el mercado explorando otros espacios de comercialización local y externo.

Con la ejecución del proyecto, se logrará alcanzar algunos metas como el de capacitar en la producción bajo riego a los productores capaces de asimilar y adquirir los conocimientos y técnicas abordadas. Por otro lado se han introducido aspectos tecnológicos aunque no de gran innovación más de perfeccionamiento del actual sistema productivo, lo que da como resultado una mayor



predisponibilidad del productor a realizar y ampliar sus actividades productivas en el rubro de frutales y cultivos de buen retorno económico sembrados en pequeñas superficies.

Asimismo se ha visto como un componente importante la organización de los productores y el diseño de un sistema de comercialización sobre la base de datos obtenidos de los principales mercados de la ciudad de Tarija, Santa Cruz y algunos mercados del interior del país, que se constituyen en una herramienta importante para la formulación y planificación de siembras, volúmenes de producción, establecimiento de costos y precios y una efectiva cadena de comercialización que involucre a todas las comunidades productoras.

El brazo operativo será la directiva de los regantes, quienes gestionaran ante las autoridades regionales, departamentales, nacionales e inclusive internacionales, financiamientos y apoyo para proyectos de producción, capacitación, fortalecimiento institucional y asistencia técnica en la producción y otros rubros en los cuales la organización se encuentre involucrada.

Actualmente el productor en las comunidades donde se pretende ejecutar el proyecto, con las reuniones de concertación realizadas, aunque es muy prematuro señalar, existe un cambio de mentalidad y acción en los beneficiarios.

Es predecible que los impactos positivos, se den a partir del segundo o tercer año pudiendo lograrse una consolidación de la producción a partir del quinto año bajo las nuevas enmiendas tecnológicas de producción, conservación, transformación y una efectiva cadena de comercialización con precios justos; todos estos aspectos se efectivizarán si los mecanismos de sostenibilidad y seguimiento de la evolución de la producción y el cambio de mentalidad de los productores, se orienta hacia esas tendencias.

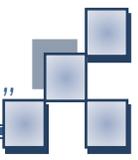
El aporte del proyecto, se traduce fundamentalmente en el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de las familias asentadas en las comunidades beneficiadas, estos aportes cuantitativos y cualitativos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Capacitación en la producción bajo riego y sobre la cédula de cultivos acordado.
- Asegurar la continuidad de las acciones de capacitación y asistencia técnica.
- Mejoramiento y perfeccionamiento de la tecnología de producción bajo riego.
- Mayor conocimiento en el manejo de productos agroquímicos.
- Mayor conciencia de la importancia de los recursos suelo y agua.
- Avance en las acciones de producción en volumen y calidad, así como los sistemas de comercialización, conservación y transformación de los productos.

En resumen los beneficiarios que participen en la ejecución del proyecto, tendrán una relativa pero importante ventaja frente a otros productores que no han logrado ingresar en el proyecto, por otro lado los participantes del proyecto cuentan con experiencia en el desarrollo de trabajos de campo y prácticas adquiridos en procesos de enseñanza.

El aumento sistemático de la producción agrícola y los ingresos, requieren entre otros aspectos, de la adopción y práctica de los siguientes aspectos técnicos.

- La implementación de tecnologías adecuadas o paquetes tecnológicos.
- Aplicación de técnicas orientadas al mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo, rotación de cultivos, mantenimiento de M.O. y niveles adecuados de nutrientes.
- Utilización de técnicas conservacionistas en los terrenos ondulados, como la siembra en curvas de nivel, construcción de terrazas y la intercalación de cultivos anuales con cultivos perennes. Los terrenos de mucha pendiente se deben destinar a la plantación de frutales y especies perennes.
- Solución a problemas socioeconómicos, que dificultan la implementación de tecnologías, como, la disponibilidad de maquinaria, implementos de tracción animal, créditos y mercadeo de productos.



- Diversificación de la producción agrícola por los productores, para reducir la dependencia de un solo cultivo y reducir los riesgos en la producción e ingresos.
- El cultivo de frutales (vid y carozos), es un rubro que está adquiriendo mayor importancia en muchos lugares del Valle Central de Tarija, tanto por iniciativa propia de las familias productoras como impulsado por algunas instituciones desarrollo rural.

Las consideraciones más sobresalientes para establecer la cédula propuesta fueron las siguientes:

- Recopilación de los datos en las reuniones y charlas con los comunarios para establecer los cultivos más importantes tanto a nivel comercial como de autoconsumo.
- Recopilación de la información preliminar del nivel tecnológico, épocas de siembra, épocas de cosecha, rendimientos, superficies aproximadas de siembra, rotaciones, precios y mercados actuales y potenciales.
- Verificación en campo de los cultivos, nivel tecnológico, épocas de siembra, épocas de cosecha, superficies aproximadas de siembra, rotaciones y productividad de los cultivos, mediante encuestas a informantes clave.
- Revisión de estudios e informes que están estrechamente ligados al sistema productivo desarrollado en la zona del proyecto.
- Entrevistas y reuniones con técnicos y personeros de los municipios involucrados, quienes facilitaron información verbal y datos de informes técnicos.
- Una fuente muy importante de información fueron los Diagnósticos Municipales.
- Las épocas de siembra fueron afinadas en base de la información proporcionada por los usuarios y está debidamente consensuada a fin de no tener variaciones considerables.
- Las áreas adoptadas responden a la información brindada por agricultores. Al respecto es muy importante mencionar que una cédula no es estática, sino más bien dinámica, encontrándose años donde las áreas sembradas tienden a aumentar en algunos cultivos y a disminuir en otros o viceversa, esto se debe al comportamiento del mercado y las condiciones de disponibilidad de recursos de productores, asimismo juega un papel importante la rotación de cultivos que recién está tomando importancia en la zona.
- Es importante mencionar que la base de la economía local radica en la producción de cultivos tales como la vid, maíz grano y maíz choclo, tomate, cebolla, papa, hortalizas, pimentón y otros frutales, en ese orden de importancia, por esta razón, el sistema productivo Con proyecto dará mucha importancia a la siembra de estos cultivos.
- Sobre las condiciones técnicas propias de cultivo, existe experiencia en el manejo de los mismos, sin embargo en el proceso de producción Con proyecto, será necesario tomar algunas acciones con el propósito de adecuar el sistema a cambios tecnológicos que se pretenden introducir.

Cuadro Nº 293: CEDULA DE CULTIVO PRESA SAN PEDRITO CON PROYECTO
Cedula de cultivos propuesto Con proyecto para la Presa San Pedrito

Cultivos	Con Proyecto (has)		Total área cultivada (has)
	Area bajo riego	Area de cultivo a secano	
Maíz grano	31,40	3,60	35,00
Maíz choclo	10,77	1,23	12,00
Papa precoz	10,77	1,23	12,00
Papa verano	22,43	2,57	25,00
Arveja verde	11,66	1,34	13,00
Hortalizas menores	4,49	0,51	5,00
Durazno	8,97	1,03	10,00
Vid	8,97	1,03	10,00
Manzana	8,97	1,03	10,00
Alfalfa	4,49	0,51	5,00
TOTAL	122,92	14,08	137,00
AREA POTENCIAL	150,00	150,00	300,00
AREA DE DESCANSO	27,08	135,92	163,00
AREA DISPONIBLE	27,08	135,92	163,00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 294: CEDULA DE CULTIVOS PROPUESTO
Cedula de cultivos propuesto (has)

Cultivos (Has)	INVIERNO						VERANO						Total
	JUN	JUL	AGO	SEP	OC T	NO V	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
Maíz grano						31,40	31,40	31,40	31,40	31,40	31,40		31,40
Maíz choclo			10,77	10,77	10,77	10,77	10,77						10,77
Papa precoz			10,77	10,77	10,77	10,77							10,77
Papa verano							22,43	22,43	22,43	22,43	22,43	22,43	22,43
Arveja verde							11,66	11,66	11,66	11,66	11,66		11,66
Hortalizas							4,49	4,49	4,49				4,49
Durazno			8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97		8,97
Vid	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97					8,97
Manzana	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97				8,97
Alfalfa	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49
Total área cultivada	22,43	22,43	52,94	52,94	52,94	84,31	112,15	92,41	83,44	78,95	78,95	26,92	122,92

Fuente: Elaboración propia



Cuadro Nº 295: CALENDARIO DE CULTIVOS PROPUESTO
Calendario de cultivos propuesto

Cultivos (Has)	INVIERNO						VERANO					
	JUN	JUL	AGO	SEP	OC T	NO V	DIC	ENE	FEB	MA R	AB R	MAY
Maíz grano						S					C	
Maíz choclo			S				C					
Papa precoz			S			C						
Papa verano							S					C
Arveja verde							S				C	
Hortalizas							ST		C			
Durazno			B							C	C	
Vid	B	B						C				
Manzana	B	B							B			
Alfalfa	CR	B	CR	B	CR	B	CR	B	CR	B	CR	B

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.
 Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, CR = Corte, B = Brotación.

OFERTA DE AGUA EN SITUACION CON PROYECTO

La oferta de agua para riego considerando la capacidad máxima de embalse de presa San Pedrito se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 296: OFERTA DE AGUA PARA RIEGO (m3 y Hm3)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
21000	35000	78000	109000	123000	100000	38000	30000	69000	71000	105000	24600	803600
0,021	0,035	0,078	0,109	0,123	0,1	0,038	0,03	0,069	0,071	0,105	0,0246	0,8036

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo

DETERMINACION DEL AREA BAJO RIEGO ÓPTIMO

El área bajo riego óptimo de acuerdo a las normas de elaboración de proyectos de riego, se realiza con la aplicación del Software elaborado por el PRONAR denominado ABRO 3,0 Versión 2. De acuerdo a los resultados obtenidos luego de la aplicación de este instrumento técnico, se puede indicar que la comunidad de San Pedrito tiene un área potencial para irrigación de 150 has, de los cuales se ha programado el uso de 137 has bajo riego óptimo, sin embargo de acuerdo a la oferta de agua de la presa, la superficie regable en forma óptima llega 122, 92 has considerando las dos campañas agrícolas, quedando un saldo de 14,08 has que pueden ser explotados a secano con la eventualidad de poder asignar un riego o dos riegos complementarios o de auxilio en los meses más críticos.

En un futuro del proyecto, como todas las actividades productivas tienden a incrementarse, por lo que seguramente las necesidades de agua para el riego de los cultivos también crecerá, a estos efectos la solución o la alternativa más aconsejable es la implementación de sistema de riego que tiendan al ahorro de agua, lo cual se obtiene con la incorporación de sistema presurizados, en caso de ir paulatinamente implementando sistemas presurizados de riego donde la eficiencia de riego es superior al 80 %, es posible que el área de riego al margen de los 122,92 has, se incrementen en 98,34 has adicionales aproximadamente.



Cuadro Nº 297: AREA BAJO RIEGO OPTIMO



Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios
Viceministerio de Asuntos Agropecuarios y Riego
Dirección General de Servicios Agropecuarios y Riego
Unidad de Agua y Suelos



CALCULO DE AREA BAJO RIEGO OPTIMO

AREA BAJO RIEGO OPTIMO SITUACION CON PROYECTO (PARTE 1)

PROYECTO: PRESA SAN PEDRITO		AREA BAJO RIEGO OPTIMO: 122.92 (ha)											
CULTIVO	Maiz (grano)	Maiz (choc)	Papa (preco)	Papa (tardi)	Arveja (ver)	Lechuga y h	Durazno	Vid	Manzana	Aitalfa	TOTAL		
AREA REAL (ha)	35.00	12.00	12.00	25.00	13.00	5.00	10.00	10.00	10.00	5.00	137.00		
AREA BAJO RIEGO OPTIMO	31.40	10.77	10.77	22.43	11.66	4.49	8.97	8.97	8.97	4.49	122.92		
		AREA NETA (ha)		150.00		FACTOR DE AREA		0.8972		CAPACIDAD MAXIMA (‰)		70.00	

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.

PRESA JARCAS

CEDULA DE CULTIVOS ACTUAL

De acuerdo al Diagnóstico realizado en la comunidad y sobre la base de la información de los propios agricultores, actualmente la superficie destinada a la producción agrícola con potencialidad de riego es de aproximadamente 70 has, de las cuales unas 10 has se cultivan a secano y cerca de 5 has se riegan precariamente, considerando las dos campañas por año, mientras que alrededor de 35 has quedan sin riego por falta de agua.

En el cuadro se muestra la distribución (cédula) de los cultivos por superficie bajo riego actual y bajo condiciones del proyecto.

Cuadro Nº 298: CEDULA ACTUAL DE CULTIVOS PRESA JARCAS

Cultivo	Con Proyecto (ha)		Total área cultivada
	Area bajo riego	Area de cultivo a secano	
Maíz grano	0,79	19,21	20,00
Maíz choclo	0,20	4,80	5,00
Papa precoz	0,40	9,60	10,00
Papa verano	0,60	14,40	15,00
Arveja verde	0,20	4,80	5,00
Hortalizas menores	0,08	1,92	2,00
TOTAL	2,26	54,74	57,00
AREA POTENCIAL	60,00	60,00	120,00
AREA EN DESCANSO	57,74	5,26	63,00
AREA DISPONIBLE	57,74	5,26	63,00

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de información obtenida de agricultores de la zona del proyecto.

La distribución de áreas de riego por mes y cultivo de la situación actual Sin Proyecto, se presenta en el cuadro 299.

Cuadro Nº 299: Calendario productivo actual de los cultivos

Cultivo (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Total
Maíz grano							20,00	20,00	20,00	20,00	20,00		20,00
Maíz choclo			5,00	5,00	5,00	5,00							5,00
Papa precoz			10,00	10,00	10,00	10,00							10,00
Papa verano							15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Arveja verde								5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Hort. menores								2,00	2,00	2,00			2,00
Total cultivadas			15,00	15,00	15,00	15,00	35,00	42,00	42,00	42,00	40,00	20,00	57,00

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto.

El calendario productivo de los cultivos considerados en la cédula de cultivos para la situación Sin Proyecto, actualmente practicado en la comunidad de Jarcas, no difiere del resto de las comunidades de la cuenca, tal como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro Nº 300: Cuadro Calendario productivo actual de los cultivos

Cultivo (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz grano							S				C	
Maíz choclo			S			C						
Papa precoz			S			C						
Papa verano							S					C
Arveja verde			S			C			S			C
Hort. menores								ST		C		

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.

Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, CR = Corte, B = Brotación.

OFERTA DE AGUA EN SITUACION SIN PROYECTO

La fuente actual para el riego de las 5 has de forma precaria es el río Jarcas, cuyo volumen total de aporte por escurriendo en la cuenca es de 2727.002 m³, sin embargo 1200000 m³ son trasvasados a la presa Rumicancha, considerando perdidas y otros factores, se tiene como oferta disponible 101000 m³.

Cuadro Nº 301: OFERTA DE AGUA EN CONDICIONES SIN PROYECTO (m³)
OFERTA DE AGUA EN CONDICIONES SIN PROYECTO (m³)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
9.560,28	4.939,48	4.939,48	1.206,17	2.469,74	78.872,32	326.005,58	577.918,98	582.221,11	896.515,35	212.716,25	29.636,87	2.727.002

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto



CEDULA DE CULTIVOS BAJO CONDICIONES DEL PROYECTO

De acuerdo al diagnóstico realizado en la comunidad y la consensuación con los agricultores y los levantamientos topográficos, la superficie destinada a la producción agrícola con potencialidad de riego en base a la capacidad de regulación de la fuente, es de aproximadamente 60 has.

Dentro del perímetro específico potencial de tierras a ser incorporadas bajo riego, existe un solo sistema de micro riego construido y financiado por FPS que ya se encuentra en operación, el cual, una vez implementado la presa Jarcas este sistema formará parte de todo el sistema Sella - Rumicancha.

Las 2,26 has que se riegan precariamente en la actualidad en las laderas y márgenes del río Jarcas, considerando solo la campaña de invierno y 54,74 has a secano que también se ubican en las áreas contiguas de la presa, están destinados principalmente a la siembra de cultivos anuales como el maíz, papa, arveja y algunos árboles frutales que se realizan en pequeños huertos familiares, la producción de estas áreas son destinadas en mayoría al autoconsumo por lo que no está considerado como un factor de evaluación para el proyecto Sella – Rumicancha.

Sobre la base de las anteriores consideraciones, se ha elaborado el planteamiento de la cedula de cultivos bajo condiciones Con Proyecto, que se presenta en los siguientes cuadros:

Cuadro Nº 302: CEDULA ACTUAL DE CULTIVOS PRESA JARCAS

Cultivo	Con Proyecto (ha)		Total área cultivada
	Área bajo riego	Área de cultivo a secano	
Maíz grano	18,3	1,70	20,00
Maíz choclo	4,57	0,43	5,00
Papa precoz	9,15	0,85	10,00
Papa verano	13,72	1,28	15,00
Arveja verde	4,57	0,43	5,00
Hortalizas menores	1,83	0,17	2,00
TOTAL	52,15	4,85	57,00
AREA POTENCIAL	60,00	60,00	120,00
AREA EN DESCANSO	7,85	55,15	63,00
AREA DISPONIBLE	7,85	55,15	63,00

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto

Cuadro Nº 303: CEDULA DE CULTIVOS PROPUESTO

Cultivos (Has)	INVIERNO						VERANO						Total
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
Maíz grano						18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30		18,30
Maíz choclo			4,57	4,57	4,57	4,57	4,57						4,57
Papa precoz			9,15	9,15	9,15	9,15							9,15
Papa verano							13,72	13,72	13,72	13,72	13,72	13,72	13,72
Arveja verde								4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57
Hort. menores							1,83	1,83	1,83				1,83
Total área cultivada			13,72	13,72	13,72	32,02	38,42	38,42	38,42	36,59	36,59	18,29	52,15

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto



Cuadro Nº 304: Calendario de cultivos propuesto

Cultivos (Has)	INVIERNO						VERANO					
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz grano						S						C
Maíz choclo			S				C					
Papa temprana			S			C						
Papa tardía							S					C
Arveja verde								S			C	
Hort. menores							ST		C			

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.

Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, CR = Corte, B = Brotación.

OFERTA DE AGUA EN SITUACION CON PROYECTO

La fuente de agua para riego una vez implementado el proyecto, será la presa Jarcas, el cual permitirá una oferta total de agua de 234757,00 m3, que se considera suficiente para el riego de 52,15 has en las dos campañas agrícolas.

**Cuadro Nº 305: OFERTA DE AGUA EN CONDICIONES SIN PROYECTO (m3)
OFERTA DE AGUA EN CONDICIONES SIN PROYECTO (m3)**

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
0,00	0,00	8877,00	23410,00	36983,00	19793,00	5798,00	7975,00	32793,00	34327,00	52793,00	12008,00	234757,00

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto

DETERMINACION DEL AREA BAJO RIEGO ÓPTIMO

El área bajo riego optimo según los resultados del ABRO 3.0 Versión 2, indica que la comunidad de Jarcas tiene un área potencial para irrigación de 60 has, y puede incorporar a la explotación bajo riego optimo 52,15 has considerando las dos campañas agrícolas. La superficie restante de 4,85 has se explotarán a secano con la eventualidad de poder asignar un riego o dos riegos complementarios o de auxilio en los meses más críticos.

**Cuadro Nº 306: AREA BAJO RIEGO ÓPTIMO
CALCULO DE AREA BAJO RIEGO OPTIMO
AREA BAJO RIEGO OPTIMO SITUACION CON PROYECTO (PARTE 1)**

PROYECTO: PRESA JARCAS		AREA BAJO RIEGO OPTIMO: 52.15 (ha)						
CULTIVO	Maíz (grano)	Maíz (choclo)	Papa (precoz)	Papa (tardía)	Arveja (verde)	Lechuga y hortaliza	TOTAL	
AREA REAL (ha)	20.00	5.00	10.00	15.00	5.00	2.00	57.00	
AREA BAJO RIEGO OPTIMO	18.30	4.57	9.15	13.72	4.57	1.83	52.15	
	AREA NETA (ha)	60.00						
	FACTOR DE AREA	0.9148						
	CAPACIDAD MAXIMA (l/s)	60.00						

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3,0 versión 2.



DETERMINACION DE AREAS POTENCIALMENTE REGABLES CON PROYECTO

Cuadro N° 307: AREA INCREMENTAL DEL PROYECTO

FUENTE	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	AREA INCREMENTAL
Presa Rumicancha	61,76	2424,65	2362,89
Presa San Pedrito	1,89	122,92	121,03
Presa Jarcas	2,26	52,15	49,89
TOTAL	65,91	2599,72	2533,81

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de información obtenida de la operación de las presa y el ABRO 3, versión 2,0.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los parámetros determinados en el estudio permiten concluir que los aspectos sociales, económicos, técnicos y ambientales justifican la factibilidad del proyecto, por lo que se recomienda su ejecución.

- El proyecto de modo general responde adecuadamente a los criterios económicos y financieros; asimismo, responde a los criterios socio - económicos porque permitirá generar actividad económica importante en las comunidades de la Cuenca del rio Sella y las sub cuencas involucradas, así como a inmigrantes temporales para el sistema de producción agrícola prevista, a más de asegurar la subsistencia y el acceso al mercado.
- Los efectos socio - culturales también se verán favorecidos puesto que los beneficiarios a través de eventos de capacitación sobre técnicas adecuadas para el desarrollo agrícola, estarán en condiciones de mejorar su organización y la participación en el desarrollo productivo de la zona, y mejorar la productividad de la actividad agrícola.
- La gestión y organización de los usuarios del sistema de riego a crearse, mejorará sustancialmente también a través de la capacitación, lográndose optimizar el uso del agua y del suelo y realizar los mantenimientos establecidos para el sistema de riego oportunamente, de modo que las obras hidráulicas tengan una duración igual o mayor al número de años del horizonte considerado para el proyecto.
- Por último el proyecto responde favorablemente a los criterios medio ambientales, puesto que la infraestructura de regulación mediante una presa no tiene efectos desfavorables en las condiciones ambientales, y en la gestión del sistema no se tendrán impactos adversos de ninguna índole (en razón de que la calidad de las aguas no presenta riesgos en su uso, y con la capacitación se podrá hacer un uso racional del suelo y el agua).

En concordancia con la política de manejo de agua óptimo de la Gobernación del Departamento de Tarija, mediante su Secretaria de Medio Ambiente y Agua, es que no sólo es de propender a la concientización de la población en el uso racional del agua, sino introducir tecnologías accesible en la uso óptimo del agua en la producción agrícola, que signifique a un mediano plazo un ahorro importante del agua y que de esta manera se pueda democratizar y ampliar el acceso al riego a zona y productores que en la actualidad se hace muy difícil. Bajo esta premiso el equipo técnico de la Consultora CASEPAS, ha considerado que en un mediano a largo plazo, la iniciativa y emprendimiento de la Gobernación será una realidad por que a medida que pasa el tiempo las condiciones de disponibilidad de agua son cada vez más reducidas y las necesidades de las poblaciones constantemente en crecimiento son cada vez mayores, esta situación en algún momento obligara a los productores, introducir en sus sistemas productivos tecnologías de economía de agua tales como riego presurizado, riego por aspersión, goteo y otros que buscan economizar el uso del agua. Bajo estas condiciones aunque en el Valle Central de Tarija no se cuenta con bastante experiencia, ya existen sistemas con tecnología presurizado en el Proyecto San Jacinto y viñedos la Cabaña, donde se han reportado eficiencia globales de 85%.

Esta situación implica que de alguna manera y mejor aún si la Gobernación propicia la implementación de parcelas demostrativos o pilotos para irradiar el uso generalizado de estas tecnologías, en este



escenario futuro las eficiencias planteadas actualmente que darán muy reducidas por lo que será necesario actualizaciones y reformulaciones, a los fines de adecuarlos aunque de manera muy conservadora, se ha pensado que las eficiencias planteadas en un escenario mixto de sistemas de riego, porque también es cierto que no todos los agricultores estarán en posibilidades de implementar sistemas presurizados.

En el sistema de riego Rumicancha, si se considera la introducción de tecnología más avanzada en el uso del agua, tal como se ha señalado anteriormente, por medio de sistema presurizados donde las eficiencias logradas se encuentran por encima de los 80 %, bajo esta óptica es muy probable que la superficie regable con proyecto, tomando en cuenta el sistema convencional de 2424,65 has bajo el sistema de riego por aspersión, goteo u otro que corresponda a la tecnología de riego presurizado, el área de riego fácilmente puede llegar aproximadamente a 1939 has adicionales.

En el sistema de riego San Pedrito de manera similar que en Rumicancha, en un futuro del proyecto, como todas las actividades productivas tienden a incrementarse, por lo que seguramente las necesidades de agua para el riego de los cultivos también crecerá, a estos efectos la solución o la alternativa más aconsejable es la implementación de sistema de riego que tiendan al ahorro de agua, lo cual se obtiene con la incorporación de sistema presurizados, en caso de ir paulatinamente implementando sistemas presurizados de riego donde la eficiencia de riego es superior al 80 %, es posible que el área de riego al margen de los 122,92 has, se incrementen en 98 has adicionales aproximadamente.

Cabe aclarar que los cálculos o propuesta de distribución es tomando en cuenta las eficiencias y el sistema convencional de riego por gravedad, este escenario, donde se supone que los usuarios no tendrán problemas en obtener los parámetros planteados, sin embargo el sistema plantea una gradual especialización de los regantes hasta asumir iniciativas de introducción de sistemas tecnificados de riego como el riego presurizado, esto en el entendido de que estos sistemas aparte de economizar el agua favorece enormemente a la producción y el manejo del cultivo, aunque los costos iniciales son relativamente alto, pero la vida útil de los equipos y la eficiencia lograda compensan ampliamente las inversiones.

Por otro lado los sistemas tecnificados de riego implican algunas consideraciones positivas para la operación del sistema de riego.

- En principio la economía de agua si se logra eficiencias altas como es el caso del riego tecnificado significa un ahorro de agua aproximado en un 30 %, lo que en definitiva permite la ampliación del área de riego a otras zonas donde exista demanda, así como la implementación de áreas de riego en partes altas mediante sistema de bombeo.
- Un segundo aspecto repercute en la operación de la presa, que de acuerdo a las eficiencias logradas y la economía de agua alcanzada, es posible la reducción del tiempo de operación de desfogue u operación de la presa de 24 horas a 18 horas.
- Un tercer aspecto implica necesariamente en el incremento de la productividad y la producción, además de la calidad del producto, por otro lado los costos de producción serán menos por el hecho de que los riegos tecnificados reducen la incidencia de malezas, plagas y enfermedades, y mayor conservación de los suelos reduciendo al mínimo los efectos de la erosión por caudales erosivos utilizados en los sistemas convencionales de riego por surcos. Lavado de los suelos y sobre todo mayor infiltración para el aprovechamiento del cultivo.

Los resultados obtenidos para el caso de la presa Rumicancha, en la situación actual (sin proyecto) se riegan cerca de 61,76 hectáreas bajo riego óptimo. Con las obras proyectadas donde se regula el recurso hídrico, se espera regar 2424,65 hectáreas en dos campañas, lo que en última instancia determina un incremento de 2362,89 hectáreas, superando totalmente los problemas de falta de riego actual.

En el caso de la comunidad de San Pedro de Buena Vista que tiene un área potencial para irrigación de 150 has, de los cuales se ha programado el uso de 137 has bajo riego óptimo, sin embargo de acuerdo a la oferta de agua de la presa la superficie regable en forma óptima llega 122,92 has

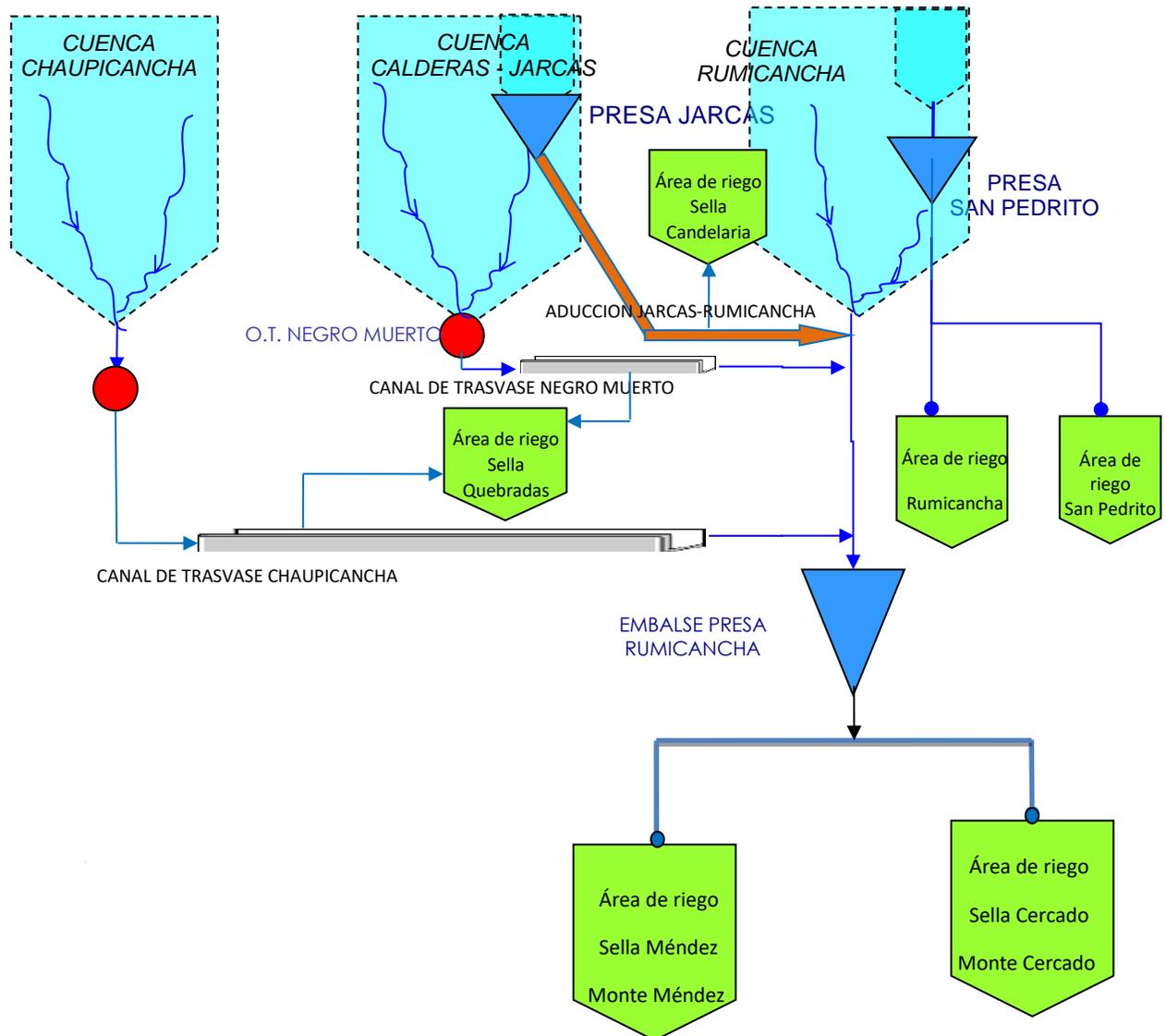


considerando las dos campañas agrícolas, quedando un saldo de 14,08 has que pueden ser explotados a secano con la eventualidad de poder asignar un riego o dos riegos complementarios o de auxilio en los meses más críticos.

Finalmente el Sector de Jarcas que corresponde a la comunidad de Sella Candelaria tiene un área potencial para irrigación de 60 has, y puede incorporar a la explotación bajo riego óptimo 52,15 has considerando las dos campañas agrícolas. La superficie restante de 4,85 has se explotarán a secano con la eventualidad de poder asignar un riego o dos riegos complementarios o de auxilio en los meses más críticos.

De manera global la superficie regable óptimamente Con Proyecto es de 2599,72 has de los cuales actualmente se riegan 65,91 has, quedando en definitiva como área incremental de riego en 2533,81 has.

Gráfico N° 64: ESQUEMA DEL DISEÑO DE LA ALTERNATIVA TESA



En base al esquema se presenta la oferta de agua de todas las fuentes que abastecen al sistema propuesto:



Cuadro N° 308: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LA QUEBRADA CHAUPICANCHA

Mes	Coef. Distribución	Caudal medio [lts/seg]	Aporte medio [m³]	Aporte medio [mm]
Octubre	0,01	3,98	10.654,40	0,18
Noviembre	0,33	131,27	340.253,48	5,65
Diciembre	1,32	525,08	1.406.381,06	23,37
Enero	2,34	930,83	2.493.130,07	41,43
Febrero	2,61	1.038,23	2.511.689,35	41,74
Marzo	3,63	1.443,98	3.867.547,93	64,27
Abril	0,89	354,03	917.653,33	15,25
Mayo	0,12	47,73	127.852,82	2,12
Junio	0,04	15,91	41.242,85	0,69
Julio	0,02	7,96	21.308,80	0,35
Agosto	0,02	7,96	21.308,80	0,35
Septiembre	0,01	3,98	10.310,71	0,17
Suma	11,34	4.510,94	11.769.333,62	195,57
Promedio		375,91	980.777,802	16,297

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Pero se pretende trasvasar agua solamente en los 4 meses de máxima oferta un caudal de 450 l/s. como se detalla a continuación:

Cuadro N° 309: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LOS TRASVASES

Mes	Q trasvase	VOLUMENES DE TRASVASE
Diciembre	450	1.205.280,00
Enero	450	1.205.280,00
Febrero	450	1.088.640,00
Marzo	450	1.205.280,00
		4.704.480,00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Cuadro Nº 310: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LA QUEBRADA NEGRO MUERTO

Mes	Coef. Distribución	Caudal medio [lts/seg]	Aporte medio [m³]	Aporte medio [mm]
Octubre	0,01	1,67	4.470,32	0,18
Noviembre	0,33	55,08	142.761,72	5,65
Diciembre	1,32	220,31	590.081,79	23,37
Enero	2,34	390,55	1.046.054,08	41,43
Febrero	2,61	435,62	1.053.841,08	41,74
Marzo	3,63	605,86	1.622.724,91	64,27
Abril	0,89	148,54	385.024,04	15,25
Mayo	0,12	20,03	53.643,80	2,12
Junio	0,04	6,68	17.304,45	0,69
Julio	0,02	3,34	8.940,63	0,35
Agosto	0,02	3,34	8.940,63	0,35
Septiembre	0,01	1,67	4.326,11	0,17
Suma	11,34	1.892,67	4.938.113,56	195,57
Promedio		157,72	411.509,463	16,297

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De la misma manera se propone un segundo trasvase a realizarse de la quebrada Negro muerto donde se trasvasará agua hacia el embalse Rumicancha en los meses de máxima oferta:

Cuadro Nº 311: CAUDALES DE TRASVASES

Mes	Q trasvase	VOLUMENES DE TRASVASE
Enero	350	937.440,00
Febrero	350	846.720,00
Marzo	350	937.440,00
		2.721.600,00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Cuadro Nº 312: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LA QUEBRADA JARCAS

Mes	Coef. Distribución	Caudal medio [lts/seg]	Aporte medio [m ³]	Aporte medio [mm]
Octubre	0,01	0,92	2.469,74	0,18
Noviembre	0,33	30,43	78.872,32	5,65
Diciembre	1,32	121,72	326.005,58	23,37
Enero	2,34	215,77	577.918,98	41,43
Febrero	2,61	240,67	582.221,11	41,74
Marzo	3,63	334,72	896.515,35	64,27
Abril	0,89	82,07	212.716,25	15,25
Mayo	0,12	11,07	29.636,87	2,12
Junio	0,04	3,69	9.560,28	0,69
Julio	0,02	1,84	4.939,48	0,35
Agosto	0,02	1,84	4.939,48	0,35
Septiembre	0,01	0,47	1.206,17	0,09
Suma	11,34	1.045,20	2.727.001,61	195,48
Promedio		87,10	227.250,134	16,290

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro Nº 313: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LA QUEBRADA SAN PEDRITO

Mes	Coef. Distribución	Caudal medio [lts/seg]	Aporte medio [m ³]	Aporte medio [mm]
Octubre	0,01	0,47	1.246,38	0,18
Noviembre	0,33	15,36	39.803,66	5,65
Diciembre	1,32	61,43	164.521,81	23,37
Enero	2,34	108,89	291.652,30	41,43
Febrero	2,61	121,45	293.823,41	41,74
Marzo	3,63	168,92	452.434,99	64,27
Abril	0,89	41,42	107.349,28	15,25
Mayo	0,12	5,58	14.956,53	2,12
Junio	0,04	1,86	4.824,69	0,69
Julio	0,02	0,93	2.492,75	0,35
Agosto	0,02	0,93	2.492,75	0,35
Septiembre	0,01	0,47	1.206,17	0,17
Suma	11,34	527,70	1.376.804,73	195,57
Promedio		43,98	114.733,728	16,297

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Cuadro N° 314: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO RUMICANCHA**

Mes	Coef. Distribución	Caudal medio [lts/seg]	Aporte medio [m³]	Aporte medio [mm]
Octubre	0,01	1,91	5.123,60	0,18
Noviembre	0,33	63,13	163.624,72	5,65
Diciembre	1,32	252,51	676.315,52	23,37
Enero	2,34	447,63	1.198.922,97	41,43
Febrero	2,61	499,28	1.207.847,95	41,74
Marzo	3,63	694,40	1.859.867,68	64,27
Abril	0,89	170,25	441.290,92	15,25
Mayo	0,12	22,96	61.483,23	2,12
Junio	0,04	7,65	19.833,30	0,69
Julio	0,02	3,83	10.247,20	0,35
Agosto	0,02	3,83	10.247,20	0,35
Septiembre	0,01	1,91	4.958,32	0,17
Suma	11,34	2.169,27	5.659.762,63	195,57
Promedio		180,77	471.646,886	16,297

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

OFERTA MENSUAL DE AGUA DE LAS FUENTES PREVISTAS

De acuerdo a los valores del caudal base del río Rumicancha y los valores del almacenamiento de la presa Rumicancha y Jarcas, los dos trasvases, se han determinado los caudales medios de oferta de agua, cuyo resumen de los cálculos de caudales medios mensuales, se presenta en el cuadro:

Cuadro N° 315: OFERTA MENSUAL DE AGUA EN (m3/s)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Q medio(l/s) Rio Rumicancha	7,65	3,83	3,83	1,91	1,91	63,13	252,51	447,63	499,28	694,40	170,25	22,96
Q medio (l/s) Presas Jarcas y Rumicancha	69,71	66,50	561,00	1080,05	1116,38	354,47	0,00	0,00	0,00	0,00	449,28	158,25
Q medio (l/s) Trasvase Negro Muerto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	350,00	350,00	350,00	0,00	0,00
Q medio (l/s) Trasvase Chupicancha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450,00	450,00	450,00	450,00	0,00	0,00
Q 75% (m³/s)	2.83	2.17	1.84	0.64	0.24	0.24	0.21	0.17	0.13	0.49	1.27	2.33

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOBRE LA BASE DE LAS MEDICIONES Y REGISTROS EXISTENTES.

En situación con proyecto y bajo características de regulación de la presa, la oferta de agua mensual se encontrará limitada únicamente por la capacidad máxima de conducción de las líneas de conducción. También se garantiza la provisión de un caudal continuo, base del río Sella y su aportantes de 50 l/s.

2.4.1.3 DEMANDA INSATISFECHA Y OFERTA CUBIERTA POR EL PROYECTO

La quebrada San Pedrito, Jarcas y Rumicancha son de flujo estacional, se presentan caudales en el rango de los 100 a los 700 l/s, en los meses de enero a marzo y en abril estos reducen considerablemente, en algunos años según los pobladores de la zona, no existe caudal en estiaje.

Debido a esta marcada diferencia entre un corto periodo de lluvia donde la quebrada presenta caudal superficial y crecidas considerables, y una época de estiaje de aproximadamente 8 meses, los cultivos sufren deficiencia de agua la cual no es suplida con riego complementario.



Con la implementación de una obra de almacenamiento esta demanda insatisfecha será suplida, además permitirá la implementación de cultivos más rentables como ser la vid y los frutales. Además esta obra tiene un alto valor social, debido a que aquellas personas que serán afectadas con la inundación de la presa Rumicancha serán beneficiados con agua de la presa San Pedrito, ya que el área de influencia del proyecto no solo es a la comunidad de San Pedro de Buena Vista sino también se extiende hasta las tierras aledañas al vaso de almacenamiento de la presa Rumicancha.

2.4.2 TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

2.4.2.1 ESTUDIO DE TAMAÑO DEL PROYECTO

La determinación del tamaño del proyecto corresponde a las comunidades que comprenden la subcuenca del río Guadalquivir.

Cuadro Nº 316: COMUNIDADES BENEFICIARIAS

Provincia	Municipio	Comunidad	Nº familias
CERCADO	TARIJA	Sella Cercado	156
CERCADO	TARIJA	Monte Cercado	113
CERCADO	TARIJA	Sella Candelaria	35
CERCADO	TARIJA	Rumicancha	33
CERCADO	TARIJA	San Pedro de Buena Vista	114
CERCADO	TARIJA	Sella Quebradas	103
MENDEZ	SAN LORENZO	Sella Méndez	182
MENDEZ	SAN LORENZO	Monte Méndez	103
Total			839

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4.2.2 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La decisión de Localización es una de las más importantes en el proceso de elaboración de un proyecto de inversión. Tiene una incidencia directa en los flujos de ingresos y egresos y por ende en la evaluación.

La importancia de la selección apropiada reside en las características de decisión de largo plazo con carácter permanente de difícil y costosa alteración.

2.4.2.2.1 ANÁLISIS DE UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Encontrar la mejor localización reduce el problema a un aspecto de ganancias máximas, sin embargo el problema no es puramente económico deben considerarse factores técnicos, legales, impositivos, sociales y espaciales.

De igual forma es necesario observar las variables subjetivas no cuantificables que evidentemente afectarán la decisión por ejemplo las motivaciones personales de los beneficiarios, disponibilidad de terrenos en cuestión.

Otra variable de este tipo es la localización de otros proyectos similares en la zona.

Independiente de lo anterior existen dos etapas necesarias:

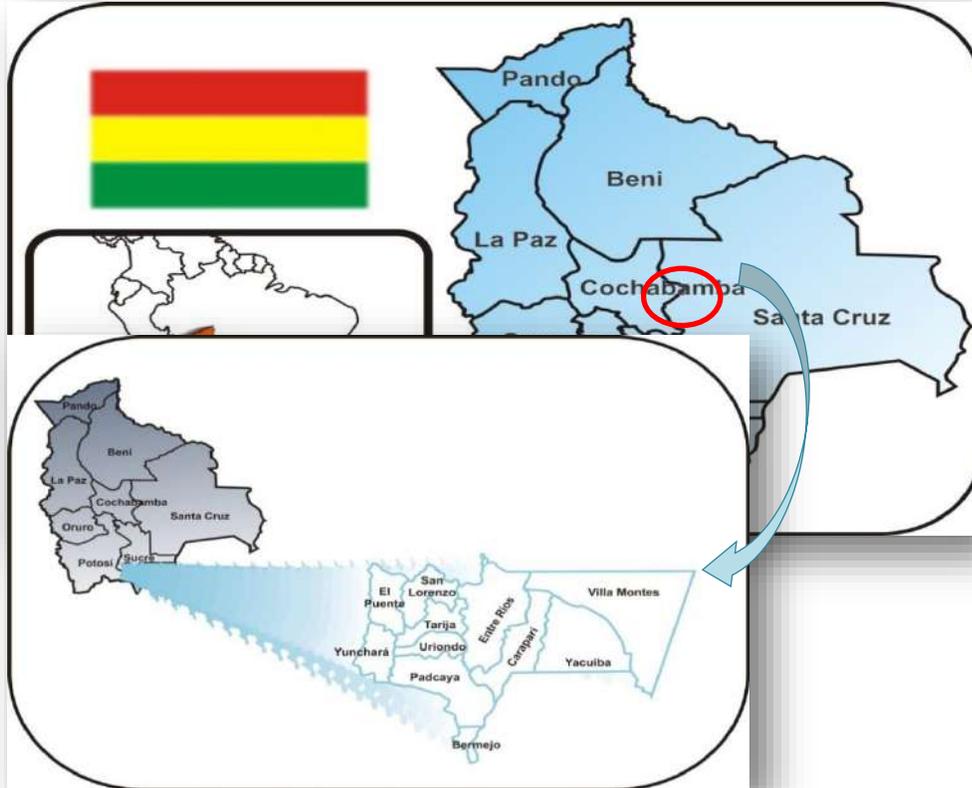
- 1) Macrolocalización para definir la macro zona
- 2) Microlocalización en la zona definida por la macro localización.

2.4.2.2.2 MACROLOCALIZACIÓN



El proyecto "Construcción Presa Sella - Rumicancha", estará localizado en la Provincia Cercado y Méndez del Departamento de Tarija, más precisamente en la Cuenca del Guadalquivir. Para tal efecto se tomaron en cuenta factores sociales o de política que fueron importantes en la definición de la macrolocalización pero no son relevantes en la microlocalización.

Gráfico Nº 65: MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Teóricamente, las alternativas de ubicación de un proyecto son infinitas. Pero en términos prácticos, la selección se realiza entre un número reducido de opciones debido a que restricciones propias del proyecto descartan muchas de ellas.

En el caso particular del Proyecto "Construcción de la Presa Sella - Rumicancha", su macrolocalización se definió en función a las necesidades de este tipo de apoyo a la producción, tomando en cuenta la población, el número de familias, POA del municipio que incluyen este tipo de proyectos en función a sus necesidades.

La macrolocalización permite eliminar en el estudio zonas geográficas que no cumplen con las necesidades de proyecto. Debe tenerse presente que la microlocalización no corrige errores en los que puede haberse incurrido en la macrolocalización, solo se seleccionará la mejor alternativa dentro de la macro zona elegida.

2.4.2.2.3 MICROLOCALIZACIÓN

Para un mejor estudio de la localización del proyecto se realiza la respectiva microlocalización, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados.

El área del proyecto se encuentra en las Comunidades de Sella Candelaria, Sella Quebradas, Sella Cercado, Monte Cercado, San Pedro de Buena Vista y Rumicancha del Municipio de Tarija, Sella Méndez, Monte Méndez del Municipio de San Lorenzo, de las Provincias Cercado y Méndez del Departamento de Tarija, del Estado Plurinacional de Bolivia.



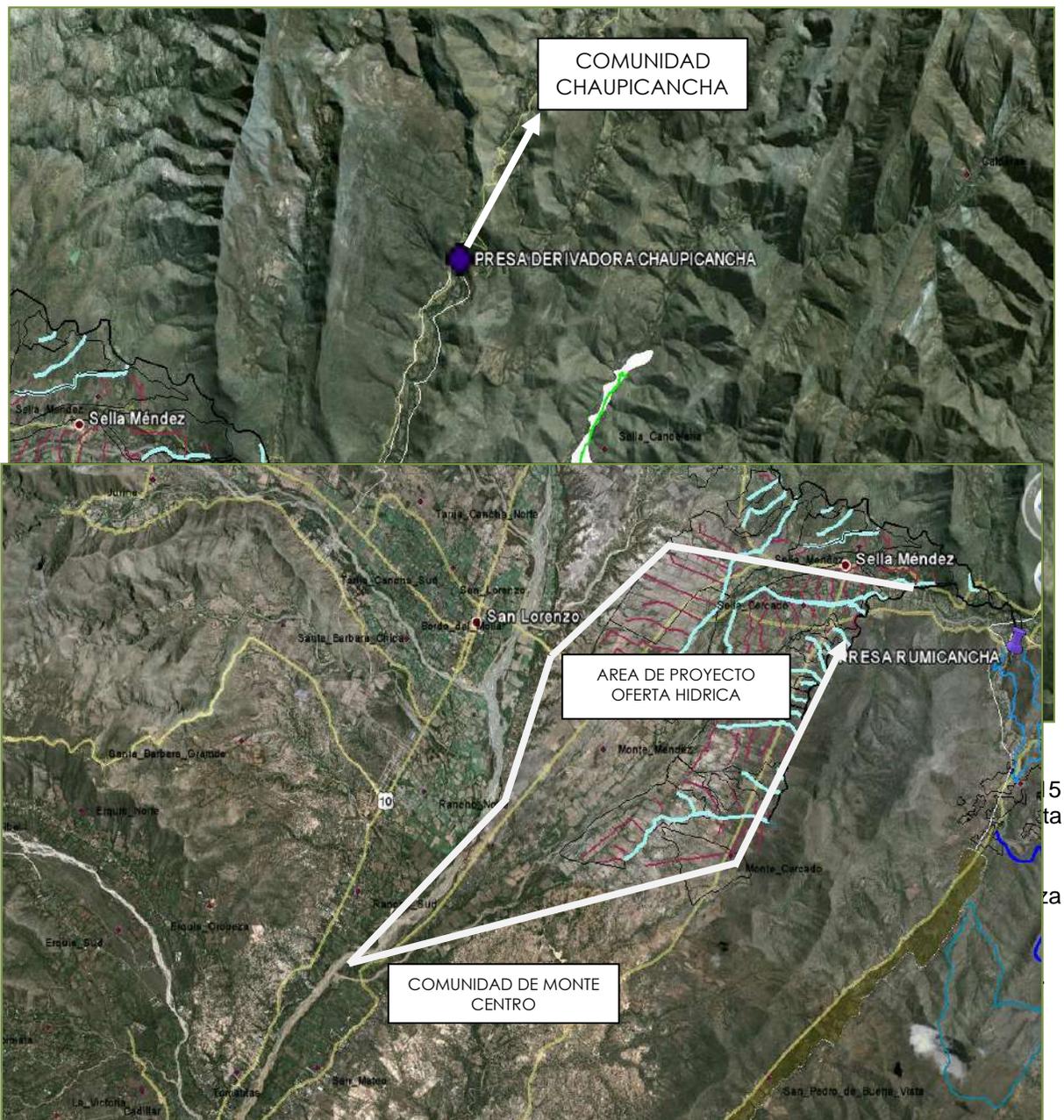
Geográficamente la zona del proyecto, donde se ubicará la presa Rumicancha, se encuentra entre las siguientes coordenadas 21°23' de latitud sur, y 64°40' de longitud oeste, a una altitud aproximada promedio de 2.173 m.s.n.m.

La zona donde se ubicará la presa Jarcas se encuentra entre las siguientes coordenadas 21°22'30" de latitud sur, y 64°38' de longitud oeste, a una altitud de 2.336 m.s.n.m.

La zona donde se ubicará la presa San Pedrito se encuentra entre las siguientes coordenadas 21°26' de latitud sur y 64°38'30" de longitud oeste, a una altitud aproximada promedio de 2.373 m.s.n.m.

En el gráfico siguiente, se presenta la ubicación en forma macro del área del proyecto.

Gráfico N° 66: MICROLOCALIZACIÓN AÉREA DEL PROYECTO (CHAUPICANCHA)





Tarija – Sella Cercado	17	28	Camino asfaltado (buen estado)
Sella Cercado – Rumicancha	5	15	Camino vecinal
Sella Cercado – Sella Candelaria	9	20	Camino vecinal
Tarija – Monte Cercado	7	20	Camino vecinal
Sella Candelaria – Presa de Jarcas	2.5	60	No existe acceso
San Pedro – Represa de San Pedrito	5.5	105	No existe acceso

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Características de la Cuenca de aprovechamiento

El área del proyecto hidrográficamente está ubicada dentro del área de influencia de la cuenca Alta del Río Guadalquivir, en la subcuenca del Río Sella y sus tributarios ríos: Rumicancha, Calderas, Jarcas y Chaupicancha.

Como resumen podemos señalar que los factores más significativos que determinaron la localización del proyecto son los siguientes:

- El área del proyecto descrito cuenta con un perímetro de riego de 2600 hectáreas con suelos tipo 2, tipo 3 y tipo 4 aptos para riego.
- Las cuencas intervenidas por el proyecto permiten regular un volumen anual de 14,11 Hm³ de agua para riego.
- El área del proyecto cuenta con 839 familias agricultoras con tenencia de la tierra y que viven en el área del proyecto.
- Lo más importante las comunidades involucradas en el proyecto, solicitan la implementación del proyecto desde la década de los 80.
- El área del proyecto se encuentra a 15 Km de Tarija y se comunica por una vía camineras asfaltadas con la ciudad capital, a partir de Tarija existen carreteras construidas y en proceso de construcción que permiten el tráfico de mercaderías a los principales mercados del país incluso para exportación.
- Existe demanda para la producción agrícola del proyecto en el mercado Local y Nacional, que en el caso de la uva (principal producto) permitirá reducir las actuales importaciones.

El paisaje en general corresponde a una región montañosa interceptada por depresiones de los valles principales. Se distinguen dos zonas morfológicas, una conformada por serranías y otra por valles. La zona montañosa presenta procesos de meteorización física produciendo material clástico de diversos tamaños, que son transportados por las corrientes fluviales y depositados en el valles de Sella, dando origen a la formación de terrazas aluviales.

La secuencia estratigráfica se encuentra representada por rocas sedimentarias pertenecientes a los sistemas ordovícico y siluriano, como también por sedimentos superficiales no consolidados, pertenecientes al sistema cuaternario.

Vegetación y Flora: El paisaje vegetal del área de estudio, se encuentra fuertemente determinado por la actividad antrópica que se desarrolla en éste, la cual a su vez está limitada por la disponibilidad de terrenos para la agricultura y ganadería. De acuerdo con esto, tres formaciones vegetales fueron identificadas:

Zonas de ocupación antrópica, pastizales de postcultivo y Matorrales.

Las especies más comunes se destacan la presencia de *Acasi caven* (Churqui), *Shinus molle* (Molle), *Acacia visco* (Jarca), Tarco, *Geoffreadicorticans*(Chañar), (Taco), *Acacia alpataco* (Alpataco), Paja, *Baccharissp*(Thola). Además se registro hierbas como Paico, *Diatenopterixsorbifolia*(Suiquillo), Berben, Cana yuyo, Chiri, Chillca, *Cestrumparqu*(Hediondilla), Carallanata, *Licumcestruides*(Sisico), *Altamisquiemargitans*(Atamisqui) y *paspalumsp*(pasto nativo).



Cuadro N° 318: VEGETACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE	PRINCIPALES PLANTAS SILVESTRES	PRINCIPALES ANIMALES SILVESTRES
<ul style="list-style-type: none"> ▫ Molle ▫ Algarrobo ▫ Tusca 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Churqui ▫ Keuña ▫ Tola ▫ Aliso ▫ Tusca ▫ Taco 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Viscacha ▫ Puma ▫ Zorro ▫ Chancho ▫ Urina ▫ Perdiz ▫ Paloma

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Ocupación Antrópica: Esta formación vegetal se caracteriza por el alto grado de transformación, respecto de las formaciones originales, que han sido objeto por el ser humano. Las unidades que componen esta formación se desarrollan en las laderas de los cerros y pequeñas terrazas del lecho del Río Sella y sobre ellas se lleva a cabo actividad agrícola especialmente con cultivos a secano. En la cuenca aguas arriba del sitio de cierre no hay viviendas.

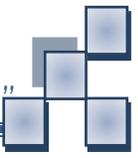
La vegetación está dominada por un estrato herbácea que varía de poco densa (20 – 50% de cubrimiento) a medianamente densa (50 – 60%) la cual es acompañada por árboles muy escasos (1 – 3%) principalmente Molle o churquis y queñuas. Las especies dominantes del estrato herbáceas son muy variables, correspondiendo en ciertos puntos a pastizales o especies de postcultivo.

La ubicación espacial de las unidades que componen esta formación vegetal es dispersa, y su fisonomía corresponde a una pradera con densidades variables de clara (20 – 50%) a poco densa (50 – 60%) dominada por especies de postcultivo como Suiquillo, cana yuyo y pasto nativo. A esta matriz herbácea se le suma un estrato arbórea muy escasa (1 – 3%) de Molle y churqui.

Gráfico N° 68: VISTA AGUAS ABAJO DEL EJE PROPUESTO DE LA PRESA RUMICANCHA



Pastizales de postcultivo: Esta formación vegetal corresponde a sectores en los cuales se despejó la vegetación nativa para habilitar zonas para la agricultura, estos mismos fueron dejados en descanso, parcial o totalmente abandonados permitiendo la recolonización de individuos vegetales.



La ubicación espacial de las unidades que componen esta formación vegetal es dispersa, y su fisonomía corresponde a una pradera con densidades variables de clara (20 – 50%) a poco densa (30 – 60%) dominada por especies de postcultivo como Suiquillo, cana yuyo y pasto nativo. A esta matriz herbácea se le suma un estrato arbórea muy escasa (1 –3%) de tholas y churqui.

Gráfico Nº 69: VISTA DE LA QUEBRADA SAN PEDRITO



Matorrales: Las características vegetacionales de esta formación vegetal se explican por dos factores, por un lado corresponden a áreas de intervenciones antrópicas intermedias o leves, en los que los remanentes de vegetación leñosa se han recuperado o las áreas denudadas han sido colonizadas por especies arbustivas más agresivas como churqui, thola, jarca, y otros. Por otro lado, y para las unidades que se desarrollan en las riveras del Sella, su estructura responde a la dinámica misma del río más que a la alteración producida por el ser humano, como chilca.

La fisonomía de la vegetación se caracteriza por la presencia de una estrato leñosa de densidades variables desde escasa (3 – 10%) a poco densa (30 – 50%), dependiendo de factores puntuales de sitio como humedad disponible y exposición, como especies dominantes destacan churqui, molle chañar, jarca. Junto con esta, se desarrolla un estrato arbóreo variable de muy escasa (1 – 3%) a muy clara (10 – 20%) dominada por thola, churqui, y bajo lo anterior aparece un estrato herbácea muy variable desde muy escasa (1 – 3%) hasta poco densa (20 – 50%) en la que destacan variedades de pastos nativos.

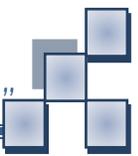
2.4.2.2.3.1 FACTORES DE LOCALIZACIÓN

Las alternativas de localización deben evaluarse considerando factores de localización cuya incidencia e importancia relativa que son particulares de cada proyecto. Algunos autores hablan de 'fuerzas de localización' a los que se ve sometido el proyecto y la ubicación óptima sería aquella que brinda mejor equilibrio entre estas fuerzas.

Existen factores de localización pueden ser cuantificables en términos económicos y otros cuya incidencia solo puede ser medida considerando métodos subjetivos.

La lista de los factores de localización debe elaborarse teniendo en cuenta las características propias de cada proyecto. Por lo menos deben analizarse los factores que listamos a continuación.

- Ubicación del mercado objetivo.
- Facilidades de transporte y vías de comunicación adecuadas.
- Disponibilidad, costo y características de la mano de obra
- Disponibilidad y costo de energía eléctrica, agua potable, combustible y otros insumos.
- Infraestructura. Costo y disponibilidad de terrenos.



- Disposiciones legales, fiscales o de política de localización.
- Impacto Social.
- Impacto Ambiental.

Por las características del Proyecto, para la localización del mismo los factores más relevantes a tomarse en cuenta serán: Facilidades de transporte y vías de comunicación adecuadas, disponibilidad y costo de energía eléctrica, agua potable, combustible y otros insumos, Infraestructura. Costo y disponibilidad de terrenos, disposiciones legales, fiscales o de política de localización y espacios verdes, Impacto Social y Ambiental.

2.4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.4.3.1 ANTECEDENTES, PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

2.4.3.1.1 ANTECEDENTES

El valle de Tarija, ubicado en el Departamento de Tarija al Sur de Bolivia, se encuentra seriamente afectado por acelerados procesos erosivos, que están deteriorando todo tipo de actividad agrícola y pecuaria. La gradual pérdida del suelo apto para el cultivo y la degradación de la vegetación, que carece de las condiciones mínimas necesarias de suelo y agua, no permite sustentar una adecuada productividad en los ecosistemas para la alimentación que demanda la actividad ganadera. Esta situación está socavando la base económica y la estabilidad social de sus habitantes, lo que pone en peligro la vida misma del valle, que por el momento, no cuenta con la capacidad de compensar la pérdida de su productividad agropecuaria con la generación de otras actividades industriales o de servicios, que acojan la mano de obra proveniente del área rural.

La problemática descrita es consecuencia del enorme riesgo erosivo que presenta el valle en su conjunto, cuyo origen se puede resumir en los siguientes aspectos.

La repentina desaparición del lago que cubría la parte central del valle de Tarija, puso al descubierto suelos de origen sedimentario, altamente susceptibles a los procesos de erosión y produjo una permanente modificación de la red de drenaje, que se manifiesta en una enorme inestabilidad de los sedimentos finos acumulados durante millones de años.

La agresividad de las precipitaciones con frecuentes eventos de gran intensidad y corta duración, que se concentran en su mayor parte (90%) en tres meses (diciembre, enero y febrero), que al impactar sobre suelos desnudos carentes de protección vegetal, provoca elevadas tasas de disgregación y transporte de sedimentos.

A los aspectos mencionados se suman acciones antrópicas como: el pastoreo, la quema y la extracción de leña, que degradan la cubierta vegetal y disminuyen el grado de protección hidrológica al suelo, dando lugar a acelerados procesos de erosión hídrica, que están deteriorando todos los ecosistemas que conforman el valle de Tarija.

La subcuenca del río Guadalquivir constituye uno de los principales afluentes de la cuenca del Río Guadalquivir, desembocando sus aguas en la parte baja del Valle Central de Tarija.

En la subcuenca del río Guadalquivir se encuentran una serie de cauces que desembocan a las márgenes del río, por sus características torrenciales ocasionan un considerable aporte de volúmenes de agua y de material sólido. El fenómeno torrencial mencionado, se caracteriza por el predominio de elevadas tasas de escorrentía superficial, generadas por la impermeabilidad de los suelos en las vertientes y laderas, que al contar con poca o ninguna cubierta vegetal dan lugar a procesos de erosión hídrica superficial que generan a su vez considerables tasas de producción de sedimentos, que aportan a los caudales sólidos (tanto en forma de suspensiones como de acarreos) en las crecidas violentas y repentinas que incrementan el riesgo de la infraestructura caminera y productiva, localizada en el drenaje de la mencionada sub cuenca



La deforestación, el sobre pastoreo y factores climáticos, son la causa de un avanzado proceso erosivo de los suelos, trayendo como consecuencia en los últimos años, la crecida de ríos y la pérdida de gran parte de la superficie agrícola en ambos márgenes del lecho principal, especialmente en la parte baja de la subcuenca.

Se agrega la extrema pobreza en la que viven los habitantes de la sub cuenca, cuyo desarrollo productivo se encuentra seriamente limitado por la escasez de agua y por la degradación del suelo ocasionada por los procesos erosivos que afectan a las áreas de aporte hidrológico. El resultado de esta situación, es el creciente deterioro económico y el despoblamiento de sus habitantes, mediante flujos migratorios hacia otras regiones y / o países más prósperos, cuyas consecuencias son significativas en los ámbitos económicos, sociales y culturales de la región.

Para revertir esta situación el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, ha encontrado necesario, encarar el proyecto "Construcción Presa Sella - Rumicancha" como unidad de planificación dentro del concepto de desarrollo sustentable y desde una perspectiva holística del manejo del agua, como elemento vital para generar procesos productivos que pueden potenciar e integrar los conglomerados sociales del área rural.

2.4.3.1.2 EL PROBLEMA O NECESIDAD QUE SE PRETENDE RESOLVER

El proyecto del embalse para riego es de suma importancia para las comunidades, ya que existe déficit de agua para la producción agropecuaria en toda la zona del proyecto, ocasionando que la producción agrícola sea baja, no obstante de existir bastantes tierras cultivables aún sin uso agrícola por falta de agua para riego, por lo tanto, las comunidades están conscientes de la necesidad del proyecto, el apoyo y participación de los beneficiarios en la etapa de formulación del presente estudio es activa.

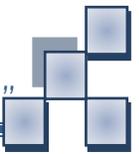
En la visita de campo, conversando con los beneficiarios se puede apreciar la sentida necesidad que tienen por contar con agua almacenada para asegurar la siembra de verano, ampliar cultivos en verano y poder cultivar en invierno con el agua almacenada en la presa.

Sin embargo manifiestan su poca credibilidad de que el estudio y finalmente la obra se construya, por que indican que es un viejo sueño que no se ha hecho realidad hasta la fecha a pesar de sus reiterados reclamos ante las diferentes instituciones que tienen que ver con el desarrollo del agro.

En caso de hacerse realidad este proyecto, la situación de los futuros beneficiarios cambiaría radicalmente, se ampliarían las áreas de cultivo en verano ya que existe mucha área cultivable que actualmente son áreas planas de pastoreo, se realizaría una cosecha adicional con el cultivo de invierno por la disponibilidad de agua en la presa, lo que redundaría en el aumento del nivel de vida de los habitantes de la zona. De no ejecutarse el proyecto aumentaría la migración, continuaría la degradación de la cuenca y la zona de riego.

La demanda de agua para riego es sin lugar a dudas el problema más importante del Valle de Sella por las siguientes razones:

- La zona presenta un déficit hídrico alarmante que impide el desarrollo de producción agrícola sostenible y por ende influye en el nivel de vida de la población que decide emigrar.
- El déficit hídrico impide desarrollar actividades agrícolas con cultivos rentables como vid, durazno, cebolla, etc. y se orienta a cultivos menos rentables como maíz, grano ó simplemente dejarla a la tierra improductiva y abandonarla.
- Los agricultores de la zona "saborean" los beneficios del riego a través de sistemas de microriego como galerías filtrantes y aprovechando los caudales de la época de lluvias para el riego de verano, que sin embargo no alcanza a cubrir ni el 10% de las tierras aptas para riego.



Para las condiciones de desarrollo bajo las directrices del proyecto, se plantea como base de la producción agrícola, compuesta en su mayoría por los mismos cultivos, ya que estos dan resultados técnicos y económicos ventajosos que otros que se pueden introducir o sugerir pero que para su plena adopción por el productor debe transcurrir un periodo de tiempo que no es fácil señalarlo ni es oportuno implementarlo.

En forma conjunta con los beneficiarios, se llegó a establecer los cultivos para los diferentes periodos en el año agrícola, tomando en cuenta las prácticas de rotación y el uso sostenible del suelo, obteniendo de esta manera el modelo de finca para una hectárea.

Por otro lado se tiene la ventaja, que los productores conocen y tienen suficiente práctica en el manejo técnico y de mercadeo de los productos que se contemplan en la cédula de cultivos para la fase de operación del proyecto.

2.4.3.1.3 JUSTIFICACION

La problemática torrencial que afecta a la zona del proyecto, ha provocado un considerable desequilibrio hidrológico, manifiesta en crecidas torrenciales y en una elevada escasez de agua durante el periodo de estiaje que limita la existencia de toda forma de vida.

El uso inadecuado del suelo en las actividades de producción agrícola como así también en el uso agroforestal permite alcanzar niveles bajos en la producción, lo que significa que el ingreso económico por familia en relación a la producción es de subsistencia, lo que determina el incremento considerable de pobreza.

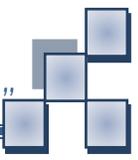
En este contexto, la ejecución del presente proyecto se justifica por las siguientes consideraciones:

- ❖ El Proyecto "Construcción de la Presa Sella – Rumicancha" contribuirá a disminuir la magnitud de los procesos erosivos y las crecidas. Incrementará la disponibilidad hídrica en cantidad y calidad, para su utilización en actividades productivas que vayan en directo beneficio de los seres vivos que habitan la zona del proyecto.
- ❖ Favorecerá la restauración de los ecosistemas naturales, para mejorar el grado de protección hidrológica del suelo, y contribuir así, a la mitigación de los procesos erosivos, que deterioran la productividad eco sistémica. Permitirá la recuperación de la base productiva, para contribuir a revertir los flujos migratorios, mejorar los niveles de vida y la integración familiar en los habitantes de la sub cuenca.
- ❖ Contribuirá a la concientización y valorización de la población beneficiada sobre los recursos naturales, sus usos y aprovechamientos racionalmente.

El proyecto contempla la construcción de obras civiles que permitan la dotación de agua para ampliar la frontera agropecuaria con alternativas de producción al campesino, con el necesario fortalecimiento a las organizaciones comunales y capacitación a los beneficiarios, principalmente en el aprovechamiento sostenible y la conservación de los recursos naturales de la zona beneficiaria.

Las actividades a ser desarrolladas por el proyecto en el sentido de que para lograr los objetivos es preciso no solo realizar un número determinado de obras técnicas, sino también lograr la aceptación y el apoyo activo de la población; por lo cual es necesario dividir el proyecto en actividades técnicas y actividades sociales.

Los aspectos técnicos que consisten en una descripción y cuantificación de las obras a realizarse; el aspecto social que consiste en una descripción y cuantificación de las tareas de motivación, capacitación e incentivos que se concretaran para lograr la participación de la población campesina. Al mismo tiempo el método operativo consistente en describir la sucesión de fases y actividades



tendientes a lograr una adecuada integración de los aspectos técnicos y sociales mencionados para el cumplimiento de los objetivos señalados.

2.4.3.2 OBJETIVOS, METAS Y MARCO LÓGICO

2.4.3.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es la "Implementación de un sistema de riego para el almacenamiento y regulación de agua que garantice la entrega oportuna y permanente de agua para riego de los cultivos, mejorar la producción agropecuaria, elevar los ingresos económicos y elevar el nivel de vida de las familias beneficiarias de las comunidades de Sella Cercado, Monte Cercado, Sella candelaria, Rumicancha, San Pedro de Buena Vista, Sella Quebradas, Sella Méndez y Monte Méndez".

2.4.3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos corresponden a los siguientes.

- Optimizar el aprovechamiento racional de los recursos hídricos de la cuenca, incrementando la dotación de agua para riego con el aumento de las eficiencias de captación, conducción y aplicación.
- Optimizar el aprovechamiento racional de los recursos hídricos de la zona, incrementando la dotación de agua para riego con el aumento de las eficiencias de captación, conducción y aplicación.
- Mejorar la productividad de los cultivos bajo condiciones de riego.
- Realizar el manejo más eficiente del agua a nivel de parcela.
- Desarrollar y fortalecer las capacidades organizativas de las comunidades beneficiarias para la autogestión en torno al riego.
- Ejecutar un plan de producción y comercialización de la producción agropecuaria bajo riego de la zona.

2.4.3.2.3 METAS

Entre las más importantes se tiene:

- Construcción de tres presa las cuales son
 - Rumicancha con un volumen de almacenamiento de 11,418.228 m³
 - Jarcas con un volumen de almacenamiento de 1,876.927 m³
 - San Pedrito con un volumen de almacenamiento de 818.991 m³
- Construcción de una obra de toma con canal de Hormigón Ciclópeo denominado trasvase Negro Muerto -Rumicancha con una longitud de 4.149 Km.
- Construcción de una obra de toma con canal de Hormigón denominado trasvase Chaupicancha -Rumicancha con una longitud de 6.610 Km.
- Construcción de los siguientes sistemas de riego :
 - Sistema de Riego Méndez compuesto por una tubería PVC SDR-41 de diámetros 12 y 10 Pulgadas con una longitud de 11.008,63 m.
 - Sistema de Riego Cercado compuesto por una tubería PVC SDR-41 de diámetros 24, 14, 3, 2 1/2 pulgadas con una longitud de 23.611,57 m.
 - Sistema de riego San Pedrito-Rumicancha compuesto por una tubería PVC SDR41 con diámetros 8, 6, 4, 3, 2 ½ pulgadas con una longitud de 17.849,52 m.
 - Sistema de aducción Jarcas Rumicancha compuesto por una tubería PVC SDR41 diámetro de 300 mm. cuya longitud es de 2.727,93m.
 - Beneficiar a 839 familias campesinas de escasos recursos a través del incremento de los ingresos económicos generados por la actividad agropecuaria como consecuencia del riego.
 - Llegar a regar 2.600 Ha. totales de cultivos agrícolas en dos períodos invierno y verano.
 - Beneficiar a 8 comunidades de las provincias Méndez y Cercado la cuales se muestran en el siguiente cuadro.



Cuadro N° 319: POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA DEL PROYECTO

Provincia	Municipio	Comunidad	N° familias
CERCADO	TARIJA	Sella Cercado	156
CERCADO	TARIJA	Monte Cercado	113
CERCADO	TARIJA	Sella Candelaria	35
CERCADO	TARIJA	Rumicancha	33
CERCADO	TARIJA	San Pedro de Buena Vista	114
CERCADO	TARIJA	Sella Quebradas	103
MENDEZ	SAN LORENZO	Sella Méndez	182
MENDEZ	SAN LORENZO	Monte Méndez	103
Total			839

Fuente: Elaboracion Propia

- Realizar una inversión total de 318.119.653,56 Bs. en las Provincias de Méndez y Cercado con un tiempo de construcción de 1460 días.
 - Indemnizar a los afectados por la construcción de las presas Rumicancha, jarcas y San Pedrito, por un monto aproximado de Bs. 7.722.073,05; dicha indemnización estará a cargo de la gobernación, previo saneamiento de los predios o terrenos de los afectados y evaluación económica realizada por de la ABT.
- Para cada presa se presentan los cuadros de afectados y sus respectivos de indemnización.

Cuadro N° 320: NUMERO DE FAMILIAS AFECTADAS POR PRESA

DESCRIPCION	NUMERO DE FAMILIAS AFECTADAS
PRESA RUMICANCHA	22,00
PRESA SAN PEDRITO	7,00
PRESA JARCAS	3,00
TOTAL FAMILIAS AFECTADAS	32,00

Cuadro N° 321: MONTO A INDEMNIZAR POR AREA DE INFLUENCIA

DESCRIPCION	MONTO A INDEMNIZAR EN BS
PRESA RUMICANCHA	6.943.515,43
PRESA SAN PEDRITO	375.526,36
PRESA JARCAS	403.031,31
TOTAL PRESUPUESTO DE INDEMNIZACION EN Bs.	7.722.073,10

2.4.4 MARCO LÓGICO

OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES		MEDIOS Y/O FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS IMPORTANTES
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO		
OBJETIVO SUPERIOR:				
Implementación de un sistema de riego para el almacenamiento y regulación de agua que garantice la entrega oportuna y permanente de agua para riego de los cultivos para mejorar la producción agropecuaria, elevar los ingresos económicos y elevar el nivel de vida de las familias beneficiarias.	839 familias campesinas tienen riego deficitario para 55Ha en verano e invierno.	Los beneficiarios al contar con un proyecto de estas características mejoraran sus condiciones de vida, logrando incrementar sus ingresos en un 50% y por ende evitando la migración a otras ciudades.	Evaluación ex-post. Entrevistas a usuarios. Encuestas de producción pecuaria.	839 familias regando 2.534 Ha incrementales de diversos cultivos Una asociación de regantes establecida manejando un sistema de riego autogestionario.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:				
<ul style="list-style-type: none"> - Optimizar el aprovechamiento racional de los recursos hídricos de la cuenca, incrementando la dotación de agua para riego con el aumento de las eficiencias de captación, conducción y aplicación. - Mejorar la productividad de los cultivos bajo condiciones de riego. - Realizar el manejo más eficiente del agua a nivel de parcela. - Desarrollar y fortalecer las capacidades organizativas de las comunidades beneficiarias para la autogestión del sistema de riego. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las comunidades cuentan con pequeños sistemas de riego tradicionales con bajas eficiencias. - La oferta de agua es solo en la época de lluvias. - Manejan los sistemas de riego solo los jueces de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen sistemas de riego con las Presas Rumicancha y San Pedrito, canal principal y secundario que cubre toda la demanda de agua de los cultivos tanto en invierno como en verano. - Hay una asociación de regantes organizada y funcionando que administra eficientemente el sistema de riego - La producción agropecuaria de la zona tiene altos rendimientos y es comercializada a los mercados del país. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informes de evaluación ex post de consultores contratados por los financiadores de la inversión. - Informes de la Alcaldía de San Lorenzo. - Informes de la Gobernación del departamento de Tarija. - Encuestas a usuarios. 	<p>El derecho propietario de los usuarios sobre la fuente de agua y la infraestructura del sistema de riego se encuentra completamente consolidado</p> <p>La productividad agropecuaria se incrementa por la disponibilidad de agua tanto en invierno como en verano lo que permite incrementar los volúmenes de producción y los ingresos de las familias beneficiadas.</p>

RESULTADOS ESPERADOS O METAS:				
<p>Construcción de tres presas las cuales son Rumicancha, Jarcas y San Pedrito.</p> <ul style="list-style-type: none"> o Construcción de una obra de toma de trasvase Negro Muerto -Rumicancha con una longitud de 4.15 Km. o Construcción de una obra de toma de trasvase Chaupicancha -Rumicancha con una longitud de 6.61 Km. <p>Construcción de los siguientes sistemas de riego :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Sistema de Riego Méndez compuesto por una tubería PVC SDR-41 de Ø 12 y 10 pulg. con una longitud de 11,31 Km o Sistema de Riego Cercado compuesto por una tubería PVC SDR-41 de Ø 24, 14, 3 y 2 ½ pulg con una longitud de 23.61 Km. o Sistema de riego San Pedrito, Rumicancha compuesto por un tubería PVC SDR41 de Ø 8, 6, 4, 3, 2 ½ pulgadas con una longitud de 17,85 Km o Sistema de aducción Jarcas - Rumicancha compuesto por una tubería PVC SDR41 de 2,73 Km. o Beneficiar a 839 familias campesinas de escasos recursos a través del incremento de los ingresos económicos generados por la actividad agropecuaria como consecuencia del riego. o Llegar a regar 2.534,00ha incrementadas de cultivos agrícolas en dos períodos invierno y verano. o Beneficiar a 8 comunidades de las provincias Méndez y Cercado o Indemnizar a los afectados por la construcción de las presas Rumicancha, jarcas y San Pedrito, para cada presa se presentan los cuadros de afectados y sus respectivos de indemnización. 	<ul style="list-style-type: none"> - El escurrimiento superficial del río Rumicancha no está regulado. - El escurrimiento superficial de la quebrada San Pedrito no está regulado. - El escurrimiento superficial de la quebrada Chaupicancha río Rumicancha no está regulado. - El escurrimiento superficial de la quebrada Negro Muerto no está regulado. - Hay áreas cultivables con un gran potencial agrícola. - 839 familias principalmente cultivan a secano. - En la comunidad no se cuenta con asistencia técnica en desarrollo agrícola. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se dispone de un caudales dotados por sistema de riego los cuales son: - Sistema Cercado Q=93.02 l/s. - Sistema Méndez Q= 93.02 l/s. - Sistema San Pedrito Rumicancha Q=24 l/s. - Sistema Jarcas -Rumicancha Q= 60 l/s. - Traslase Negro muerto-Rumicancha; Q=350 l/s - Traslase Chaupicancha – Rumicancha; Q=450 l/s - En las comunidades beneficiarias hay más de 2600 ha con cultivos bajo riego. - Hay un programa del Servicio de Acompañamiento y desarrollo agrícola que poya a los beneficiarios del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Fiscalización y supervisión de las obras en la fase de ejecución. - Entrega y puesta en marcha de las obras. - Organización de usuarios, autogestionaria. - Innovación y comercialización de la producción. - Planes de manejo integral del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - La fuente de agua permite el abastecimiento seguro a las áreas de riego. - Las obras han sido construidas de acuerdo al diseño. - Los beneficiarios gestionan el sistema eficientemente. - Se lleva adelante el plan de manejo de la cuenca de aporte a la presa.

ACTIVIDADES:															
<p>Construcción de la represa con todos sus componentes (toma, ataguía, galería y vertedor).</p> <p>Construcción del ramal principal con todas las obras de arte menor.</p> <p>Construcción de los ramales secundarios con todas sus obras complementarias. Además de 150 hidrantes para riego presurizado ubicados en la diferentes zonas.</p> <p>Implementación de Servicio de Acompañamiento en la etapa de construcción y para la operación y mantenimiento del sistema.</p> <p>Implementación del Servicio de acompañamiento en le etapa de desarrollo agrícola del proyecto.</p>	<p>No se cuenta con agua para el riego de invierno y la infraestructura para el riego de verano es insuficiente.</p>	<p>El presupuesto destinado para la ejecución de obras ha sido ejecutado en su totalidad.</p> <p>El Presupuesto destinado para el servicio de acompañamiento y desarrollo agrícola ha sido ejecutado correctamente.</p> <p><u>COSTOS:</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Obras Civiles:</td> <td>281.704.449,52</td> </tr> <tr> <td>Capacitacion y Asistencia tecnica:</td> <td>4.832.141,81</td> </tr> <tr> <td>Caminos de Acceso:</td> <td>12.361.861,08</td> </tr> <tr> <td>Supervisión:</td> <td>12.861.801,00</td> </tr> <tr> <td>Ambiental:</td> <td>1.048.986,18</td> </tr> <tr> <td>Indemnización</td> <td>7.722.073,10</td> </tr> </table>	Obras Civiles:	281.704.449,52	Capacitacion y Asistencia tecnica:	4.832.141,81	Caminos de Acceso:	12.361.861,08	Supervisión:	12.861.801,00	Ambiental:	1.048.986,18	Indemnización	7.722.073,10	<p>La empresa contratista cumple con el cronograma de ejecución de obras.</p> <p>Los beneficiarios cumplen con su aporte en mano de obra.</p> <p>La entidad financiadora desembolsa recursos oportunamente.</p> <p>La obra ha sido recibida por la comunidad sin observaciones y está en plena operación.</p>
Obras Civiles:	281.704.449,52														
Capacitacion y Asistencia tecnica:	4.832.141,81														
Caminos de Acceso:	12.361.861,08														
Supervisión:	12.861.801,00														
Ambiental:	1.048.986,18														
Indemnización	7.722.073,10														



POBLACIÓN BENEFICIARIA DIRECTA E INDIRECTA

2.4.4.1.1 POBLACIÓN BENEFICIADA DIRECTA

Se cuenta con 839 familias beneficiarias distribuidas entre las comunidades de Sella Candelaria, Sella Quebradas, Rumicancha, San Pedro de Buena Vista, Sella Cercado, Monte Cercado, Sella Méndez, y Monte Méndez; los cuales cuentan con experiencias en producción agrícola bajo riego.

Cuadro Nº 322: POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA DEL PROYECTO

Provincia	Municipio	Comunidad	Nº familias
CERCADO	TARIJA	Sella Cercado	156
CERCADO	TARIJA	Monte Cercado	113
CERCADO	TARIJA	Sella Candelaria	35
CERCADO	TARIJA	Rumicancha	33
CERCADO	TARIJA	San Pedro de Buena Vista	114
CERCADO	TARIJA	Sella Quebradas	103
MENDEZ	SAN LORENZO	Sella Méndez	182
MENDEZ	SAN LORENZO	Monte Méndez	103
Total			839

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4.4.1.2 POBLACIÓN BENEFICIADA INDIRECTA

Corresponde a la población que se beneficia indirectamente de los beneficios que trae consigo el proyecto, es el caso de la población de la ciudad de Tarija y San Lorenzo y turistas, tanto nacionales como extranjeros, (principalmente del norte Argentino) que se benefician tanto de la producción agrícola y del mejoramiento y conservación del ecosistema de la zona del proyecto y que asiste a ferias y fiestas campesinas de la zona.

Se estima una población beneficiada indirecta de unas 185.495 personas, de las cuales 32.038 personas corresponden a la Provincia Méndez y 153.457 personas a la Provincia Cercado, dicha información se ve reflejada en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 323: POBLACIÓN BENEFICIARIA INDIRECTA DEL PROYECTO

PROVINCIA	HOMBRES	MUJERES	RURAL	URBANA	POBLACION TOTAL
Méndez	15.511	16.527	29.286	2.752	32.038
Cercado	73.954	79.503	17.674	135.783	153.457
TOTAL	89.465	96.030	46.960	138.535	185.495

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4.5 ESTUDIO TÉCNICO

Para definir la zona de intervención, se tomó en cuenta características ambientales y algunos criterios técnicos, todos estos en función al mapa de Riesgos de Erosión y Degradación de Tierras, y más que todo, dando prioridad a la identificación de los problemas existentes, los mismos que son parte importante en el acelerado grado de deterioro y degradación.



En el presente estudio, la delimitación de la zona de intervención comprende áreas de alto y de moderadamente-alto riesgo, dependiendo en gran parte del grado de deterioro de las zonas afectadas por la erosión, producto de procesos complejos y heterogéneos.

En principio, estos fueron los criterios considerados, para la delimitación de la zona de intervención, pero el paso más importante fue el de definir la zona de intervención prioritaria; considerando este aspecto, el análisis se concentró en el ámbito de cabeceras, debido a que en estas zonas se concentran los problemas de erosión y degradación de mayor consideración, así mismo el análisis de las cárcavas activas y moderadamente activas también fue importante principalmente las cabeceras de estas que son precisamente donde se inician los problemas que afectan aguas abajo.

En resumen, para el presente estudio, se tomaron varios criterios que justifiquen la definición de la zona de intervención prioritaria, de los cuales algunos ya fueron mencionados en párrafos anteriores y los que también tuvo un determinado nivel de relevancia dentro la definición de la zona, fueron los siguientes:

- ❖ Erosión retrógrada
- ❖ Pendientes fuertes en el ámbito de cabeceras de cuenca.
- ❖ Alta presión sobre los recursos naturales (pastizales y suelo).
- ❖ Concentración de una agricultura migratoria en laderas de alta pendiente.
- ❖ Ampliación de cárcavas en cabeceras y en laderas.
- ❖ Presencia de cárcavas activas con zonas de aporte.
- ❖ Predominio de material glacial fácilmente deleznable y frágil.
- ❖ Inadecuado manejo de aguas en cabeceras.
- ❖ Presencia de erosión en surcos con alta predisposición a ser cárcava activa.
- ❖ Cambios en el Uso actual de la tierra.
- ❖ Procesos geomorfológicos.
- ❖ Tipo de material en la zona.
- ❖ Geología inestable.
- ❖ Zonas de recarga.
- ❖ Deslizamientos activos
- ❖ Concentración poblacional
- ❖ Tipo de organización comunal

A partir de los datos básicos, mapas, información hidrometeorológica se efectúa la planificación de intervenciones y acciones en el ámbito espacial de la zona del proyecto, siendo esta planificación el plan de manejo cuya finalidad es disminuir el avance de los procesos erosivos y regular el potencial hídrico.

2.4.5.1 INGENIERÍA DEL PROYECTO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

2.4.5.1.1 TOPOGRAFÍA

TOPOGRAFIA EMBALSE SAN PEDRITO

Se encuentra ubicado en la localidad de San Pedrito las coordenadas de ubicación del sitio de cierre del embalse son:

COORDENADA 1
ESTE: 33000,000
NORTE: 7629075,000
ALTURA: 2373

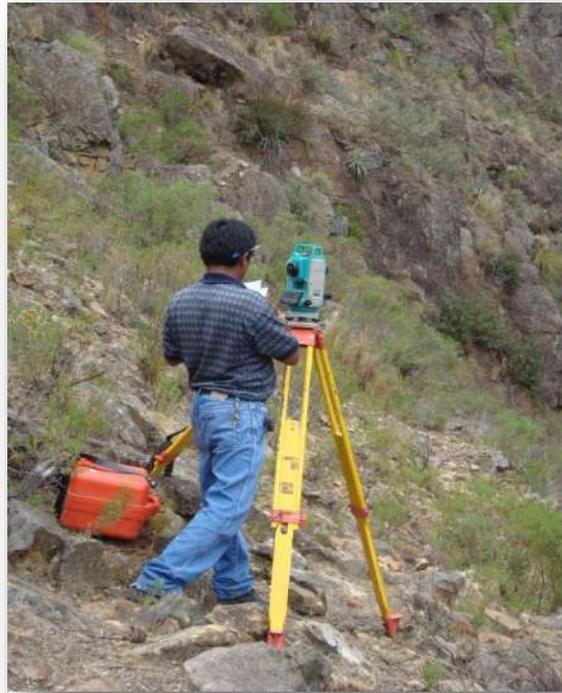
COORDENADA 2
ESTE: 330250,000
NORTE: 7629090,000
ALTURA: 2373

Coordenadas en el sistema WGS 84 zona 20S.





Gráfico N° 70: FOTOGRAFIA LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PRESA SAN PEDRITO

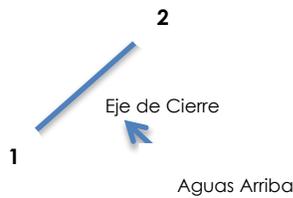


TOPOGRAFIA EMBALSE JARCAS

Se encuentra ubicado en la comunidad de Sella Candelaria en el sector denominado Jarcas las coordenadas de ubicación del sitio de cierre del embalse son:

COORDENADA 1
ESTE:330550,000
NORTE: 7634860,000
ALTURA: 2336

COORDENADA 2
ESTE: 330680,000
NORTE: 7634920,000
ALTURA: 2336



Coordenadas en el sistema WGS 84 zona 20S.



Gráfico N° 71: FOTOGRAFÍA LEVANTAMIENTO EJE PRESA JARCAS



Gráfico N° 72: FOTOGRAFIA SITIO DE CIERRE PRESA JARCAS



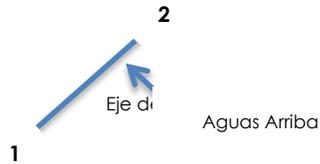
TOPOGRAFIA EMBALSE RUMICANCHA

Se encuentra ubicado en la comunidad de Rumicancha las coordenadas de ubicación del sitio de cierre del embalse son:



COORDENADA 1
ESTE:327050,000
NORTE: 7633225,000
ALTURA: 2174

COORDENADA 2
ESTE: 327350,000
NORTE: 7633275,000
ALTURA: 2174



Coordenadas en el sistema WGS 84 zona 20S.

Gráfico N° 73: FOTOGRAFIA LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PRESA RUMICANCHA



TOPOGRAFIA TRASVACES:

Los trasvases levantados topográficamente fueron dos de acuerdo a lo indicado por el esquema hidráulico expuesto.

- Trasvasé Obra de toma Negro Muerto- Presa Rumicancha.
- Trasvase Obras de Toma Chaupicancha - Presa Rumicancha.

En los puntos topográficos mostrados en anexos se encuentran los puntos de poligonal y BM.



Gráfico N° 74: FOTOGRAFIA LUGAR DE EMPLAZAMIENTO



Gráfico N° 75: FOTOGRAFIA EMPLAZAMIENTO OBRA DE TOMA NEGRO MUERTO- RUMICANCHA



En anexos se presentan las coordenadas de los puntos de cada uno de los levantamientos de los vasos de almacenamiento, canales de trasvase y sistemas de riego con sus obras complementarias.

2.4.5.1.2 HIDROLOGÍA

Primeramente se realizó una caracterización climática y pluviométrica del área de estudio en general, para lo cual se utilizó la información pluviométrica y climatológica disponible en el valle central de Tarija.

El proyecto comprende dos subcuencas en las cuales se encuentran los embalses de San Pedrito, Jarcas y Rumicancha.

Dentro del área de proyecto solo se cuenta con la estación de Sella Quebradas que es del tipo pluviométrica y Climatológica. Aguas abajo del cierre de la presa Rumicancha sobre el río Sella se



encuentra la estación hidrométrica Sella Quebradas que cuenta con un registro discontinuo, a continuación se detalla algunas características de la misma.

Cuadro Nº 324: ESTACIÓN HIDROMÉTRICA SELLA QUEBRADAS

Estación	Río	Latitud Sur	Longitud Oeste	Periodo de funcionamiento	Años de registro
Sella Quebradas	Sella	21°22'52"	64°40'12"	1980- 1997	11

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Posteriormente a esta clasificación se hizo un análisis detallado de cada uno de las cuencas intervenidas en el presente estudio para poder estimar la producción anual de cada uno de las quebradas y los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

Consiguientemente, en el presente Estudio Hidrológico, se estudian los siguientes aspectos:

- ✓ Climatología.
- ✓ Pluviometría.
- ✓ Balance Hidrológico.
- ✓ Estimación de caudales máximos y medios mensuales.

Cuadro Nº 325: ESTACIONES MÁS CERCANAS DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO

PLUVIÓMETROS	COORDENADAS		H	P	PERIODO
	LATITUD S	LONGITUD O	m.s.n.m.	mm	OBSERVADO
Sella Quebradas	21° 23' 11'	64° 40' 52"	2,145	605.4	1985 – 1997
Yesera Norte	21° 22' 20"	64° 33' 03"	2,277	666.2	1976 – 2011
Gamoneda	21° 29"	64° 38'	2,150	500.7	1979 – 2003
Monte Sud	21° 25'	64° 42'	2,005	531.6	1979 – 1993
Erquiz Norte	21° 28'	64° 39'	2,062	689.1	1981 – 1985

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El cuadro anterior muestra los valores de las precipitaciones pluviales anuales medidas en las estaciones consideradas para el periodo de registro de cada una de ellas.

El fenómeno de la precipitación en Bolivia sigue de cerca el movimiento y desplazamiento anual del Área de Convergencia Inter Tropical (ITC) que con su influencia sub continental determina que las lluvias se presenten periódicamente más o menos intensas sobre grandes áreas. Por lo tanto, es improbable que se determinen periodos secos o periodos húmedos en áreas limitadas.

En el registro de la sucesión histórica de las estaciones del modelo general se aprecian algunos años se separan de la sucesión de los otros datos de las otras estaciones, siendo muy difícil asumir que estos valores se deban a factores locales (se observaría el mismo fenómeno todos los años, al ser una diferenciación sistemática, siendo muy improbable que existan dos microclimas en un pequeño territorio).

Clasificación climática

Para clasificar climáticamente la región que comprende el área del Proyecto, se hace referencia a la clasificación climática de Thornthwaite, que se basa sobre elaboraciones con los valores medios mensuales recolectados en las estaciones termo pluviométricas (lluvia *h* y temperatura *t*). A las indicaciones puntuales se suman también las observaciones directas del reconocimiento efectuado en el área que interesa, lo que permitió regionalizar los resultados numéricos.



La ecuación propuesta por Thornthwaite es la siguiente:

$$I_m = (100 \cdot I_h - 60 \cdot I_a) / E_p$$

En esta fórmula se indica, con **I_m**=Índice de humedad, **I_h**=Índice de excedentes, **I_a**=Índice de déficit y con **E_p** la evapotranspiración potencial media anual (como sumatoria de los valores medios mensuales). Por lo tanto, siempre refiriéndose a las estaciones climatológicas (para la temperatura y al promedio de las estaciones pluviométricas para las lluvias, se tienen las clasificaciones.

El índice **I_m** se aproxima más a cero, por lo que, la clasificación climática corresponde a "FRIO SEMI ARIDO".

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

Tal como lo señala UNESCO-ROSLAC (1982) y UNESCO (2006), "el primer paso que debe realizarse al efectuar la evaluación espacial de la precipitación es verificar que el periodo de la estadística pluviométrica que se va a analizar es consistente, o sea, que la estación haya sido observada durante dicho periodo, de la misma forma, con el mismo criterio y que su instalación no haya sufrido variaciones de ningún tipo. Para esta verificación se recomienda el método de las curvas doble acumuladas, o de doble acumulación (CDA) o método de doble masa (MDM).

Debido a la longitud corta de datos de algunas de las estaciones y también debido a que existen periodos no concurrentes, el análisis de consistencia de las series ha sido realizado con cierta dificultad. Sin embargo, se han graficado curvas doble acumuladas conformando grupos de series en función de la simultaneidad de sus observaciones.

Para realizar el análisis se eligieron las estaciones más cercanas a las cuencas en estudio y como estación patrón la estación de AASANA Tarija, que en adelante serán las estaciones utilizadas para el presente estudio.

Luego de realizado el análisis de consistencia se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Cuadro Nº 326: RESUMEN DE ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

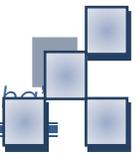
ESTACIÓN	R ²	RESULTADO
YESERA NORTE	0.9994	Consistente
ERQUIZ NORTE	0.9671	Inconsistente
SELLA QUEBRADAS	0.9992	Consistente
GAMONEDA	0.9920	Consistente
MONTE SUD	0.9982	Consistente

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se concluye que de las 5 estaciones estudiadas se descarta la utilización de la estación de Erquiz Norte por ser inconsistente, las demás estaciones serán utilizadas para la elaboración del presente estudio.

Análisis de homogeneidad de Mann Kendall

El test de Mann-Kendall es un test no paramétrico, estadísticamente basado en el ranking (o número de orden) de dos variables y puede ser utilizado para tendencias en series de tiempo de datos hidrológicos si una de esas variables es el tiempo y tiene la particularidad de presentar una mayor potencia estadística en la medida que la serie de datos presenta un mayor sesgo que la aleje de una distribución normal (USGS, 2004; USGS, 2006).



A continuación se realiza el análisis de homogeneidad para aquellas estaciones consistentes.

- **Hipótesis nula:** Todos los valores de la serie son datos aleatorios de una sola población (Es una serie Homogénea).
- **Hipótesis alternativa:** Es una serie no homogénea con tendencia monótona.

La prueba consiste en calcular un índice de desviación S de la serie, y a partir de este valor calcular el valor de V mediante la relación:

$$V = \frac{S-1}{\sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}}}$$

$$S = T - I$$

$$T = \sum_{i=1}^{n-1} si$$

$$I = \sum_{i=1}^{n-1} ti$$

Cuadro N° 327: VCRIT PARA DIFERENTES NIVELES DE SIGNIFICACIÓN α

α	0.005	0.01	0.025	0.05	0.100
Vcrit	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro N° 328: RESUMEN DE ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD

ESTACIÓN	RESULTADO
YESERA NORTE	SERIE HOMOGENEA
SELLA QDAS.	SERIE HOMOGENEA
GAMONEDA	SERIE MONÓTONA
MONTE SUD	SERIE HOMOGENEA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De las estaciones analizadas se puede observar que solamente podemos utilizar la estación de Sella Quebradas, Yesera Norte y Monte Sud.

Luego de realizado el análisis de la información disponible se puede concluir en base a un análisis geológico, de las condiciones de vegetación y otras características de las subcuencas que la estación de Sella Quebradas que se encuentra ubicada sobre el río Sella afluente principal al que tributan los ríos que serán intervenidos en el presente estudio, concluimos que se utilizarán los datos pluviométricos. Climáticos e hidrométricos de esta estación para realizar la determinación de los caudales máximos, medios mensuales y mínimos para el presente estudio.



Precipitación media de la cuenca

Zonificación y Subzonificación Pluviométrica

La zona pluviométrica, desde el punto de vista físico, es aquella área en la cual se presentan lluvias de características prácticamente iguales.

El límite físico de las zonas (en éste caso), se define considerando fundamentalmente la orografía, o sea, se toma como límite el filo de las serranías del Cóndor y el de Sama, que proporcionan la separación más clara entre las zonas, sin embargo se hace notar que dichos límites solo son indicativos para fines de cálculo, puesto que en la realidad éstos están constituidos por franjas de transición.

Para la estimación de la precipitación media anual repartida en las áreas correspondientes a los subsistemas fluviales y en las cuencas seleccionadas, se asume que los valores medios son iguales a los obtenidos para cada subzona pluviométrica, y si el área considerada pertenece a más de una subzona, el valor medio se obtiene calculando la media ponderada de los valores de la precipitación y las áreas respectivas.

El relieve o la orografía, es un factor muy importante en la circulación regional de las masas de aire, observándose que las serranías del Aguarague (1,400 a 1,900 msnm), El Cóndor (2,800 a 3,400 msnm) y Sama (3,800 a 4,600 msnm), que tienen una dirección norte- sur, paralelas y distantes 85 km entre la serranía del Aguarague y El Cóndor y 45 km entre ésta y la de Sama; son las serranías con mayor influencia y son determinantes, para la distribución espacial de las precipitaciones.

Para la zona 1C

Cuadro Nº 329: IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA PLUVIOMÉTRICA

Zona	Subzona	Estaciones	Lluvia media anual (mm)	Distancia a Sama (km)	Lluvia media en la subzona (mm)
1	1C	Sella Quebradas	605.4		635.8
		Yesera Norte	666.2		

y = lluvia media anual, \ln = logaritmo natural, (x) =distancia

La precipitación media de la cuenca es: 636 mm.

Tiempo de concentración de la cuenca

Hidrológicamente está demostrado que el caudal máximo en una corriente de agua para una sección particular de interés, se produce para una lluvia o tormenta cuya duración es igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración queda definido como el tiempo que tardaría una gota de agua en llegar a la sección de interés, desde el punto más alejado de la cuenca.

Para la estimación del tiempo de concentración se han propuesto varias ecuaciones correspondientes a diferentes autores:

Cuadro Nº 330: DATOS QUE SE UTILIZARON PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SON LOS SIGUIENTES

	JARCAS	RUMICANCHA	SAN PEDRITO	NEGRO MUERTO	CHAUPICANCHA
A = Area de la cuenca (km ²)	13.95	28.94	7.04	25.25	60.18
Punto más alto (m.s.n.m.)	2598.03	2500	2500	2800	3023.7
Punto más bajo (m.s.n.m.)	2436.5	2200	2400	2234.5	2249.6
H = Desnivel entre p. más alto y pTo más bajo del río principal (m):	161.53	300	100	565.5	774.1
L = Longitud del río principal de la cuenca (km)	4.14617	12.73687	4.58498	8.6768	14.40058
J = Pendiente del río principal de la cuenca (%)	0.04	0.02	0.02	0.07	0.05

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Después de haber calculado el tiempo de concentración de la cuenca por 5 fórmulas se promediarán aquellos valores que no presentan mucha dispersión.

Cuadro Nº 331: TIEMPO DE CONCENTRACIÓN CALCULADOS

FORMULA	Tc (hrs)				
	JARCAS	RUMICANCHA	SAN PEDRITO	NEGRO MUERTO	CHAUPICANCHA
Chereke	0.69	1.99	0.93	1.00	1.59
Giandotti	2.08	2.93	2.19	1.74	2.36
California	0.69	1.98	0.93	1.00	1.59
Ventura - Heras	0.95	1.75	0.90	0.98	1.67
Kirpich	0.69	1.99	0.93	1.00	1.59
Temiz	1.64	4.23	1.97	2.60	3.97
Promedio	0.754	1.930	0.924	0.996	1.611

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Comprobación con la velocidad del río

Se estima que la velocidad media de un río de montaña es aproximadamente entre 1 y 3 m/s, en función de la pendiente media del mismo y en base a esta aproximación con la longitud del río y el tiempo de concentración de la cuenca calcularemos las velocidades de cada uno de los cursos de agua en estudio.

Cuadro N° 332: VELOCIDAD MEDIA DE LOS CAUSES

	JARCAS	RUMICANCHA	SAN PEDRITO	NEGRO MUERTO	CHAUPICANCHA
Velocidad [m/seg]	1.527	1.834	1.378	2.420	2.482

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Generación de caudales máximos**

Para determinar caudales máximos para diferentes periodos retorno se utilizo programa HEC-HMS 3.4, programa distribuido por US ARMY CORPS.

En el cuadro que sigue, se presentan las características físicas más importantes de la subcuencas, las mismas que han sido estimadas sobre la base de la cartografía a escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Militar e imágenes Satelitales de la zona.

Cuadro Nº 333: PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS SUBCUENCA CHAUPICANCHA

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	60.18
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	14.40
Desnivel (m)	DH	774.1
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	2,249.6
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	3,023.7
Pendiente media del río	(%)	5.38

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro Nº 334: PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS SUBCUENCA NEGRO MUERTO

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	25.25
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	8.676
Desnivel (m)	DH	565.5
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	2,234.5
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	2,800
Pendiente media del río	(%)	6.52

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro Nº 335: PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS SUBCUENCA JARCAS

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	13.95
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	4.146
Desnivel (m)	DH	161.53
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	2,436.5
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	2,598.03
Pendiente media del río	(%)	3.9

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro Nº 336: PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS SUBCUENCA SAN PEDRITO

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	7.04
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	4.585
Desnivel (m)	DH	100
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	2,400
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	2,500
Pendiente media del río	(%)	2.18

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Cuadro N° 337: PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS SUBCUENCA RUMICANCHA.**

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	28.94
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	12.736
Desnivel (m)	DH	300
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	2,200
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	2,500
Pendiente media del río	(%)	2.36

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Determinación del CN

El número de curva (CN) básicamente resume las características más importantes del terreno en estudio, con relación al efecto precipitación-escorrimento. Antes de evaluar el valor del CN, se debe conocer la condición de humedad antecedente y las propiedades del suelo.

La condición de humedad antecedente (AMC) tiene tres niveles a considerar:

AMC-I: Bajo potencial de escurrimiento, en donde los suelos están suficientemente secos como para labrarlos, pero no hasta el punto de marchitamiento.

AMC-II: Condición media, es decir un promedio de las condiciones que han precedido a la ocurrencia de la avenida máxima anual.

AMC-III: Alto potencial de escurrimiento. La cuenca está prácticamente saturada por las lluvias antecedentes.

La condición de humedad antecedente puede ser estimada por la precipitación de los 5 días antecedentes, para este propósito se utiliza la siguiente tabla en la que figuran los límites de precipitación por categorías estacionales. Los límites de la estación de dormición (reposo vegetativo), se aplican cuando los suelos no están congelados ni cubiertos de nieve.

Cuadro N° 338: LÍMITES ESTACIONALES DE PRECIPITACIÓN

GRUPO AMC	Precipitación Total de los 5 días Antecedentes	
	Estación Dormición	Estación Crecimiento
I	Menos de 12.7 mm	Menos de 35.6 mm
II	De 12.7 mm a 27.9 mm	De 35.6 a 53.3 mm
III	Más de 27.9 mm	Más de 53.3 mm

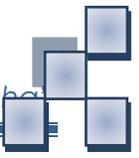
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Grupos Hidrológicos de suelos

Los principales grupos hidrológicos de suelos según el Soil Conservation Service son:

Grupo A (Bajo potencial de escurrimiento). Suelos que tienen alta velocidad de infiltración, aun cuando están muy húmedos, consisten principalmente en arenas o gravas profundas, bien a excesivamente drenadas. Estos suelos tienen alta velocidad de transmisión. Incluyen: Psamments, excepto aquellas en los subgrupos líticos, aquícos o aquídicos, suelos que no están en los grupos C o D y que pertenezcan a las familias fragmentarias, esqueleto arenosas o arenosas; suelos grosarénicos de Udults y Udalfs; y suelos en subgrupos areniscos de Udults y Udalfs, excepto por aquellas en familias arcillosas o finas.

Grupo B Suelos que tienen moderadas velocidades de infiltración cuando están bien húmedos. Consisten principalmente en suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente drenados a bien drenados, con textura moderadamente fina a moderadamente gruesa. Con moderada velocidad de transmisión.



Grupo C Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten principalmente en suelos con una capa que impide el descenso del agua, o suelos con textura moderadamente fina a fina. Tienen lenta transmisión de agua. La infiltración lenta puede deberse a sales o álcalis en el suelo o a mesas de agua moderadas. Pueden ser pobremente drenados a bien moderadamente drenados con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50 a 10 cm). Comprende los suelos poco profundos y coloides, aunque menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración inferior al promedio después de su saturación.

Grupo D (Alto potencial de escurrimiento), suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten principalmente en suelos de arcilla con alto potencial de expansión. Suelos con alto nivel freático permanente. Suelos con una capa de arcilla o arcilla endurecida en o cerca de la superficie. Suelos poco profundos sobre material bastante impermeable. Suelos con muy lenta infiltración debido a la presencia de sales o álcalis.

El análisis se realizó utilizando la base de datos del proyecto ZONISIG, e identificando los códigos y unidades de vegetación que pertenecen a las cuencas de estudio.

Cuadro N° 339: GRUPO DE SUELO Y NÚMEROS DE CURVA DE UNIDADES DE TERRENO - CUENCA JARCAS

NUMERO (NC)	CELDA	PESOS
68.	113179	7696172
74.	41807	3093718

NC PONDERADO 69.62

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro N° 340: GRUPO DE SUELO Y NÚMEROS DE CURVA DE UNIDADES DE TERRENO - CUENCA SELLA

NUMERO (NC)	CELDA	PESOS
68	225282	15319176
74	68758	5088092

NC PONDERADO 69.4

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Una vez asignados los grupos de suelo a cada unidad de vegetación e identificados los valores de número de curva (NC) para condiciones normales ver cuadro 23, se calcula el valor ponderado por grupo de suelo que para la zona de estudio tiene el siguiente valor.

NC=70.

Cuadro N° 341: RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS

DESCRIPCIÓN	CAUDAL MÁXIMO [m ³ /s]							
	PERIODO DE RETORNO							
	5	10	15	20	50	100	500	1000
Obra de Toma Chaupicancha		86.29			153.14	184.69	249.06	
Obra de Toma Negro Muerto		42.63			78.07	95.09	116.7	
Presa Rumicancha	10.72	25.42	30.97	35.05	40.1	60.34	89.17	93.04
Presa San Pedrito	5.72	8.98	9.35	12.54	17.8	22.16	33.25	37.88
Presa Jarcas	11.96	18.93	23.31	26.59	37.91	47.3	60.65	67.24

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los caudales máximos tienen la función de proteger las estructuras a construirse, se utilizaron tiempos de retorno para las obras de toma de 10, 50, 100 y 500 años respectivamente y en función de los criterios y características propias de cada una de estas se elegirá el tiempo retorno adecuado que otorgue seguridad a las mismas.

Para los represamientos se generaron caudales para periodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 50, 100, 500 y 1000 años que permitirán el diseño del desvío del río en el periodo de construcción de las presas y el cálculo de la amortiguación o laminación del embalse para el dimensionamiento del vertedero de excedencias.

A continuación se presenta un resumen de los caudales medios mensuales:

Cuadro Nº 342: RESUMEN CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Mes	CHAUPICANCHA		NEGRO MUERTO		RUMICANCHA		SAN PEDRITO		JARCAS	
	Caudal medio [l/s]	Aporte medio [m ³]	Caudal medio [l/s]	Aporte medio [m ³]	Caudal medio [l/s]	Aporte medio [m ³]	Caudal medio [l/s]	Aporte medio [m ³]	Caudal medio [l/s]	Aporte medio [m ³]
Octubre	3.98	10654	1.67	4470	1.91	5124	0.47	1246	0.92	2470
Noviembre	131.27	340253	55.08	142762	63.13	163625	15.36	39804	30.43	78872
Diciembre	525.08	1406381	220.31	590082	252.51	676316	61.43	164522	121.72	326006
Enero	930.83	2493130	390.55	1046054	447.63	1198923	108.89	291652	215.77	577919
Febrero	1038.23	2511689	435.62	1053841	499.28	1207848	121.45	293823	240.67	582221
Marzo	1443.98	3867548	605.86	1622725	694.40	1859868	168.92	452435	334.72	896515
Abril	354.03	917653	148.54	385024	170.25	441291	41.42	107349	82.07	212716
Mayo	47.73	127853	20.03	53644	22.96	61483	5.58	14957	11.07	29637
Junio	15.91	41243	6.68	17304	7.65	19833	1.86	4825	3.69	9560
Julio	7.96	21309	3.34	8941	3.83	10247	0.93	2493	1.84	4939
Agosto	7.96	21309	3.34	8941	3.83	10247	0.93	2493	1.84	4939
Septiembre	3.98	10311	1.67	4326	1.91	4958	0.47	1206	0.47	1206
Suma	4510.9	11769333.6	1892.7	4938113.6	2169.3	5659762.6	527.7	1376804.7	1045.2	2727001.6
Promedio	375.9	980777.8	157.7	411509.5	180.8	471646.9	44.0	114733.7	87.1	227250.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se presenta en la tabla la oferta anual de las cuencas de aporte de cada una de las quebradas intervenidas en lit/seg y m³.



LAMINACIÓN

Un reservorio de almacenamiento cumple la función de regulación, esto es, permite almacenar los volúmenes que escurren en exceso para que puedan aprovecharse cuando los escurrimientos sean escasos (CFE, 1986).

El tránsito de avenidas en reservorios es una técnica que se emplea para conocer el cambio de forma y el desplazamiento en el tiempo del hidrograma de entrada y salida del reservorio (CFE, 1986).

Para efectuar un tránsito de avenidas en reservorios debe conocer las relaciones entre almacenamiento y caudales de salida, para establecer esta relación es necesario manejar dos tipos de curvas: la de elevaciones - volúmenes de almacenamiento del reservorio, y la de elevaciones - volúmenes de salida por la obra de excedencias. La primera curva se obtiene a partir de los planos topográficos del vaso, la segunda, si se trata de un vertedero de cresta libre, es simplemente la curva de descarga de esa obra de excedencias. Mediante estas dos curvas se puede conocer, para cada volumen almacenado en la presa, la elevación del agua y con esta el gasto de salida, y de ahí la relación volumen de almacenamiento-caudal de salida (Chow, 1994).

El tránsito de avenidas en vasos tiene por objetivo principal obtener el hidrograma de salida de una presa a partir de proporcionarle su hidrograma de entrada. Este procedimiento resulta de gran utilidad, ya que algunas de sus aplicaciones son:

- a. Conocer el volumen de agua que deberá pasar por la obra de excedencias ante una elevación del vaso, y saber si la operación de las compuertas del vertedor es adecuada o no, para que cuando se presente una avenida no ponga en riesgo la presa, los bienes materiales o vidas humanas que se encuentren aguas abajo.
- b. Dimensionar la obra de excedencias, que será la encargada de conducir el volumen de agua que sobrepase la capacidad de almacenamiento del vaso.
- c. Calcular el NAME (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias) y dimensionar la obra de desvío y ataguías.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTUDIADO

Se realizó el cálculo para los embalses siguientes:

- a. **JARCAS**
- b. **SAN PEDRITO**
- c. **RUMICANCHA**

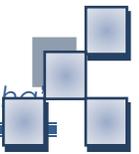
Metodología Aplicada

El tránsito de los hidrogramas generado en las cuencas estudiadas, fue calculado por el HEC-HMS. A continuación se detalla la metodología utilizada:

El programa HEC-HMS utiliza el método de Puls Modificado, este método es del tipo hidrológico – semiempírico y los datos ingresados son los siguientes: Número de subdivisiones para cada tramo, condición inicial de flujo (entradas=salidas o definición del caudal de salida), tabla de valores del almacenamiento (en miles de m³) en función de la descarga (m³/s).

Método de Puls Modificado

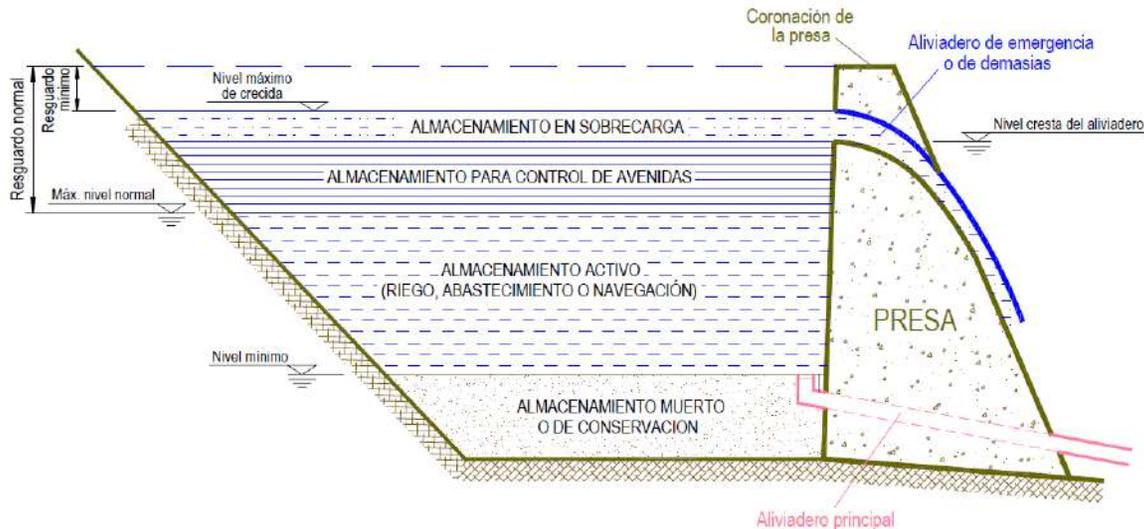
Este método, también conocido como método de Indicación de Almacenamiento o de Puls modificado (Viessman et al., 1989. Cap. 13), es el más empleado para circular una avenida a través de un embalse. Una onda de avenida que pasa a través de un embalse, es diferida y atenuada al entrar y difundirse



sobre la superficie del mismo. El agua almacenada en el embalse se evacua gradual y controladamente como caudal a través de conducciones que la llevan a las turbinas, o a través de estructuras de desagüe, denominadas aliviaderos principales, o en caso de avenidas extremas por los aliviaderos de emergencia.

Este método obtiene el hidrograma de salida de un embalse, conocido el hidrograma de entrada y las características de la relación almacenamiento-caudal de salida, que se asume como relación invariable. Igualmente, se supone que la superficie libre del embalse es horizontal, despreciando la curvatura de la misma durante el paso de la onda de avenida.

Gráfico N° 76: EMBALSE CARACTERÍSTICO



RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se detalla los resultados obtenidos utilizando la metodología planteada y con la ayuda del modelo desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. Hec-Hms.

A continuación se presentan los caudales laminados o caudales de salida de cada uno de los embalses:

Cuadro N° 343: RESUMEN CAUDALES LAMINADOS

DESCRIPCIÓN	CAUDALES LAMINADOS [m³/s]	
	PERIODO DE RETORNO	
	500	1000
Presas Jarcas	21.81	24.95
Presas San Pedrito	11.12	13.17
Presas Rumicancha	38.48	41.18

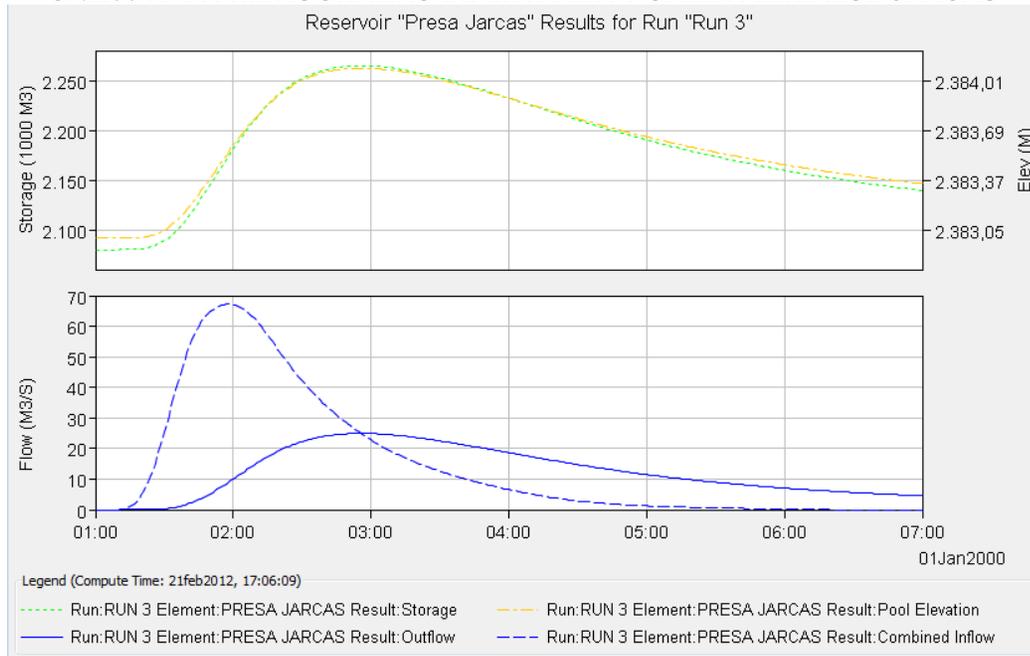
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con los datos de los caudales y las longitudes asumidas de vertimiento se calculan los tirantes máximos generados por las crecidas máximas.

Se detalla los resultados obtenidos en el cuadro siguiente al gráfico.



Gráfico N° 77: HIDROGRAMAS DE ENTRADA Y SALIDA EMBALSE JARCAS



Cuadro N° 344: RESUMEN DE TIRANTES CALCULADOS

DESCRIPCIÓN	Tirantes [m]	
	PERIODO DE RETORNO	
	500	1000
Presa Jarcas [L=10 m]	0.99	1.08
Presa San Pedrito [L=7.5 m]	0.77	0.86
Presa Rumicancha [L=15 m]	1.10	1.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

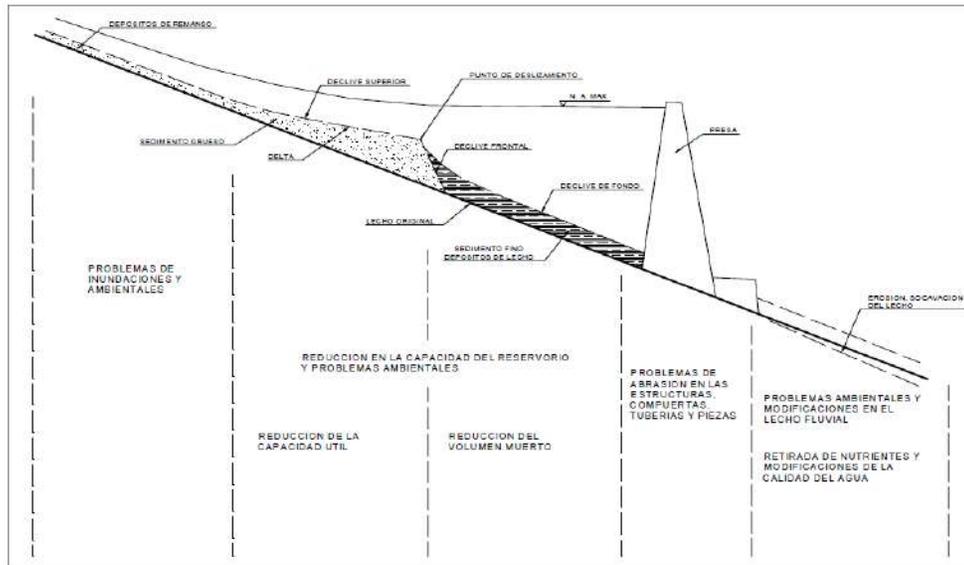
DETERMINACION DE SEDIMENTOS O ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO

Uno de los problemas fundamentales en ingeniería, en los que se refiere al diseño de embalses u obras de almacenamiento, es la determinación de manera por lo menos aproximada de su vida útil. De forma general la vida útil de embalses está determinada por las cantidades de sedimento que aportan las cuencas hidrográficas y que son transportadas por el río aportante hasta ser depositadas en el embalse.

El problema de la colmatación se constituye en el principal problema que amenaza de forma directa a los embalses y a las inversiones realizadas en éstos.



Gráfico Nº 78: PATRÓN DE DEPOSICIÓN TÍPICO DE LOS SEDIMENTOS AL INTERIOR Y VECINDADES DE UN EMBALSE Y PROBLEMAS ASOCIADOS



Estos patrones son ilustrativos de la ocurrencia de deposición en embalses de montaña caracterizados por la elevada pendiente del curso de agua que aporta al embalse de montaña.

De acuerdo al alto grado de pendiente que presentan los embalses de montaña, la deposición de los sedimentos más gruesos se dará en alguna distancia más debajo de lo que se da en embalses de zonas llanas.

Durante el proceso de sedimentación, el tamaño del sedimento juega un rol fundamental. Éste, una vez asentado, adquiere una densidad inicial, la cual, a su vez, es función del tamaño de las partículas. Dicha densidad es otra variable importante a considerar, debido a que una masa dada de sólidos ocupará una mayor porción del volumen de almacenamiento si su densidad es baja.

METODOLOGÍA APLICADA

Para la determinación del volumen muerto de los 3 embalses que se tiene previsto en el proyecto: Jarcas, San Pedrito y Rumicancha, se utilizó métodos estadísticos y empíricos experimentales para la determinación de la producción de sedimento de las cuencas de aporte tanto en suspensión como de descarga de fondo.

Métodos estadísticos:

- Lawrence
- Djorovic

Métodos experimentales:

- RUSLE (ECUACIÓN UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELOS REVISADO)

A continuación se presenta un cuadro resumen de los volúmenes y el método que se utilizó para la estimación de la altura muerta para cada uno de los embalses proyectados:

**Cuadro Nº 345: RESUMEN DE LOS VOLÚMENES DE SEDIMENTOS CALCULADOS**

CUENCA	METODO	AÑOS DE OPERACIÓN	PRODUCCIÓN ESPECÍFICA [Ton/ha/año]	VOLUMEN SEDIMENTO [m ³]	COEF. RETENCIÓN	VOLUMEN MUERTO [m ³]	ALTURA MUERTA [m]
RUMICANCHA	LAWRENCE	50	1,034.05	1,360,212.33	0.97	1,319,405.96	18
SAN PEDRITO	LAWRENCE	30	1,311.19	251,881.40	0.96	241,806.14	17
JARCAS	LAWRENCE	30	1,754.41	667,500.17	0.95	634,125.16	26

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En base a los resultados obtenidos podemos concluir:

- Los valores calculados de producción de sedimentos fueron analizados mediante métodos experimentales y estadísticos, siendo los resultados obtenidos de estos últimos los que nos dieron valores más aproximados a las tasas específicas medidas de producción de sedimentos en el valle central de Tarija, en base a esta comparación asumimos el método de Lawrence como el que más se adecua a las características de las cuencas estudiadas.

Como datos de referencia se utilizaron las batimetrías realizadas en el análisis y procesamiento de la información publicada en la Estadística Hidrológica hasta 1983 Tomo II: Sedimentología - Nivología (MOSP, Agua y Energía Eléctrica, 1987), concretamente en las estaciones Algarrobito – San Telmo y Astilleros, ambas ubicadas en el río Grande de Tarija, del cual son afluentes el Guadalquivir y el Tolomosa, conduce a establecer lo siguiente:

- En la estación Algarrobito – San Telmo, el transporte promedio anual de sedimentos se estima en 11.418.000 toneladas/año, que equivale a una tasa específica de 1.091,59 toneladas/km²/año (periodo de registro: 1968 – 1981).
- En la estación astilleros, se alcanza un valor promedio de 10.969.400 toneladas/año, es decir, una tasa específica de 1,142.65 toneladas/km²/año (periodo de registro: 1969 – 1983).
- El promedio aritmético de las cifras correspondientes a las dos estaciones mencionadas arroja un valor de 1,117 toneladas/km²/año.

También se utilizó como valores de referencia los estudios batimétricos realizados en el embalse San Jacinto en 1989, 1995 y 2004, cuyos resultados, en relación a la cantidad de sedimentos acumulados. A continuación se presenta el detalle de los resultados obtenidos en cada periodo medido:

- En el periodo 1989 – 1995, se han depositado en el embalse 4.121.721,9 m³ de sedimentos, lo que significa un promedio anual de 736,022 m³ o 2385 toneladas/km²/año.
- En el periodo 1995 – 2004, han llegado al embalse 4.160.937,9 m³, esto quiere decir, un promedio anual de 462.326 m³ o 1498 toneladas/km²/año.
- Entre 1989 y 2004, se depositaron en el embalse 8.282.659,8, lo que arroja un promedio anual de 567305 m³ o 1,838 toneladas /km²/año.

Adicionalmente, con fines comparativos, se utilizó otros estudios de la producción de sedimentos de la cuenca en estudio y de cuencas próximas a la zona del proyecto:

- (SYNCONSULT, S.L., 1987), indican que la erosión específica de los suelos en las cuencas de los ríos Trancas, Canasmoro y Sella, que forman parte del Valle Central de Tarija y de la cuenca del río Grande de Tarija, alcanzan los valores que se presentan en el cuadro siguiente, estimados.

Los valores de producción específica de sedimentos son obtenidos a partir de las fórmulas de Lawrence y Djorovic.

**Cuadro N° 346: RESULTADOS CALCULADOS DE EROSIÓN ESPECÍFICA**

Cuenca	Erosión específica (toneladas/km ² /año)
Trancas	2300
Canasmoro	2266
Sella	2017

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4.5.1.3 GEOLOGÍA

2.4.5.1.3.1 SITUACION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO

Los municipios Méndez y Cercado, al cual geográficamente pertenece el proyecto, presenta dos zonas fisiográficamente diferenciadas; la zona montañosa, que comprende las estribaciones de la Cordillera Oriental, formada por serranías importantes como son: Sama, Laderas, Barrancas, donde se encuentran las principales cabeceras de valle y las áreas de ladera.

De acuerdo al Mapa Ecológico de Bolivia, el área en actual estudio se encuentra en la región Templada de Tierras y Valles.

Clima

La cuenca del río Sella corresponde a un clima semiárido frío (Mesotermal semiárido) por tanto del área del proyecto es semiárido fresco, la temperatura media anual esta entre 16,9 y 18,1 °C, la mínima media entre los 8,9 y 10,6 °C, la máxima extrema es 32°C

La insolación / radiación media anual de la región es de 7,1 horas / día. La precipitación varía desde 500 a 1.100 mm por año, en la dirección noreste – sureste la precipitación media anual es de 542,6 mm., de los cuales alrededor del 88% se concentra en el periodo noviembre a marzo. El régimen de vientos moderados mantiene una dirección predominante del Sur al Norte.

En promedio para una serie de 36 años de registros la estación El Tejar presenta una precipitación media anual de 621.9 mm y la evaporación media anual es de 1.515 mm.

Orografía

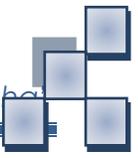
El área de estudio forma parte de la Cordillera Oriental, con una altitud entre los 2.000 y 2500 m.s.n.m., y se encuentra configurando el paisaje montañoso de la zona.

Las serranías de San Nicolás Loma y Cerro Calderas con rumbo aproximado norte-sud, se consideran los principales accidentes topográficos dentro de la zona de estudio.

Geomorfología

La zona del proyecto tiene características geomórficas complejas como resultado de los movimientos tectónicos y procesos morfológicos a los que estuvo sometido en épocas pasadas, los mismos que son responsables del desarrollo y evolución del paisaje actual, diferenciando las dos provincias fisiográficas: la Cordillera Oriental y Subandino.

El proyecto forma parte de la Cordillera Oriental, se caracteriza por su aspecto masivo, fuertemente disectado con rumbos predominantemente norte-sur que da origen a piedemontes, llanuras, terrazas y algunos valles estrechos. En general las rocas constituyentes fueron fuertemente plegadas y deformadas, falladas y tectonizadas como consecuencia de los eventos geológicos a las que estuvieron sometidas. La amplia variedad litológica y su variabilidad petrológica ha favorecido la presencia de típicas inversiones de relieve, donde es frecuente observar valles localizados en anticlinales erodados, y montañas, colinas o serranías modeladas en estructuras sinclinales. La acción glacial en el pasado se manifiesta en las zonas altas, con depósitos morrénicos y depósitos fluvio-glaciales.



La escasa cobertura vegetal en muchos sectores, tanto de las montañas como de las serranías, ha incidido desfavorablemente en la protección de los suelos, los cuales están sometidos a procesos geomórficos muy activos, como erosión laminar, en surcos, en cárcavas, formación de bad lands y otras formas de remoción en masas, que van degradando y modelando el paisaje.

La descripción estratigráfica se desarrolla de acuerdo a la conformación de grupos y formaciones, dentro del contexto de lito-estratigrafía Boliviana. En la zona del proyecto afloran los siguientes materiales y formaciones con asignación petrográfica:

Cuaternario.-

El material Cuaternario se refiere a procesos recientes se los puede agrupar de la siguiente manera:

Cuaternario Aluvial

El Cuaternario aluvial se encuentra depositado a lo largo de los diferentes cursos de agua en el proyecto, se caracteriza por su movilidad, está conformado por arenas, gravas de diferente gradación, arenas finas, cantos rodados subredondeados, heterogéneos los mismos han sido afectados por un intenso transporte eólico y fluvial, siendo reabajados y seleccionados durante su transporte, en general en los diseños de acceso a Jarcas y San Pedrito, este tipo de material tiene muy poca influencia en los trazos .

Cuaternario Coluvio fluvial

El coluvio de pie de monte con poca movilidad, se encuentra depositado principalmente en las laderas de las serranías, depósitos de estos materiales están constituidos principalmente por fragmentos angulosos de roca fracturada y depositada por gravedad en las laderas, como un depósito suelto y completamente permeable.

Debido a que este material esta compuesto por fragmentos de areniscas, limolitas o lutitas blandas, no puede ser usado como material de préstamo.

Terraza Aluvial

Las terrazas se encuentran encajadas en las quebradas conformadas por depósitos aluviales y fluvio coluviales. Actualmente se hallan afectadas por agentes erosivos, los cuales provocan deslizamientos, acarreo de los materiales y la pérdida de la forma de las terrazas. Corresponden a antiguos lechos o cursos de ríos y que al presente han quedado con cierta diferencia de nivel sobre lechos actuales, que por los efectos de su erosión retrógrada forman terrazas, donde crece vegetación arbustiva, su composición granulométrica es similar a la de los depósitos aluviales con cantos de rocas medianos, gravas y arenas.

Devónico

Formación Huamampampa (Dhu)

La Formación Huamampampa, tiene una litología de areniscas y limolitas, de tonalidad gris, donde en la parte inferior concuerda con la Formación Icla y con la parte superior con los materiales de edad Cuaternaria, en la zona del proyecto afloran al extremo Este del sitio de presa de Jarcas.

Esta unidad litoestratigráfica, aflora al noreste y sureste de la ciudad de Tarija en las cabeceras del río Sella, cuenca de Yesera, serranía El Cóndor, el cerro Picacho (2.187 m) y junto al puente El Ancón, 5 Km. al Norte de Uriondo.

En la sección Sella - Yesera, esta compuesta predominantemente de areniscas de grano fino a medio con matriz limosa de color gris y gris verdusco claro, estratos de aspecto macizo, y limolitas gris oscuras con intercalaciones de lutitas.

En esta Formación se encontró fósiles de braquiópodos, trilobites, gastrópodos, conularias, corales y otros. Se le asigna una edad devónica inferior a media (Emsiana), en base a su posición estratigráfica por encima de la Formación Icla fosilífera.

Formación Icla (Dic)

Está constituida por lutitas con algunos niveles de arenisca, se ajusta a una edad geológica Devónica, concuerda con la Formación de Santa Rosa en la parte inferior y en la parte superior con la Formación de Huamampampa.

En la zona del proyecto se emplaza al Este de los proyectos de Jarcas y San Pedrito, de rumbo Norte - Sud.

Aflora en las cabeceras del río Sella, cuenca de Yesera, Caldera Grande, serranía El Cóndor, cerros Picacho (2.187 m) y Ancón (2.282 m).



Litológicamente, esta compuesta por limolitas micáceas y areniscas limosas (a veces ferruginosas) de color gris, por lo general de aspecto macizo.

Silúrico

Formación Santa Rosa (Ssr).

Las rocas de esta unidad afloran en la parte central y Este de los proyectos de Jarcas y San Pedrito, ocupando los altos conspicuos de las serranías homoclinales, la litología está compuesta por areniscas conglomerádicas sabulíticas de coloración blanquecina amarillenta a rojiza.

Se muestra en la mayoría de los afloramientos de los estratos sub verticales, con estratificación cruzada gruesa, la matriz de esta roca es arenosa y el cemento en algunos casos es férrico en otros arcilloso.

Esta unidad litológica constituye la parte inferior del sistema geológico Devónico. Se halla bien expuesta y con gran desarrollo areal, Descansa sobre la Formación Tarabuco y por encima yace la Formación Icla.

Esta formación en la zona de Sella esta constituida por areniscas de grano medio a grueso de color gris rosado a naranja pálido con estratificación entrecruzada característica.

En la provincia Cercado, se apoya en contacto normal sobre la Formación Tarabuco del Silúrico y soporta en concordancia a la Formación Icla del Devónico. Su espesor estimado para la sección Sella -Yesera es de 500 m. Se le atribuye una edad devónica inferior, el contenido arenoso de los sedimentos de la Formación Santa Rosa indica un ambiente marino de plataforma proximal.

Formación Tarabuco (Stb)

La Formación Tarabuco, tiene una litología de alternancia de arenisca y lutitas de edad Silúrica superior, concuerda con la Formación Kirusillas en la parte inferior y con la Formación Santa Rosa en la parte superior.

En la zona del proyecto se ubica al Oeste del proyecto en Jarcas y al Norte de San Pedro.

Los afloramientos de esta Formación se ubican en el tramo Sella-Gamoneda, filo San Jacinto, localidad de Panti Pampa y en la estructura plegada inmediata a la comunidad de Pampa Redonda.

En la zona del proyecto, esta compuesta por una alternancia de areniscas, areniscas limosas y lutitas de color gris olivo claro a gris verdosas, mostrando un predominio arenoso en su composición litológica, diferente a la sección tipo, donde alternan proporcionalmente areniscas y lutitas.

En la región, está en relación concordante por encima de la Formación Kirusillas y por debajo de la Formación Santa Rosa del Devónico. El espesor estimado para la sección Sella - Yesera es de 400 m.

Formación Kirusillas (Skr).

La Formación Kirusillas se ubica en la parte central del río Sella, litológicamente está constituida por lutitas gris oscuras, bien consolidadas micáceas, untuosas al tacto, se intercalan con delgadas capas de areniscas gris blanquecinas bien consolidadas de grano muy fino.

Esta Formación se halla expuesta al noreste de la ciudad de Tarija, extendida con rumbo Norte 15º Este, desde las cercanías de San Pedro de Buena Vista hasta el límite norte de la provincia Cercado, pasando junto al río Chaupicancha.

Hacia el norte y sur del río Sella, tiene una gran cantidad de estratos de areniscas interestratificadas con lutitas y limolitas gris oscuras.

El límite estratigráfico inferior es concordante con la Formación Cancañiri y el superior concordante con la Formación Tarabuco.

En el angosto de Jarcas, las lutitas y limolitas contienen restos de plantas vasculares fósiles de Cooksonia caledónica.

Se le asigna una edad silúrica (Ludloviana) en base a elementos paleontológicos y estratigráficos, los sedimentos de esta Formación se depositaron en ambiente marino somero de plataforma o costanero.

Formación Cancañiri (Scc)

Esta formación está constituida por diamictitas marrones a gris verdosas, areniscas y limolitas micáceas, en la zona del estudio se encuentra en la parte central de la sub-cuenca Rumicancha.

Suprayace, sobre la Formación de Kirusillas, desarrollada en la zona de San Pedrito y al pie del cerro Negro Muerto.

Esta unidad litológica constituye la parte basal del Silúrico. Aflora al noreste de la ciudad de Tarija, en afluentes del río Sella (río Chaupicancha, quebrada Rumi Orkho) y en las cabeceras del río San Pedro.

El afloramiento, se compone de diamictitas gris oscuras o gris verdosas con clastos de arenisca, cuarcitas, de diferente tamaño y formas, enclavados en una matriz limo arcillosa.

En la zona de estudio afloran rocas de edad Ordovícica, en las cuales afloran rocas sedimentarias diferenciadas según su identificación estratigráfica, en formaciones Sella y San Benito.

Formación San Benito (Osb)



En la zona de estudio, afloran las rocas de edad Ordovícica, en especial la Formación de San Benito (Osb), en la parte Oeste del proyecto Rumicancha, en el sector Noroeste y Sudoeste del río la Sella; del presente estudio.

Las características petrográficas de las rocas de la Formación San Benito, pertenecen al Grupo Cochabamba, tiene una litología dominante de cuarcitas con estratos de areniscas intercaladas con lutitas, aproximadamente tiene un espesor de 500 m, se apoya discordantemente con la Formación Cancañiri.

Formación Sella (Ose)

Constituye la unidad litológica superior del Ordovícico en Tarija, los únicos afloramientos se ubican al noreste de la ciudad de Tarija y comprenden las elevaciones plegadas y falladas de Monte Cercado Loma y de la Santa Cruz Loma hasta las márgenes del río Sella.

Está constituida por areniscas gris claras, en bancos gruesos que se intercalan con areniscas arcillosas, esta sobrepuesta por las diamictitas de la Formación Cancañiri.

El proyecto forma parte de la Cordillera Oriental, se caracteriza por su aspecto masivo, fuertemente disectado con rumbos predominantemente norte-sur que da origen a piedemontes, llanuras, terrazas y algunos valles estrechos. En general las rocas constituyentes fueron fuertemente plegadas y deformadas, falladas y tectonizadas como consecuencia de los eventos geológicos a las que estuvieron sometidas. La amplia variedad litológica y su variabilidad petrológica ha favorecido la presencia de típicas inversiones de relieve, donde es frecuente observar valles localizados en anticlinales erodados, y montañas, colinas o serranías modeladas en estructuras sinclinales. La acción glacial en el pasado se manifiesta en las zonas altas, con depósitos morrénicos y depósitos fluvio-glaciales.

La cuenca principal, considerando el cierre, en el eje de la presa Rumicancha, conformado por los aportes del mismo Rumicancha y las sub cuencas de San Pedrito y Jarcas, tiene una forma alargada de dirección Noreste hacia el Sudoeste, cuya longitud geométrica es de 19 Km. de largo y el ancho de la misma es de 5 Km.

El objetivo del estudio geológico, es el de determinar las unidades geológicas existentes, sobre las que se proyectaran las futuras obras civiles, identificando los problemas o accidentes geológicos, que pudieran afectar la estabilidad de las obras que se diseñen como parte del proyecto en estudio.

Como resultado de los trabajos de campo se puede indicar que existe roca "in situ" consolidada, tanto en los lechos como en los estribos de las tres presas, dispuesta en capas estratificadas, en los estribos la roca adopta una posición concordante a la estratificación general y disposición casi paralela en el lecho a la dirección del flujo del agua en especial en la Presa San Pedrito.

Desde el punto de vista geológico no existen problemas que pudieran impedir la construcción de las presas, se deberá lograr la estanqueidad de la roca en los ejes de las presas para evitar filtraciones y garantizar la utilidad de las obras a ejecutarse.

a) Presa Rumicancha

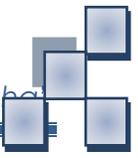
La quebrada Rumicancha, se halla ubicada en el margen izquierdo del río Sella, tiene una geomorfología de amplia terraza en ella se emplazan cuerpos aluviales dominados por afloramientos de rocas que corresponden a cuarcitas y areniscas de color marrón intercaladas con lutitas, que se emplazan en el flanco izquierdo del eje de la presa, sobre ella descansan de manera discordante rocas diamictitas, areniscas y lutitas.

Eje de Presa

El Eje de Presa seleccionado fue realizado en base a los aportes de agua existentes en la cuenca de la quebrada Rumicancha, por las condiciones geológicas y características de las rocas que afloran en la zona y la naturaleza de la cerrada.

En el sitio escogido como cierre de la presa, en ambos márgenes de la quebrada se observan afloramientos de roca meteorizada y cubierta por vegetación especialmente en el estribo derecho.

Los contrafuertes que afloran en el eje de la presa que son de origen sedimentario servirán como apoyos para poder retener el agua del lecho de la quebrada.



Sitio del Eje de Presa Rumicancha

El eje de presa tiene una longitud de 300m. aproximadamente, el tramo plano del eje esta conformado por una terraza aluvial que tiene una altura promedio de 2 a 3m., desde la base del talud derecho (dirección del flujo de agua), hasta el sector donde actualmente circula la corriente de agua, luego el eje se desplaza sobre el extremo izquierdo donde comienza a ascender hacia el estribo izquierdo con menor ángulo de inclinación en su talud.

En el extremo derecho del eje de la presa, la terraza esta compuesta por material aluvial, conglomerado, cantos rodados, arena y grava, va ascendiendo en forma abrupta, donde se observan afloramientos de roca, material coluvial depositado sobre el talud y bloques de roca de diferente tamaño.

En el sector derecho cerca del pie del talud se observa un antiguo cauce del rio, en superficie se observa material de rodado que es coincidente con el aluvial de la quebrada.

Este cauce antiguo debe ser investigado mediante perforaciones a diamantina, determinar su profundidad, lo que permitirá diseñar el perfil de excavación donde se fundara la presa.



Cauce antiguo de la quebrada margen derecho

Estribo Derecho

El Estribo Derecho se dispone en forma más abrupta con un talud con afloramiento de limolitas de color pardo amarillento, intercalada con areniscas, en general los afloramientos se encuentran meteorizados alterados por efectos del intemperismo y cubiertos de vegetación.

El contacto geológico en la quebrada Rumicancha, esta interpuesto por el emplazamiento de la falla inversa conocida como falla Rumicancha, que separa de manera discordante a las formaciones



Ordovícicas y Silúricas, la posición de dicha falla, provoca dislocaciones de los estratos, con caídas y solevantamientos de buzamientos totalmente alterados, especialmente en la zona del margen derecho de la quebrada Rumicancha.



El estribo derecho está compuesto por areniscas de color naranja, que en superficie se encuentra meteorizado, con alturas superiores a los 50,00m.

Estribo Izquierdo

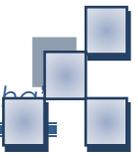
El estribo izquierdo de la presa está conformado por un talud con altura superiores a los 80,00m cubierto con vegetación la disposición de los afloramientos le confieren estabilidad al talud, en general tiene niveles de estabilidad normalmente estables, con grados de susceptibilidad a deslizamiento muy bajos.

En el estribo izquierdo del lecho de la quebrada Rumicancha, afloran rocas que pertenecen a una edad Ordovícica, con rumbo de 06° NE, el buzamiento de los estratos es de 22° NW, por encima se halla cubierto por material coluvial fluvial, de poca movilidad de un espesor variable entre 2 y 4 metros conformado por limos, arenas, arcillas y clastos de rocas.



El estribo izquierdo tiene un talud con menor ángulo de reposo, lo cual confiere estabilidad, para el emplazamiento y apoyo de la presa

Vaso de Almacenamiento



Las aguas captadas por la quebrada Rumicancha, serán embalsadas por una presa cuya área de inundación ocupara terrenos con material cuaternario de tipo terraza aluvial y laderas estables con estratos de areniscas, que en algunos sectores tienen cubierta coluvial, en general no se observan sectores con problemas de estabilidad o posible erosión rápida de materiales durante la operación del embalse.

Se ha realizado un recorrido desde el eje de presa, hasta el final del área de embalse, en el recorrido se pudo comprobar la presencia de material rocoso a lo largo del vaso de almacenamiento en un porcentaje elevado, depositado por encima del Cuaternario Aluvial.

En todo el sector de anegamiento del embalse, no se han observado laderas inestables o con posibilidades de derrumbes o deslizamientos.

El vaso de almacenamiento en todo su extensión mayoritariamente está constituido por areniscas de grano fino, cuarcitas intercaladas en algunos sectores con lutitas de color negruzco, las paredes del vaso están aseguradas para el embalse, en general se presentan cuerpos solevados y empinados, estas rocas servirán como contrafuerte para el embalse, en general el vaso tiene una buena capacidad para retener el agua a embalsar evitando que la misma desborde.

Los contrafuertes laterales no presentan riesgo de deslizamiento, erosión, o derrumbes, debido al control litológico de las rocas, presentando una estabilidad favorable y garantizada.

El vaso de almacenamiento es un valle amplio, en ambos márgenes de la quebrada existen amplias terrazas aluviales que se constituyen en terrenos destinados al cultivo, en general el vaso está protegido por afloramientos de roca.



Vaso de almacenamiento sobre terrenos de cultivo



Afloramientos de roca como contrafuertes en el vaso de almacenamiento

En el vaso también se puede observar el lecho de la quebrada que tiene material aluvial y restos de bloques de roca que tienen poco transporte de diferente dureza y calidad.



Lecho quebrada Rumicancha con material aluvial de diferente gradación

Perforaciones a diamantina

Se realizó la perforación de (8) pozos con dirección vertical, con la finalidad de conocer la composición del material litológico en profundidad del proyecto indicado.

Sobre el eje de la Presa Rumicancha se realizaron 6 perforaciones.

En la Obra de Toma de Negro Muerto se ejecutaron 2 perforaciones.

El sistema de perforación consiste en la utilización desde boca de pozo, de un core barrel NQ de 3 m de longitud y tubería de perforación del mismo diámetro, como fluido de lubricación y refrigeración de la perforación, se utilizó el agua de la quebrada Rumicancha.

Para la extracción de las muestras, se utilizó un tubo portatestigos (core barrel) de doble pared, de 3m de longitud, con diámetro NQ (75 mm) de diámetro exterior, con el que se obtiene testigos de roca de 47.6 mm de diámetro.

Los testigos de roca recuperados del core barrel, fueron colocados en cajas de madera, registrándose la profundidad de la maniobra en cada uno de los pozos.

Colocados los testigos en las cajas, se procedió a la medición y descripción de estos, al concluir la perforación, las cajas con muestras han sido registradas, fotografiadas, y embaladas para ser entregadas al propietario o responsable del trabajo.

Durante la perforación de los (8) pozos, al atravesar el material aluvial y rocas fracturadas, fue necesario encamisar los pozos, por los derrumbes constantes, debido al fracturamiento de las rocas y la calidad del material, no se pudieron realizar pruebas de permeabilidad tipo Lugeón, en todos los tramos planificados.

Se perforaron 181,00 m., los (8) pozos se ejecutaron con la técnica de perforación a diamantina por el sistema wire line con diámetro NQ.

El detalle de las Perforaciones y Ensayos de Permeabilidad se indica en lasiguiente cuadro:

Cuadro N° 347: Resumen de Perforaciones y Pruebas Lugeón

Pozo	Profundidad (m.)	Pruebas de Permeabilidad	Nº Cajas de Testigos
I Presa Rumicancha			
Pozo N° - 1	20,00	2,00	2.0
Pozo N° - 2	25,00	4,00	4.0
Pozo N° - 3	30,00	5,00	4.0
Pozo N - 4	40,00	6,00	6.0

Pozo N - 5	25,00	4,00	4.0
Pozo N° - 6	20,00	3,00	3.0
II Obra de	Toma Negro	Muerto	
Pozo (P-1)	11,00	1,00	1.0
Pozo (P- 2)	10,00	1,00	1.0
TOTAL	181,00	26,00	25.0

Fuente: Elaboracion Propia

Permeabilidad

Se han ejecutado pruebas de permeabilidad en los 8 pozos, la permeabilidad del material atravesado durante las perforaciones ha sido, medida y calculada en diferentes profundidades.

Para la ejecución de las pruebas se utilizó un equipo compuesto por un sello o packer simple de 3,00m de largo, un hidrometro, un manómetro, un pulmón supresor del golpe de ariete y una bomba de agua para la inyección en los tramos ensayados.

Los resultados de las pruebas de permeabilidad se encuentran en los anexos respectivos.

Pantalla de impermeabilización

De acuerdo a los resultados de las perforaciones, la calidad de la roca y la permeabilidad de la misma, se sugiere que se diseñe una Pantalla de Impermeabilización, sobre el eje de la presa, mediante el esquema de 3 bolillos, con equidistancias entre los pozos de 5,00m y profundidades en el lecho de la quebrada Rumicancha entre 25,00 a 30,00m, las profundidades deben ser menores en ambos taludes donde la presión hidráulica es menor. El objetivo de las inyecciones es el de penetrar y consolidar dentro de la fundación, tanto las discontinuidades más abiertas, planos de estratificación, diaclasas, grietas y microgrietas.

Los pozos deberán ser ejecutados por el sistema de rotación o rotopercusión, no es necesario que sean con extracción de testigos, durante la ejecución de los trabajos se elegirán los pozos que se necesiten tener muestras del material perforado.

Asimismo al inicio de los trabajos se determinara la ejecución de ensayos Lugeón o pruebas de permeabilidad.

La Inyección se debe ejecutar de abajo hacia arriba, en tramos no mayores a 3,00m de profundidad, se puede utilizar una lechada compuesta por cemento y agua, iniciando una mezcla de 2/1.

Si la absorción es elevada se debe cambiar la dosificación hasta lograr el Rechazo a la Inyección, en la tabla N° 11 se muestra de manera indicativa, la dosificación que se puede utilizar.

Cuadro N° 348: Lechadas para Dosificaciones de Inyecciones

DOSIFICACIÓN	MEZCLA N°		MEZCLA	
	Litros Agua	Bolsas Cemento	Volumen Litros	Peso Kg.
A: C				
2:1	100	1	117.2	150
1:1	100	2	134.5	200
1:1.25	100	2 1/2	143.1	225
1:1.5	100	3	151.7	250

Fuente: Elaboracion Propia

A: peso del agua, C: peso del cemento

N° de bolsas de cemento de 50 kg c/u, por cada 100 litros de agua



Con relación a la presión de inyección esta puede variar desde 0 hasta 10 Kg / cm², dependiendo de la profundidad y la calidad de la roca, la inyección concluye al obtener la presión de rechazo, al cabo de 10 minutos de no absorción.

Cuando existe pérdida o fuga de la lechada, se debe parar la inyección y esperar que fragüe la lechada y luego reanudar la inyección, inicialmente con una dosificación liviana y luego continuar con la lechada con mayor dosificación.

Los ensayos deben reportar: N° de pozo, fecha, presión de inyección, tramo de inyección, tipo de lechada, volumen de absorción, tiempo de inyección y otros aspectos que no se describen.

Los materiales de inyección son los siguientes:

- Agua, previamente será sometida al análisis físico químico para determinar los parámetros del ión cloruro, sodio, conductividad y pH y el contenido de materia orgánica.
- Cemento, se recomienda utilizar cemento Pórtland Puzolánico.
- Bentonita, material adecuado para la impregnación de las fracturas.

Equipo de inyección:

- Un equipo de perforación a rotación
- Una mezcladora con agitador
- Una bomba de inyección
- Medidor de agua
- Manómetro para el control de la presión y mezcla de inyección
- Obturadores de goma, mangueras y accesorios

b) Presa Jarcas

La presa Jarcas se caracteriza porque el embalse será construido en un sector angosto del río de Jarcas, con afloramientos de diferentes tipos de rocas sedimentarias de grano fino.

Los estudios geológicos aplicados a obras de ingeniería civil, tienen por finalidad establecer las características o atributos que presentan las rocas que servirán como terrenos de fundación y almacenamiento de agua; teniendo como objetivos principales, el de dar seguridad y economía a la obra proyectada.

Eje de Presa

El cierre de la presa estudiada se encuentra sobre material de origen sedimentario, consolidado, de edad del Silúrico y Cuaternario en el lecho del río Jarcas la zona presenta un aspecto geológico uniforme.

La geomorfología del eje de presa está controlada por dos contrafuertes de areniscas de color blanquecino intercaladas con diamictitas, son rocas competentes, formando un valle joven en "V", y se define como valle homoclinal con diseño de drenaje tipo parrilla.

Los afloramientos de roca tienen los siguientes datos de estructura

Rumbo: 05° - 12° NE Buzamiento: 69° - 73° SE.



Sitio eje de presa vista desde aguas arriba

El eje de presa tiene un cierre muy angosto, lo que permite proyectar la construcción de una presa de Hormigón, económicamente es más favorable, la longitud de coronamiento no es muy grande y la calidad de la roca sirve de apoyo de la presa.



Una característica que se tiene que tomar en cuenta es la disposición de los estratos, con planos de estratificación casi en disposición paralela a la dirección del flujo del lecho, asimismo la roca se encuentra diaclasada, en 3 direcciones, tipo cubico, en superficie se encuentra meteorizada como consecuencia de los agentes atmosféricos.

Sobre los estratos en el lecho de la quebrada Jarcas, no se deposita material aluvial, los bancos de areniscas tienen un espesor que varía de 0,60 a 2,50m., los planos de estratificación se encuentran separados con un ancho de 0,40-0,50m, debido a que el material de relleno ha sido erosionado por el agua de la quebrada, estos planos se constituyen en potenciales caminos para la salida del agua a embalsar.



Eje de Presa, planos de estratificación abiertos sin relleno (lecho quebrada y estribo derecho)

Las fracturas que tienen los afloramientos son abiertas hasta 1 mm de abertura, tienen una orientación N48°W y E35°W, que a través de ellas y el ajuste de los planos de estratificación en dirección al drenaje, las aguas embalsadas podrían filtrar a través de ellas.

Estribo Derecho

El Estribo Derecho se dispone con un talud que tiene una inclinación de 50° aproximadamente, con afloramiento de areniscas, cuarcitas, limolitas de color pardo amarillento, en general los afloramientos se encuentran meteorizados alterados por efectos del intemperismo y cubiertos de vegetación.

El estribo en la parte superior tiene afloramientos de roca de gran espesor, también con planos de estratificación abiertos y fracturados.

También sobre el talud se dispone material coluvial y bloques de diferente tamaño que tienen poco transporte.

Desde el punto de vista estratigráfico los afloramientos corresponden al periodo Silúrico, en general las rocas presentan aspecto masivo, el estribo por su disposición natural proporciona seguridad al embalse de agua.





Estribo derecho de la presa, bancos de areniscas sin relleno en planos de estratificación

Estribo izquierdo

El estribo izquierdo de la presa está conformado por un talud con contrafuertes de altura superior a los 100m, el afloramiento está compuesto por rocas de diferente composición en partes cubierto con vegetación, la disposición de los afloramientos le confieren estabilidad al talud, en general no tiene sectores inestables, con grados de susceptibilidad a deslizamiento muy bajos.

En el estribo izquierdo del lecho de la quebrada Jarcas rocas afloran pertenecen al periodo Silúrico, con rumbo de 06° NE-NS, y buzamiento de 22° NW, el talud en algunos sectores tiene material coluvial de poco espesor.

Las rocas que afloran se encuentran fracturadas, los planos de fractura están cubiertos por relleno de material terroso y restos de material coluvial.

En la parte media del eje de presa, en la parte baja las estructuras son más estables, fundamentalmente en el lecho de la quebrada.

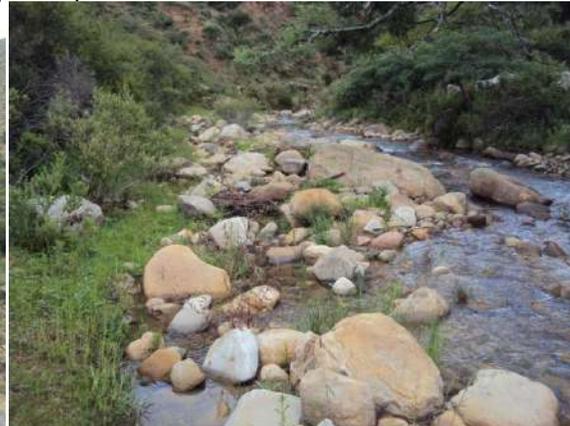


Estribo izquierdo contrafuertes de gran magnitud

En la parte superior los estratos se disponen en posición sub-vertical, los cuales, se desprenden de entre sí, de manera rotativa, al final son estabilizados por la potencia de los estratos que varían desde 0.20 a 2,0m de espesor.

Vaso de Almacenamiento

El Vaso de Almacenamiento tiene un origen tectónico, se dispone a lo largo de la quebrada, está controlado por estructuras potentes, que son parte de macizos rocosos de muy buena estabilidad estructural para el embalse, el sitio técnicamente permite que el agua sea embalsada, no tiene problemas de probables desbordes del lago que se puede formar.



El vaso, con afloramientos de roca y material aluvial de diferente gradación



El embalse se extiende sobre diferentes niveles de terrazas aluviales compuestas por material aluvial suelto, gravas, cantos rodados, bloques de roca de diferente tamaño y composición, se encuentra cubierto por vegetación, que preserva la erosión.



Terraza aluvial en el vaso de almacenamiento

Aguas arriba del eje de la presa en el sector derecho, a 200m del eje de la presa, se observa un talud de material arcilloso que se encuentra en proceso de erosión retrograda, por falta de cobertura vegetal, probablemente cuando se construya la presa, por la acción del agua se puede producir la erosión del talud, con aporte de sedimentos al embalse, este problema deberá ser tomado en cuenta durante la construcción para evitar el aporte de sedimentos.



c) Presa San Pedrito

La Presa San Pedrito se encuentra ubicada en el sector sudeste de la presa Rumicancha, las aguas embalsadas serán derivadas, se constituyen en el principal aporte a la presa Rumicancha mediante el río San Pedro.

El río San Pedro, en la zona de la presa discurre sobre estructuras rocosas, el drenaje se ajusta al rumbo de los estratos, con modificaciones debido a la presencia de fallas regionales y locales que se orientan transversalmente a los pliegues de los estratos.

Eje de Presa

El sitio de presa se halla ubicado en el río San Pedro, en una confluencia homoclinal, en cuanto a la estructura rocosa y drenaje, está conformado por rocas de origen sedimentario, donde la litología es diferencial, por una parte el margen izquierdo las rocas pertenecen a una edad Silúrica, con aforamientos



de diamictitas y areniscas, hasta la parte media del río San Pedro, luego cambia a limolitas, lutitas intercaladas con areniscas, pertenecientes al sistema Devónico.



Eje de

presa sobre rio San Pedro

El comportamiento estructural, está relacionado a los ajustes y reajustes tectónicos de los estratos y modificados por fallas regionales y locales, en el eje de presa, el comportamiento estructural en general responde a los siguientes parámetros:

R: N-S - B: 51° NW

A la altura del eje de la presa el lecho del río tiene una orientación de: 65°NE

El lecho de la quebrada tiene un ancho de 10m, es encajonado, en general el agua discurre sobre afloramientos de roca, el material aluvial compuesto por arena, rodados y grava que se deposita sobre la roca, tiene un espesor mínimo, además se observan bloques de roca de diferente tamaño.

Lecho del río con bloques de roca de diferente tamaño y volumen

Un aspecto que es importante tomar en cuenta es la orientación de los planos de estratificación que se disponen en forma "casi" paralela al lecho del río, se constituyen en "caminos", que podrían producir la fuga de agua del embalse, será necesario proyectar una Pantalla de Impermeabilización mediante la perforación de pozos y la inyección de los mismos.





Planos de estratificación "paralelos" a la dirección del río

Estribo Derecho

El estribo derecho está constituido por limolitas, lutitas y areniscas de edad Devónica, el talud es más uniforme con menor ángulo de reposo, se observa a que el mismo es más estable, con estratos menos fracturados

Estructuralmente la margen derecha es una estructura rocosa de muy buena estabilidad, para soportar el embalse de las aguas.



Estribo derecho talud más estable

En general el talud tiene rocas más compactas, menos fracturadas y diaclasadas.

Estribo Izquierdo

El estribo izquierdo se caracteriza por presentar por presentar afloramientos de rocas de edad Silúrica, la litología está conformada por diamictitas, intercaladas con areniscas y arenisca cuarcíticas, en general las rocas se encuentran fracturadas y diaclasadas, con fracturas abiertas, o que se separan los estratos por los planos de estratificación como se indicó anteriormente se constituyen en "caminos", para la fuga de agua debido a que la dirección del río es casi paralela al Rumbo de los estratos. Los parámetros estructurales del afloramiento son los siguientes:

Rumbo: 21°-30° NE

Buzamiento: 50-70°SE

Dirección del lecho del río: 25°NE

Las areniscas se presentan en bancos de gran espesor de 0,20-2,00m., fracturadas y diaclasadas y meteorizadas alteradas por el intemperismo y los cambios climáticos.



Planos de estratificación "casi" paralelos a la corriente de agua

Vaso de Almacenamiento

El embalse tiene forma alargada y se ajusta el drenaje de manera homoclinal, el vaso es de tipo estructural controlado longitudinalmente por estratos que forman un potente macizo estructuralmente estable, en ambos sectores de del embalse.

Sobre el lecho aflora la roca "in situ", compuesta por paquetes de lutitas de color gris intercaladas con bancos de areniscas, dispuestas en dirección transversal y paralelas al flujo del agua.

Existen sectores del lecho donde la roca toma una orientación paralela a la dirección del lecho del río, los planos de estratificación entre las areniscas y las lutitas, están rellenos de material de arrastre del río, que durante la época de lluvia es lavado y arrastrado por la fuerte corriente, lo que puede ocasionar la filtración de agua en profundidad.

En general se puede indicar que el vaso de almacenamiento presenta afloramientos de areniscas, diamictitas estratificadas en casi en toda su extensión, lo que da seguridad y estanqueidad a la obra a proyectarse, debido que las condiciones de filtración de agua son mínimas tomando en cuenta la calidad de roca existente.

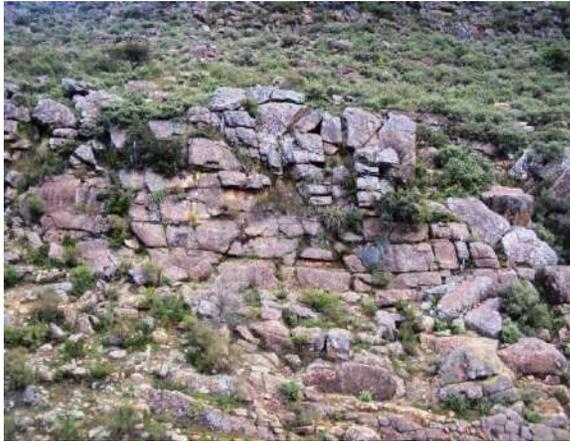


Vaso de almacenamiento, con terrazas aluviales (terrenos de cultivo)

En el vaso de almacenamiento en el margen derecho del río se observan terrazas aluviales, que son utilizadas como terrenos de sembradíos, en el margen izquierdo el vaso de almacenamiento está protegido por afloramientos rocosos, que le confieren seguridad al embalse.



En el margen izquierdo del embalse el estrato rocoso, se encuentra fracturado y diaclasado, en varias direcciones con desprendimiento de bloques de roca, por donde filtra agua de lluvia, en general este aspecto técnico no incide sobre la estanqueidad de la presa.



Afloramiento de rocas diaclasadas con talud humedecido

Riesgos naturales

En las zonas de los tres emplazamientos no se observan riesgos naturales inmediatos a no ser la existencia de crecidas del río en época lluviosa, el consiguiente aumento de aporte de sedimentos y los procesos de erosión consiguientes. Las obras proyectadas pueden ser construidas sin problemas potenciales, preferiblemente en época seca.

d). Canales de conducción

En general la zona del trazado de los canales de riego, no presenta problemas geológicos, no existen zonas inestables, no se observan procesos de remoción de material, como tampoco algún tipo de erosión, ni deslizamientos, los canales se proyectaran sobre material de lomadas de origen fluvio lacustre y terrazas aluviales consolidadas como áreas de riego, roca, material coluvial y suelo.





Tramo de la Quebrada Chaupicancha, sitio Obra de Toma Candelaria y sector de San Pedro
Las características litológicas más importantes para la conducción del agua para riego, se resumen en el presente cuadro

Cuadro N° 349 Detalle de la Litología de Conducción

PROGRESIVAS	TIPO DE MATERIAL	SIMBOLOGIA
Obra de Toma Chaupicancha		
0+000	Sitio de Toma	
0+000 – 0+695	Material coluvial	Qco
0+695-3+530	Roca	Oci
3+530-3+570	Material suelto(suelo)	Q
3+570-4+030	Roca	Oci
4+030-4+190	Material suelto(suelo)	Q
4+190-4+965	Material coluvial	Qco
Obra de Toma Candelaria		
0+000	Sitio de Toma	
0+000-0+320	(material coluvial y aluvial)	Qco
0+320–2+815	Roca	Oci
2+815-3+485	Material coluvial	Qco
Toma Sector Aguas Abajo Candelaria		
0+000-0+940	Material suelto(suelo)	Q
0+940-1+420	Roca	Oci
1+420-1+840	Material coluvial	Qco
1+840-2+700	Roca	Oci
1º Ramal Margen Derecho		
0+000-0+506	Material coluvial	Qco
Canal Principal		
2+700-4+220	Material coluvial	Qco
2º Ramal Margen Derecho		
0+000-0+973	Material coluvial	Qco
Canal Principal		
4+220-4+740	Roca	Oci
3º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+248	Material coluvial	Qco
Canal Principal		
4+740-5+080	Material coluvial	Qco
4º Ramal Margen derecho		
0+000-0+220	Roca	Oci
0+220-1+702	Material coluvial	Qco
Canal Principal		
5+080-5+580	Roca	Oci
5+580-5+700	Material coluvial	Qco
5º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+569	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
5+700-6+040	Material coluvial	Qco
6º Ramal Margen Derecho		
0+000-0+240	Roca	Oci
Canal Principal		
6+040-6+520	Material suelto(suelo)	Q
7º Ramal Margen Derecho		



0+000-1+331	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
6+520-6+940	Material suelto(suelo)	Q
8º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+235	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
6+940-7+380	Material suelto(suelo)	Q
9º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+243	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
7+380-7+740	Material suelto(suelo)	Q
10º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+420	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
7+740-7+980	Material suelto(suelo)	Q
11º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+416	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
7+980-8+440	Material suelto(suelo)	Q
12º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+336	Material suelto(suelo)	Q
Canal Principal		
8+440-8+667	Material suelto(suelo)	Q
13º Ramal Margen Derecho		
0+000-1+340	Material suelto(suelo)	Q

Fuente: Elaboracion Propia

En anexos se presentan todo el estudio geológico y la caracterización geológica de cada una de las zonas donde se emplazarán las obras civiles.

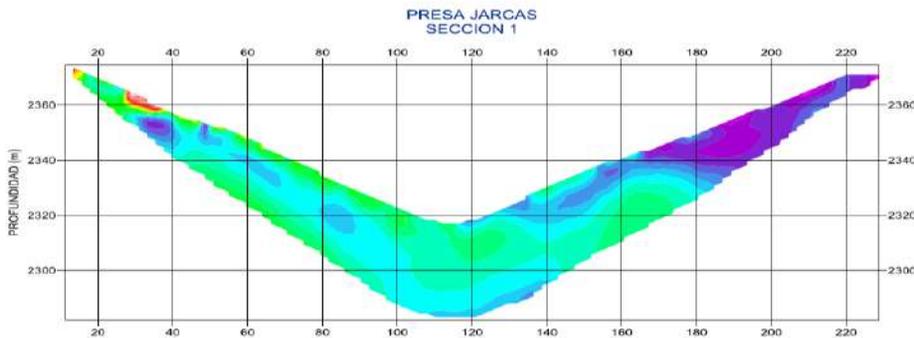
e) Tomografía de resistividad eléctrica 2D (Presa Jarcas y Presa San Pedrito)

Antecedentes

La falta de caminos de acceso a los sitios de las presas, Jarcas y San Pedrito, fue el motivo por el cual no se pudo trasladar, el equipo de perforación a Diamantina, de la Empresa EMPERBOL, que fue contratado por CASEPAS, para ejecutar las perforaciones en ambos ejes, razón por la cual, previa autorización de la Supervisión, se realizó la investigación de ambos ejes mediante el Sistema "Tomografía de Resistividad Eléctrica", ejecutado por la Empresa FRACTAL Ingeniería y Servicios.

Presa Jarcas

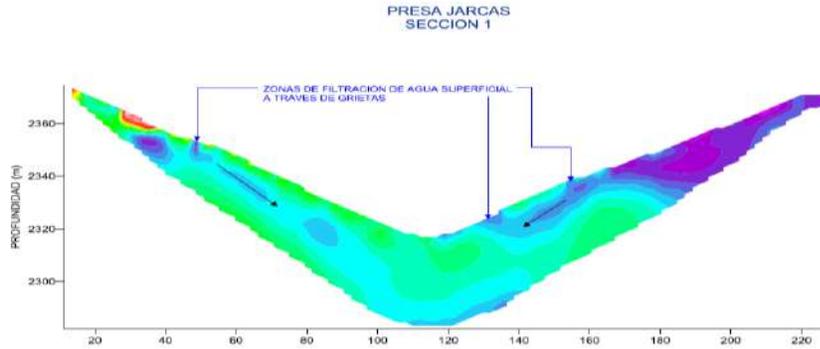
Gráfico N° 79: HIDROGRAMAS DE ENTRADA Y SALIDA EMBALSE JARCAS(A)



Fuente: Elaboracion Propia

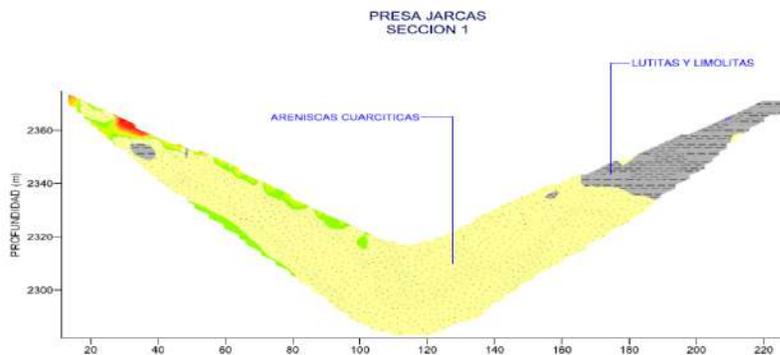


Gráfico N° 80: HIDROGRAMAS DE ENTRADA Y SALIDA EMBALSE JARCAS(B)



Fuente: Elaboracion Propia

Gráfico N° 81: HIDROGRAMAS DE ENTRADA Y SALIDA EMBALSE JARCAS (C)



Fuente: Elaboracion Propia

La Sección, está conformada principalmente por un grueso paquete de areniscascuarcíticas consolidadas, lutitas y limolitas en el sector Noreste de la Sección investigada, la cual ha tenido una profundidad de penetración máxima aproximada de 35m, sin embargo debido a las condiciones topográficas casi verticales de la estratificación, impidieron realizar la investigación a mayor profundidad y poder obtener mayores resultados en profundidad.

Presas San Pedrito

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos en el modelo de inversión Perfil 1 y la interpretación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El perfil presenta desde superficie rocas consolidadas de origen sedimentario bienconsolidadas de edad Paleozoica, con alto ángulo de buzamiento hacia el Este yRumbo aproximado N-S.

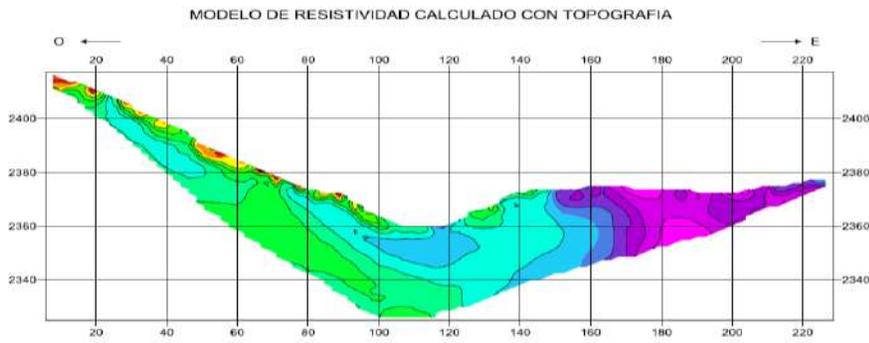
El estudio identifica zonas de infiltración de agua superficial a través de fracturas o diaclasas y planos de estratificación, con alteración de la roca.



Gráfico N° 82: TOMOGRAFIA ELECTRICA PERFIL 1 (A)

GRAFICO DE INTERPRETACION DE TOMOGRAFIA ELECTRICA PERFIL 1

Lamina N°

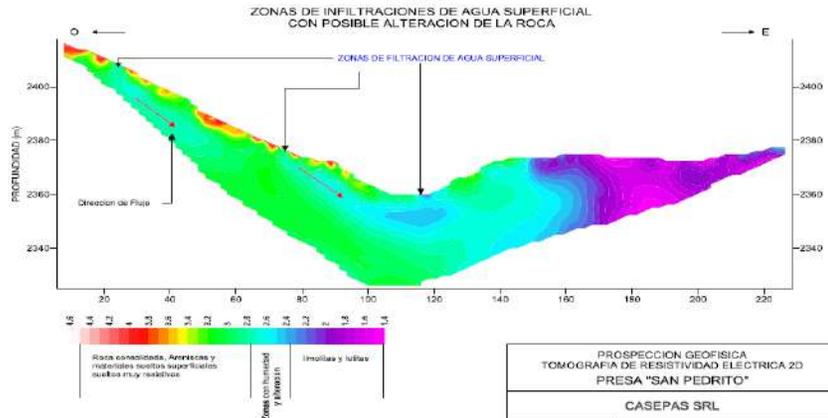


Fuente: Elaboracion Propia

Gráfico N° 83: TOMOGRAFIA ELECTRICA PERFIL 1 (B)

GRAFICO DE INTERPRETACION DE TOMOGRAFIA ELECTRICA PERFIL 1

Lamina No.2

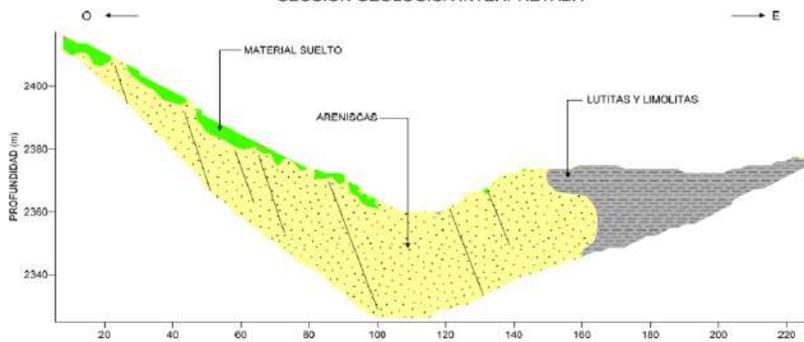


Fuente: Elaboracion Propia

Gráfico N° 84: TOMOGRAFIA ELECTRICA PERFIL 1 (C)

SECCION GEOLOGICA INTERPRETADA

Lamina No.3



Fuente: Elaboracion Propia



f) Geología caminos de Acceso

Introducción

El estudio geológico de los tramos camineros a los sitios de Jarcas-San Pedrito, toma en cuenta el marco geológico regional a lo largo de la zona del área que abarca la zona del proyecto.

Inicialmente se recopilaron y evaluaron todos los antecedentes e información disponible referente a datos bibliográficos y de información geológica y geotécnica, cartas nacionales 1:50,000 del I.G.M., e imágenes satelitales del Valle Central de Tarija.

Se utilizó además la Hoja Geológica Tarija, editada por el Servicio Geológico de Bolivia a Esc 1: 100.000, sobre el mismo fue trazada la carretera mostrándose la geología general del área del camino.

En general el recorrido de los caminos de acceso a los sitios de las presas Jarcas y San Pedrito, se realiza sobre material de origen sedimentario compuesto por sedimentos del Cuaternario y Ordovícico, en general la roca y el material coluvial se encuentran fracturados.

Los trazos de los ejes se desarrollan a lo largo de laderas morfológicamente irregulares donde se observan afloramientos irregulares de rocas clasificadas por sus características geomecánicas como de mala calidad, semiduras, duras y con un grado de meteorización alto, además de material coluvial.

Se debe tomar en cuenta que en los diferentes tipos de taludes, nunca existen diseños detallados inmodificables y que las observaciones que se hacen durante el proceso de construcción tienden generalmente, a introducir modificaciones al diseño inicial.

Durante la visita de campo se pudo comprobar que no existe agua subterránea o residual que aflore en los taludes de ambos trazos, este factor es importante debido a que el agua es uno de los factores fundamentales para que se produzcan derrumbes o deslizamientos.

Tramo Acceso Presa Jarcas

El tramo en diseño tiene una longitud total de 2,58kms.

El trazo del camino se inicia a la altura de la Progresiva 0+000, que tiene su ubicación de acuerdo a las coordenadas UTM, siguientes:

(7635226,83 N/ 329139,92 E)

Progresiva 0+000-0+048

El trazo se desplaza por pequeñas lomadas, compuesta por limolitas, de color pardo amarillento, intercaladas con lutitas y areniscas, pertenecientes al periodo Ordovícico.

Progresiva 0+048-0+080

El trazo cruza una quebrada angosta sin nombre, sobre material aluvial.

Progresiva 0+080-0+096

El camino se desplazara sobre material coluvial, compuesto por material de diferente tamaño muy fracturado, que no es difícil su excavación.

Progresiva 0+096-0+229

El tramo atraviesa material consolidado compuesto por intercalación de areniscas, y limolitas, que se encuentran diaclasadas y oxidadas.

Progresiva 0+229-0+267

El trazo continua por una parte baja a plana, atravesando material coluvial y aluvial, compuesto por restos de rocas fracturadas y clastos líticos.

Progresiva 0+267-0+899

El trazo se desplazara sobre una serranía de baja altura, sobre limolitas oxidadas y areniscas, en la parte superior de la serranía existen pequeños surcos, que pueden aportar agua a la plataforma del camino, pero los efectos de erosión son minimos porque se encuentran sobre roca semidura.

Progresiva 0+899-0+945



El camino se desplazara sobre material coluvial, hasta cruzar una quebrada pequeña donde existe material aluvial.

Progresiva 0+945-1+480

El camino se desplazara sobre material de roca semidura que no es difícil su excavación, mediante medios mecanicos. A la altura de la progresiva 1+485, el trazo atraviesa una quebrada pequeña con material aluvial de poco espesor.

Progresiva 1+485-2+582

El trazo se desplaza sobre una superficie de serranía baja, la plataforma del camino se asentara sobre rocas de consistencia semidura a dura, que puede ser explotada por medios mecanicos. El camino concluye en el margen izquierdo de la quebrada Jarcas a la altura del sitio de la presa, en las coordenadas UTM siguientes:

(7634863,36 N / 330485,92 E)

Tramo Acceso Presa San Pedrito

El tramo se inicia en la Progresiva 0+000, que tiene su ubicación de acuerdo a las coordenadas UTM, siguientes:

(7630182,93 N / 327695,30 E)

Progresiva 0+000-0+755

El diseño en su primera etapa atraviesa un sector del terreno, compuesto por limolitas de color pardo amarillento, intercalado por areniscas y lutitas.

Progresiva 0+755-0+758

El trazo cruza una quebrada pequeña con material aluvial de poco espesor, compuesto por material clástico arenoso de origen sedimentario de edad cuaternaria.

Progresiva 0+758-3+598

El trazo se desplazara sobre un tramo de roca consolidada, con limolitas de color pardo amarillento, intercalada con areniscas y lutitas del Ordovico.

En general la disposición de la roca es favorable para el desarrollo del camino, la excavación y los cortes de talud se pueden ejecutar por medios mecanicos, en algunos casos con utilización de explosivos en sectores de mayor dureza del afloramiento, con el objetivo de descomprimir la roca

Progresiva 3+615-3+629

Tramo con material aluvial por cruce de quebrada pequeña.

Progresiva 3+629-3+722

Tramo con presencia de roca semidura a dura, finaliza el trazo a la altura del estribo izquierdo de la presa San Pedrito, en las coordenadas UTM siguientes:

(7628920,81 N / 329990,09 E)

Análisis de estabilidad de los taludes en el trazo.

La asignación de los taludes de corte para las diferentes opciones de materiales a lo largo del trazo del camino, no está determinado solamente por el fracturamiento de la roca o por la orientación de las estructuras principales, si no por una serie de elementos que en conjunto modifican el comportamiento del macizo rocoso cuando el mismo es cortado para formar los taludes a lo largo del trazo.

La incidencia de estos parámetros en el comportamiento geomecánico de un macizo se expresa por medio del índice de calidad RMR, Rock Mass Rating que varía de 0 a 100, y los mismos se pueden correlacionar con valores medios de cohesión y de ángulo de fricción.

La descripción y caracterización de los macizos rocosos en afloramiento para conocer las propiedades y características geotécnicas de los materiales rocosos, debido a la gran variedad de condiciones y propiedades es una tarea compleja, sobre todo si se presentan conjuntamente materiales rocosos y suelos, zonas fracturadas, o meteorizadas, por ello la necesidad de sistematizar estas medidas.



En base a las características litológicas, grado fracturamiento, rumbo, buzamiento, se elaboraron las siguientes tablas, con respecto a los taludes a ser adoptados durante la construcción, los cuales también pueden sufrir modificaciones de acuerdo a la naturaleza del trabajo.

Cuadro N° 350: TALUDES RECOMENDADOS TRAZO DE ACCESO PRESA JARCAS

Tramo(Progresivas)	Altura (m.)	Talud	Tipo de Material/Roca
0+000-0+048	=/> 20.00	1H/4V	Roca
0+048-0+096	5.00m	1H/3V	Coluvial
0+096-0+229	=/> 20.00	1H/4V	Roca
0+229-0+267	5.00m	1H/3V	Coluvial
0+267-0+899	=/> 20.00	1H/4V	Roca
0+899-0+945	5.00m	1H/3V	Coluvial
0+945-1+480	=/> 20.00	1H/4V	Roca
1+480-1+485	--	--	Aluvial
1+485- 2+582	=/> 20.00	1H/4V	Roca

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 351: TALUDES RECOMENDADOS TRAZO DE ACCESO PRESA SAN PEDRITO

Tramo(Progresivas)	Altura (m.)	Talud	Tipo de Material/Roca
0+000-0+755	=/> 20.00	1H/4V	Roca
0+755-0+758	--	--	Aluvial
0+758-3+589	=/> 20.00	1H/4V	Roca
3+589-3+615	5.00m.	1H/3V	Coluvial
3+615-3+629	--	--	Aluvial
3+629-3+722	=/> 20.00	1H/4V	Roca

Fuente: Elaboración Propia

En los cortes de 20.00m. o mayores, se deben construir banquetas de 8.00-10.00m. de altura y 2,5-3,0m de ancho, con inclinación que permita el drenaje del agua de lluvia, el objetivo de la construcción de las banquetas es el de garantizar la estabilidad del talud y evitar deslizamientos.

Tipo de excavación

A lo largo de las trazas de las carreteras, los tramos de corte son representativos, tanto en material suelto como en roca.

Los afloramientos que se presentan en el proyecto, se conforman principalmente por dos tipos de rocas. La primera formada por una intercalación de limolitas y areniscas de color pardo amarillento con intercalación de lutitas estratificadas y fracturadas en varios tramos del camino.

El tipo de excavación en roca será efectuado por medios mecánicos con maquinaria convencional combinados con voladura.

La excavación de los materiales sueltos para la obtención del material apto para la conformación del cuerpo y la capa final de los terraplenes de la plataforma, podrán realizarse mediante el uso de maquinaria convencional.

g) Banco de materiales

Las diferentes fuentes de materiales para su utilización como bancos de préstamo desde el punto de vista geológico están agrupados en dos categorías, que responden a procesos geológicos naturales.

Un primer grupo de yacimientos o bancos de préstamo que son el producto de la sedimentación de materiales granulares, representados por grava y arena formando antiguas planicies aluviales, las que actualmente están en un proceso de erosión y transporte fluvial, para su posterior deposición en playas aluviales y lechos actuales.



Estos materiales por ser el producto de un desgaste y transporte natural durante el tiempo geológico se caracterizan por su buena resistencia a la abrasión, poseen composición litológica variable y consecuentemente una distribución granulométrica variable con altos porcentajes de material psefítico (gravas) psámítico (arenas) y en menor proporción Pelítico (limos y arcillas)

Por otra parte los bloques mayores o los estratos relativamente sanos, libres de procesos de meteorización, producto de la excavación de durante la construcción previa trituración (chancado) al tamaño de grano o partícula deseada producen gravas, gravillas y arenas de muy buena calidad, especialmente al tramo de acceso a la presa San Pedrito, entre las progresivas 1+485 y 2+582.

Cuadro N° 352: BANCO DE MATERIALES

BANCO DE MATERIALES	DETALLE DEL BANCO	UBICACION	VOLUMEN	DISTANCIA A RUMICANCHA	DISTANCIA A SAN PEDRITO	DISTANCIA A JARCAS
BANCO 1	ARCILLA	MONTE SUD MONTE CERCADO	3.148.094.07	11.32	18.31	17.58
BANCO 2	ARIDOS	RIO GUADALUIVIR	4.541.461.85	12.42	19.40	18.67
BANCO 3	ARIDOS	RIO SELLA	1.685.096.45	8.67	15.64	14.92
BANCO 4	ROCA	SAN PEDRITO	1.162.702.60	6.98	-	15.93
BANCO 5	ROCA	RUMICANCHA	2.569.302.40	-	6.98	6.25

Fuente: Elaboración Propia

2.4.5.1.3.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE GEOLOGIA

CONCLUSIONES

Presa Rumicancha

La configuración geológica general de la zona, pertenece a una amplia escala geológica, constituida por rocas sedimentarias, pertenecientes a las eras Paleozoica y Cenozoica.

En general los 6 pozos perforados en el eje de la presa Rumicancha, tienen un mayor porcentaje de roca fracturada, con valores de RQD muy bajos, recuperación de testigos desde 52,8-59,8%, que coincide con la calidad del material recuperado.

La litología en general está compuesta por Limolitas de color gris claro con fracturas que tienen patina de oxidación, se encuentran intercaladas con pizarras de color gris negruzcas y un porcentaje menor de areniscas cuarcíticas.

Para realizar la construcción de la presa Rumicancha se recomienda lo siguiente:

- En el lecho de la quebrada se debe excavar material aluvial entre 4,50 y 7,50m de profundidad, además de roca fracturada de muy mala calidad hasta los 15,00m de profundidad, en ambos estribos se debe remover la roca meteorizada y fracturada hasta una profundidad que puede variar de 1,00 a 3,00m.

La calidad de la roca en los tramos atravesados por las perforaciones, tiene un valor porcentual que varía de 0,00% al 81%, en general es de muy mala a regular calidad.

Con relación a la Permeabilidad se puede indicar, que en el margen derecho de la quebrada de Rumicancha donde se encuentran ubicados los pozos N° 1, 2 y 3, los valores de permeabilidad varían de 7,0-31,00 Unidades Lugeón (UL), que corresponden a una Permeabilidad Alta, los que coinciden con la muy mala calidad de la roca en los pozos indicados.

Probablemente el sector del margen derecho corresponda a una zona por donde circulaba un cauce antiguo de la quebrada, debido a la naturaleza del material suelto tipo grava y roca fracturada, como se puede observar en el Pozo N° 1., que desde 0.0-20,00m. de profundidad tiene un RQD de 0.00%, que parece indicar que corresponde a una zona de falla. Con relación a los pozos perforados en la Obra de Toma de Negro Muerto, estos tienen un espesor de 6,00m de material aluvial, en dicha profundidad se pone en contacto con material rocoso.

La recuperación del material perforado tiene un porcentaje muy bajo, lo mismo con una calidad de roca mala.



Tomografía 2d

Presa Jarcas

En base al análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo de prospección geofísica, considerando las características geológicas del área, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La Sección, está conformada principalmente por un grueso paquete de areniscas cuarcíticas consolidadas y lutitas y limolitas en sector NE de la Sección (*Ver anexos*)
- Las areniscas cuarcíticas, presentan fracturas con infiltración de agua superficial, reflejadas por las resistividades relativamente menores (*Ver anexos*)
- La Sección no evidencia la presencia de fallas geológicas.

Presa San Pedrito

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos en el modelo de inversión Perfil 1 y la interpretación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El perfil presenta desde superficie rocas consolidadas de origen sedimentario bien consolidadas de edad Paleozoica, con alto ángulo de buzamiento hacia el Este y rumbo aproximado de las estructuras de N-S.
- Litológicamente está conformado por gruesos paquetes de areniscas bien consolidadas y litología Pelítica con intercalación de Limolitas y lutitas al Este con contacto en 155.0m (*Ver anexos*)
- Presenta zonas de infiltración de agua superficial a través de fracturas o diaclasas y planos de estratificación, con alteración de la roca.
- No se evidencia en el Perfil 1 la presencia de fallas geológicas de importancia.
- Los resultados de la prospección geofísica, ha permitido identificar claramente la composición litológica, presencia de fracturas y zonas de infiltración de agua superficial con alteración de la roca.
- La conductividad hidráulica está determinada por la presencia de estructuras de diaclasas como permeabilidad secundaria, el mayor flujo de las aguas esta en dirección a dichas estructuras.

Caminos de Acceso

No existen problemas tectónicos que afecten la estabilidad de los caminos en diseño, no hay presencia de agua que pueda producir desestabilización ocasionando derrumbes o deslizamientos que afectan la plataforma de los futuros caminos.

Sobre la base del estudio realizado se puede concluir indicando que desde el punto de vista geológico, el trazado del camino no presenta dificultades en su construcción, la mayor parte del camino se desplaza sobre material sedimentario rocas del Ordovícico fracturadas, material coluvial y en menor porcentaje material aluvial de fácil extracción.

RECOMENDACIONES

Presa Rumicancha

En superficie se ha identificado un cauce antiguo de la quebrada Rumicancha ubicado en el margen derecho cerca de la base del estribo derecho, se recomienda la perforación de un pozo en el sitio identificado, para determinar la profundidad del mismo y definir el perfil de excavación.

La zona de fundación de las presas aparentemente no tienen problemas naturales que produzcan filtraciones del agua a través del sustrato, sin embargo será necesario certificar esta situación mediante perforaciones y ensayos de permeabilidad Lugeón.

Durante la construcción de la presa se sugiere la perforación de pozos de observación tipo piezométricos, que deben estar situados aguas abajo del eje de la presa, cada uno de ellos debería tener una profundidad de 25,00m, con dirección vertical, serán implementados con tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, con cañería ranurada, entre la pared del pozo y la cañería se rellenará con grava seleccionada.

El objetivo de los piezómetros es el de medir las probables filtraciones del agua de la presa, después de la puesta en operación de la misma.

Presa Jarcas y San Pedrito

Durante la construcción de las Presas Jarcas y San Pedrito, se deben ejecutar de 4 a 6 pozos tanto en el eje de la presa, como en los estribos.



Los pozos a ejecutarse sobre los ejes de las presas y estribos, deben tener una profundidad mínima de la altura de coronamiento, en los pozos se deben realizar pruebas de permeabilidad entre 3,00 a 5,00 m de profundidad, mediante Ensayos Lugeón, asimismo se debe realizar la descripción litológica de los testigos de perforación, determinación del RQD(grado de la calidad de la roca), porcentaje de recuperación de testigos de roca, alteración, meteorización, densidad de las fracturas, con la finalidad de diseñar una Pantalla de Impermeabilización en el eje de la presa si fuera necesario, para evitar la fuga del agua embalsada a través de las fracturas abiertas, planos de estratificación, diaclasas y rocas permeables

En las Presas Jarcas y San Pedrito, el rumbo de los estratos es casi coincidente con el lecho de las quebradas en ambos sitios, por lo tanto se sugiere que en la etapa de construcción, luego de determinar la profundidad de excavación se rellene con hormigón todas las fracturas abiertas en ambos ejes.

Dependiendo de los resultados de los Ensayos Lugeón se debe construir una Pantalla de Impermeabilización, programar la perforación de pozos sobre el eje de la presa, que se pueden ubicar sobre una misma línea o en tres bolillo, con equidistancias de 5,00m, con un ángulo de inclinación de 10-15°SW, que permitirán atravesar varias capas de roca y poder rellenar los planos de estratificación, fisuras y fracturas existentes en los afloramientos, mediante la Inyección de lechada de agua cemento, con diferentes dosificaciones que dependerá de la absorción en general.

De ser necesario se programaran perforaciones secundarias o terciarias si la absorción de lechada no disminuye, asimismo las equidistancias entre los pozos deberá ser menor.

Recomendaciones de acuerdo a los resultados de la tomografía 2d

En relación con los resultados obtenidos y las características geológicas y estructurales del área, se incluye las siguientes recomendaciones:

- Realizar perforaciones localizadas de acuerdo al perfil 1, hasta una profundidad máxima de 40 metros, atravesando zonas de alteración y contactos litológicos con la finalidad de evaluar sus características geotécnicas.
- Impermeabilizar las zonas de infiltración con inyección de cemento y encauzar las corrientes de agua superficial.

En la etapa de la construcción de la presa Jarcas y San Pedrito, se deben programar 4 A 6 perforaciones a diamantina por presa con una profundidad aproximada de 15 a 40 m., sobre los ejes de las presas, previo a la construcción, con la finalidad de conocer la permeabilidad de los afloramientos rocosos, la calidad de la roca, para verificar los resultados obtenidos con la tomografía D, para diseñar una Pantalla de Impermeabilización en la fundación de la presa.

2.4.5.1.4 INGENIERÍA

2.4.5.1.4.1 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LAS PRESAS

2.4.5.1.4.1.1 JARCAS

La Presa Jarcas se encuentra emplazada sobre el río Jarcas dentro de los límites de la comunidad de Sella Candelaria.

Compuesta estructuralmente por un cuerpo de hormigón con rodillo compactado (HCR) tiene las siguientes características geométricas:

- Altura 42.9 m.
- Longitud de cierre de la presa 156,72 m.
- Capacidad de almacenamiento 2.511.052,18 m³
- Ancho de coronamiento 5 m.
- Talud aguas arriba 0.10 H, 1V , talud aguas abajo 0.8H, 1V
- Volumen útil 1.876.927,02 m³
- Volumen muerto 634.125,16 m³

Tiene las siguientes coordenadas de ubicación en el eje del río y la presa:

**Cuadro N° 353: UBICACIÓN PRESA JARCAS**

DESCRIPCION	ESTE	NORTE
LADO IZQUIERDO	330547.17	7634856.25
LADO DERECHO	330690.83	7634918.96

Ref: Ver plano topográfico

Los siguientes datos son iniciales para realizar los cálculos hidráulicos y estructurales.

RESUMEN CALCULOS HIDRAULICOS:**VERTEDERO:**

Caudal del vertedero Q_v (m ³ /s) =	41,18
Carga sobre el vertedero (m) =	1,20
Altura muro (m.)=	2,00
Espesor de muro (m.)=	0,30
Ancho del vertedero interior (m.)=	15.35
Longitud del vertedero en proyec. hz(m.)=	5,00
Longitud de la rápida (m.)=	45.81

CUENCO AMORTIGUADOR:

Longitud del cuenco (m.)=	10,00
Ancho del cuenco (m.)=	15,35
Longitud de dados disipadores de energía (m.)=	1,25
Muros laterales ancho (m.)=	0,30
Muro laterales longitud (m.)=	10,69
Muro laterale alto (m.)=	3.50
Aleta final espesor (m.)=	0,30
Aleta final longitud (m.)=	7,80
Aleta final alto variable (m.)=	4.55 - 1,80
Escollera espesor (m.)=	1,00

PRESA:

Velocidad del viento (km/h) =	50
Distancia perpendicular más larga (km) =	1,95

$$H_v = (0.005 * V - 0.068) * F$$

Altura de oleaje (m) =	0,3549
Borde libre BL (m) =	1,2
Altura total de la presa calculada (m) =	39,00
Altura de la presa asumido (m) =	42,90
Ancho de coronamiento (m) =	5,00
Cota de Coronamiento (m) =	2358,90
Cota volumen útil (m) =	2352,0
Cota volumen muerto (m) =	2341,2
Cota máximo de crecida (m) =	2356,6
Cota obra de toma 1 (m) =	2347.1
Cota obra de toma 2 (m) =	2342,2

2.4.5.1.4.1.2 PRESA SAN PEDRITO

La Presa San Pedrito es una presa de escollera Compactada con pantalla de Hormigon, se encuentra emplazada sobre el rio San Pedro dentro de los límites de la comunidad de Rumicancha.



Compuesta estructuralmente por un cuerpo de material compuesto de enrocado con pantalla de hormigón, tiene las siguientes características geométricas:

- Altura 25 m.
- Longitud de cierre de la presa 234,7 m.
- Ancho de coronamiento 8 m.
- Talud aguas 1.4 H 1V aguas arriba y 1.6H; 1V aguas abajo.
- Volumen total de almacenamiento 1.060.797,96 m³
- Volumen útil 818991.82 m³
- Volumen muerto 241806.14 m³

Tiene las siguientes coordenadas de ubicación sobre el eje del río y de la presa:

Cuadro N° 354: UBICACIÓN PRESA SAN PEDRITO

DESCRIPCION	ESTE	NORTE
LADO IZQUIERDO	329958.000	7629067.000
LADO DERECHO	330350.000	7629093.000

REF.: VER PLANO TOPOGRÁFICO

Los siguientes datos son iniciales para realizar los cálculos hidráulicos y estructurales.

RESUMEN CALCULOS HIDRAULICOS:

VERTEDERO:

Caudal del vertedero Q_v (m³/s) = 13,17
 Carga sobre el vertedero (m) = 0,86

Altura muro (m.)= 1,50
 Espesor de muro (m.)= 0,30
 Ancho del vertedero interior (m.)= 8.50
 Longitud del vertedero incluy. La rapida(m.)= 77,13

CUENCO AMORTIGUADOR:

Longitud del cuenco (m.)= 12,00
 Ancho del cuenco (m.)= 9,10
 Longitud de dados disipadores de energía (m.)= 1,20

PRESA:

Velocidad del viento (km/h) = 50
 Distancia perpendicular más larga (km) = 2,17

$$H_v = (0.005 * V - 0.068) * F$$

Altura de oleaje (m) = 0,39
 Borde libre BL (m) = 1,00
 Altura total de la presa calculada (m) = 24,40
 Altura de la presa asumido (m) = 25,00
 Ancho de coronamiento (m) = 8,00
 Cota de Coronamiento (m) = 2384,00
 Cota volumen útil (m) = 2376,25
 Cota volumen muerto (m) = 2375,25
 Cota máximo de crecida (m) = 2384,85
 Cota obra de toma 1 (m) = 2376.25

OBRA DE TOMA

Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

Pilares:

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Cuadro Nº 355: DATOS DE LOS PILARES

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(1.45, 1.80)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P2	(1.45, 3.50)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P3	(3.15, 1.80)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P4	(3.15, 3.50)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35

Fuente: Elaboración Propia

Muros:

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Cuadro Nº 356: DATOS GEOMÉTRICOS DEL MURO

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-3	(1.45, 1.80)	(1.45, 3.50)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-3	(1.45, 3.50)	(3.15, 3.50)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-3	(3.15, 1.80)	(3.15, 3.50)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-3	(1.45, 1.80)	(3.15, 1.80)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro Nº 357: EMPUJES Y ZAPATA DEL MURO**

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M2	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 358: DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	3	0.60x0.60	0.30	1.00	1.00	1.00
	2	0.60x0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
	1	0.60x0.60	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

Materiales utilizados**Hormigones**Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-25; $f_{ck} = 255 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_c = 1.50$ **Aceros por elemento y posición****Aceros en barras**Para todos los elementos estructurales de la obra: B 400 S; $f_{yk} = 4077 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.15$

Cuadro N° 359: ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Aceros conformados	S235	2396	2140673
Aceros laminados	S275	2803	2140673

Fuente: Elaboración Propia

**OBRA DE TOMA
DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS**

Pilares:

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Cuadro N° 360: DATOS DE LOS PILARES

Referencia	Coord.(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(1.45, 1.80)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P2	(1.45, 3.50)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P3	(3.15, 1.80)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P4	(3.15, 3.50)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35

Fuente: Elaboración Propia

Muros:

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Cuadro N° 361: DATOS GEOMÉTRICOS DEL MURO

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-3	(1.45, 1.80)	(1.45, 3.50)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-3	(1.45, 3.50)	(3.15, 3.50)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-3	(3.15, 1.80)	(3.15, 3.50)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-3	(1.45, 1.80)	(3.15, 1.80)	3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 362: EMPUJES Y ZAPATA DEL MURO

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M2	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 363: DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	3	0.60x0.60	0.30	1.00	1.00	1.00
	2	0.60x0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
	1	0.60x0.60	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

Materiales utilizados

Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-25; $f_{ck} = 255 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_c = 1.50$

Aceros por elemento y posición

Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 400 S; $f_{yk} = 4077 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.15$

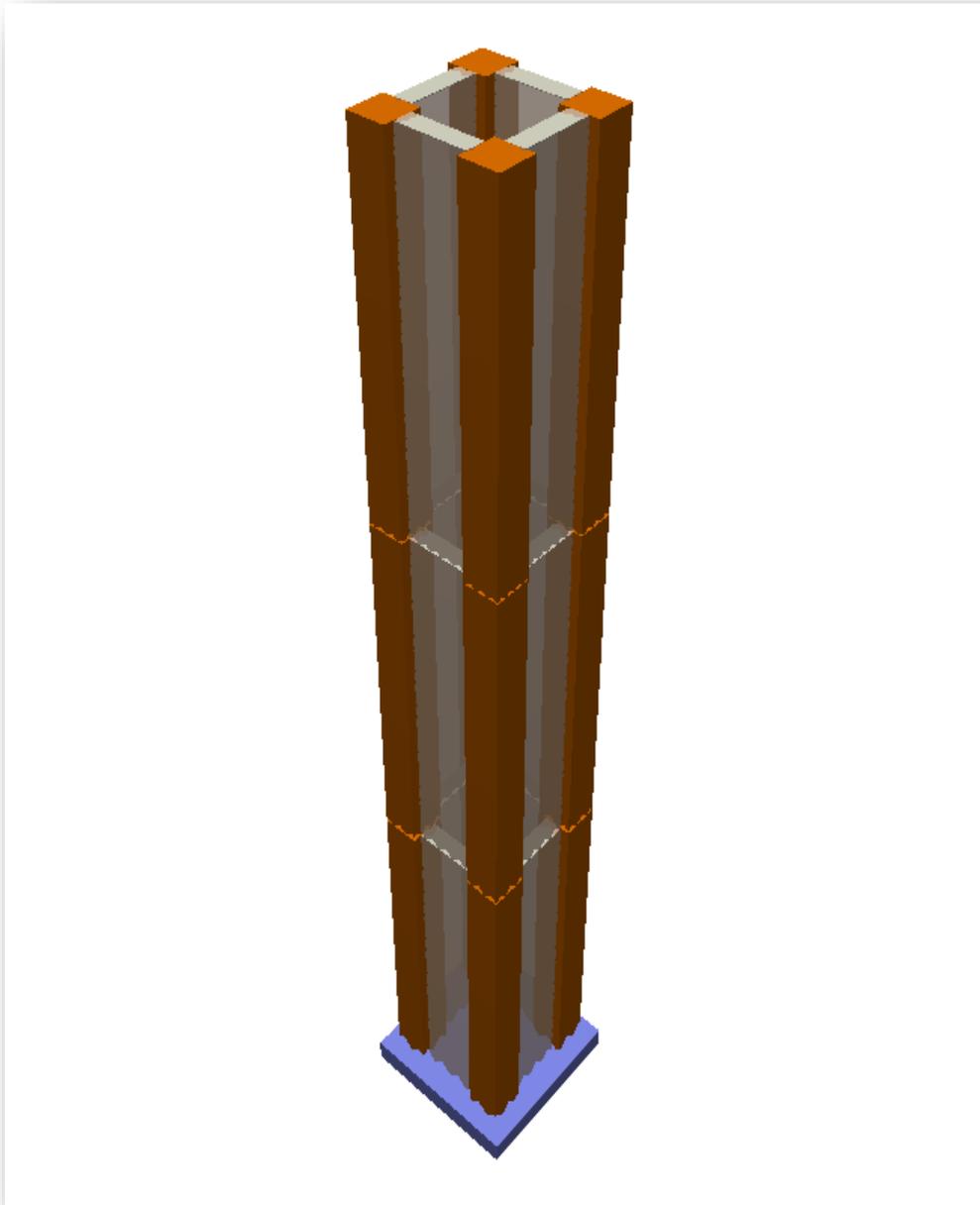


Cuadro N° 364: ACEROS

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Aceros conformados	S235	2396	2140673
Aceros laminados	S275	2803	2140673

Fuente: Elaboración Propia

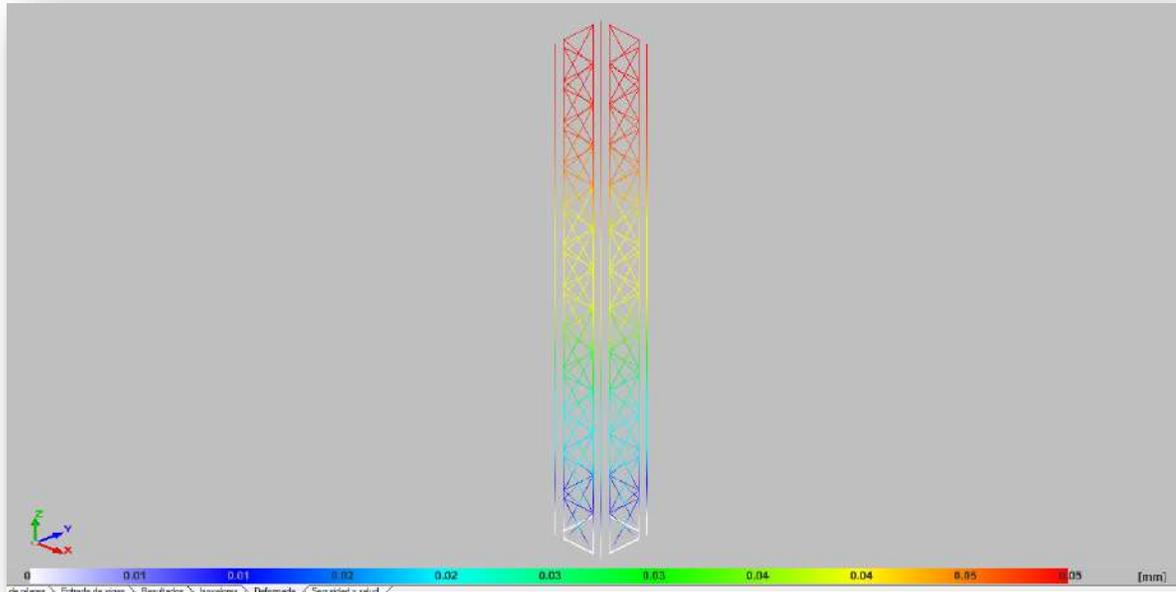
Gráfico N° 85: ACEROS EN PERFILES



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 86: FORMACIONES TORRE



Fuente: Elaboración Propia

Los demás cálculos y diseños se encuentran en el anexo correspondiente.

2.4.5.1.4.1.3 RUMICANCHA

La Presa Rumicancha se encuentra emplazada sobre el río Rumicancha dentro de los límites de la comunidad de Rumicancha.

Tiene las siguientes coordenadas de ubicación sobre el eje de la presa:

Cuadro N° 365: UBICACIÓN DE LA PRESA RUMICANCHA

DESCRIPCION	ESTE	NORTE
LADO IZQUIERDO	327001.000	7633212.000
LADO DERECHO	327369.000	7633277.000

Ref: Ver plano topográfico

La presa denominada Rumicancha es una presa de Escollera Compactada con pantalla de hormigón (PEPH o CFRD).

Los siguientes datos son iniciales para realizar los cálculos hidráulicos y estructurales.

Las características geométricas y de capacidad de almacenamiento de la presa Rumicancha son las siguientes.

- Altura 41 m.
- Longitud de cierre de la presa 314,44 m.
- Capacidad de almacenamiento total 12.737.633,46 m³
- Ancho de coronamiento 11.2 m.
- Talud aguas arriba 1.4 H, 1V, talud aguas abajo 1.6H, 1V.
- Volumen útil 11.418.227,50 m³



- Volumen muerto 1.319.405,96 m³

RESUMEN CALCULOS HIDRAULICOS:**VERTEDERO:**

Caudal del vertedero Q_v (m ³ /s) =	41,18
Carga sobre el vertedero (m) =	1,16

Altura muro variable int. (m.)=	4,36 – 1,49
Espesor de muro (m.)=	0,35
Ancho del vertedero interior variable(m.)=	15 - 7,30
Longitud del vertedero incluyela rápida(m.)=	118,20

CUENCO DISIPADOR TIPO II:

Longitud del cuenco (m.)=	19,70
Ancho del cuenco (m.)=	8,20

PRESA:

Velocidad del viento (km/h) =	50
Distancia perpendicular más larga (km) =	1,95

$$H_v = (0.005 * V - 0.068) * F$$

Altura de oleaje (m) =	0,36
Borde libre BL (m) =	0,5
Altura de la presa asumido (m) =	41,00
Ancho de coronamiento (m) =	11,20
Cota de Coronamiento (m) =	2195,00
Cota volumen útil (m) =	2193,50
Cota volumen muerto (m) =	2167,90
Cota máximo de crecida (m) =	2195,00
Cota obra de toma 1 (m) =	2168.90

COMPONENTE HIDRAULICO

- Diseño hidráulico obra de toma.
- Diseño hidráulico desagüe de fondo.
- Diseño hidráulico vertedero de demasías.

COMPONENTE ESTRUCTURAL

- Diseño estructural obra de toma.
- Diseño estructural desagüe de fondo.
- Diseño estructural vertedero de demasías.

Cada uno de los componentes se presenta en Anexos de los Diseños Estructurales e Hidráulicos.

COMPONENTE ESTRUCTURAL**Obra de Toma Rumicancha****Datos geométricos de pilares, pantallas y muros****Pilares:**

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Cuadro N° 366: DATOS DE LOS PILARES

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(1.25, 1.65)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P2	(1.25, 4.25)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P3	(6.35, 1.65)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P4	(6.35, 4.25)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30

Fuente: Elaboración Propia

Muros:

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Cuadro N° 367: DATOS GEOMÉTRICOS DEL MURO

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-4	(1.25, 1.65)	(6.35, 1.65)	4	0.15+0.15=0.3
					3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-4	(1.25, 1.65)	(1.25, 4.25)	4	0.15+0.15=0.3
					3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-4	(6.35, 1.65)	(6.35, 4.25)	4	0.15+0.15=0.3
					3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-4	(1.25, 4.25)	(6.35, 4.25)	4	0.15+0.15=0.3
					3	0.15+0.15=0.3
					2	0.15+0.15=0.3
					1	0.15+0.15=0.3

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 368: EMPUJES Y ZAPATA DEL MURO

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior

Fuente: Elaboración Propia



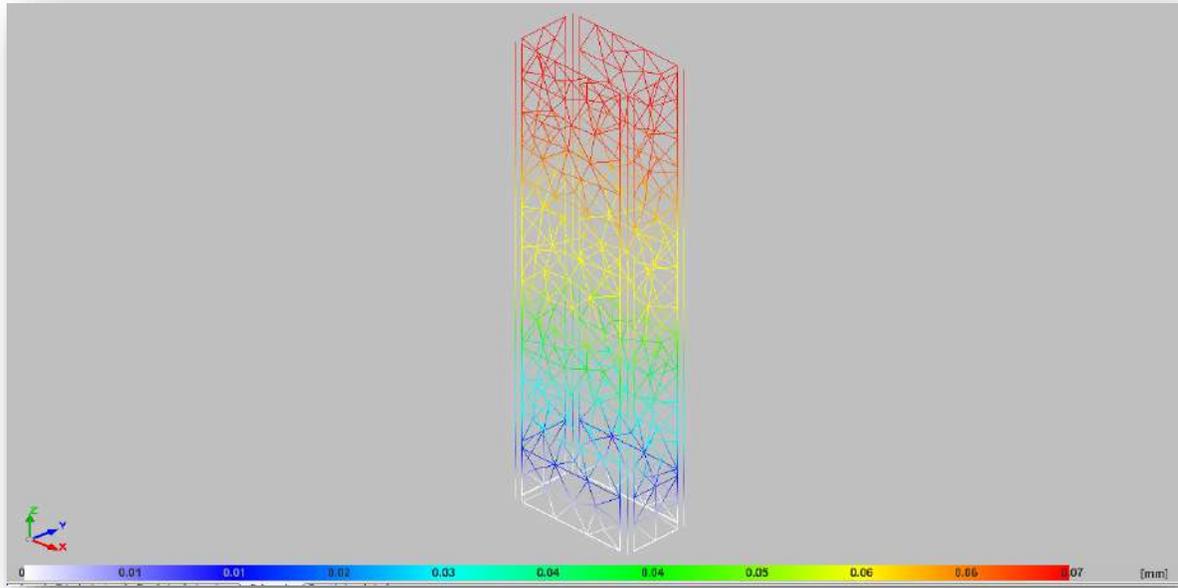
Gráfico Nº 87:VISTA 3D TORRE OBRA DE TOMA



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 88:DEFORMACIONES



Fuente: Elaboración Propia

Vertedero de Excedencias

Datos geométricos de pilares, pantallas y muro

Pilares:

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Cuadro N° 369: DATOS DE LOS PILARES

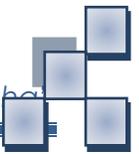
Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(0.95, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	(15.95, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	(0.95, 10.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	(15.95, 10.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Fuente: Elaboración Propia

Muros:

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.

- Las dimensiones están expresadas en metros.



Cuadro N° 370: DATOS GEOMÉTRICOS DEL MURO

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=To
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.95, 0.00)	(0.95, 10.00)	1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(15.95, -0.00)	(15.95, 10.00)	1	0.15+0.15=0.3

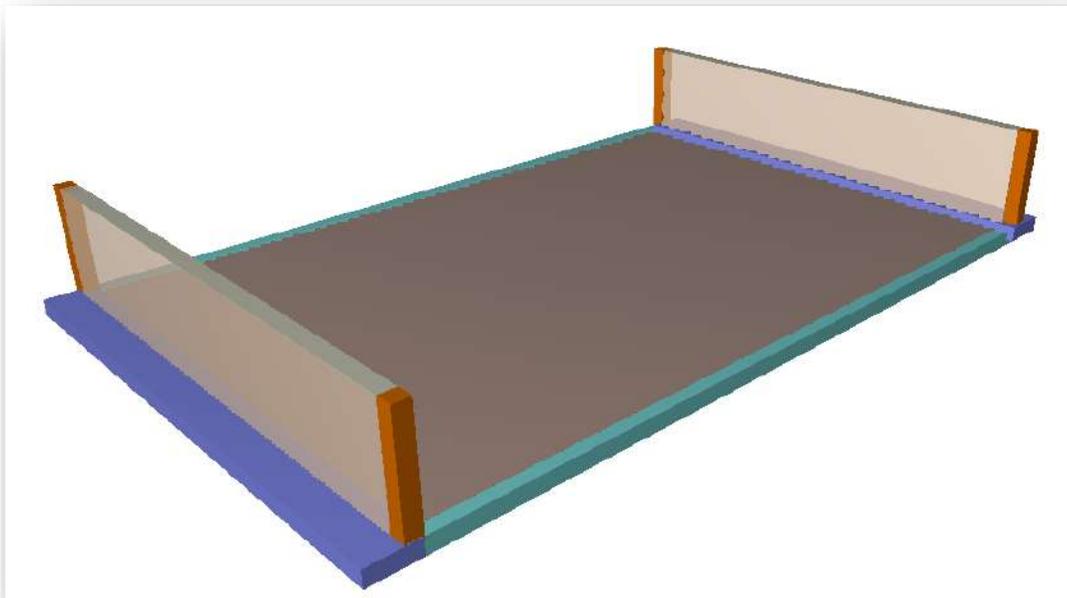
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 371: EMPUJES Y ZAPATA DEL MURO

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje Relleno Empuje derecho: Empuje Agua	Zapata corrida: 0.900 x 0.300 Vuelos: izq.:0.60 der.:0.00 canto:0.30 Módulo de balasto: 10000.00 t/m³
M2	Empuje izquierdo: Empuje Agua Empuje derecho: Empuje Relleno	Zapata corrida: 0.900 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.60 canto:0.30 Módulo de balasto: 10000.00 t/m³

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 89: VERTEDERO 3D



Fuente: Elaboración Propia

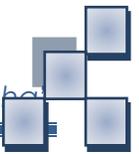
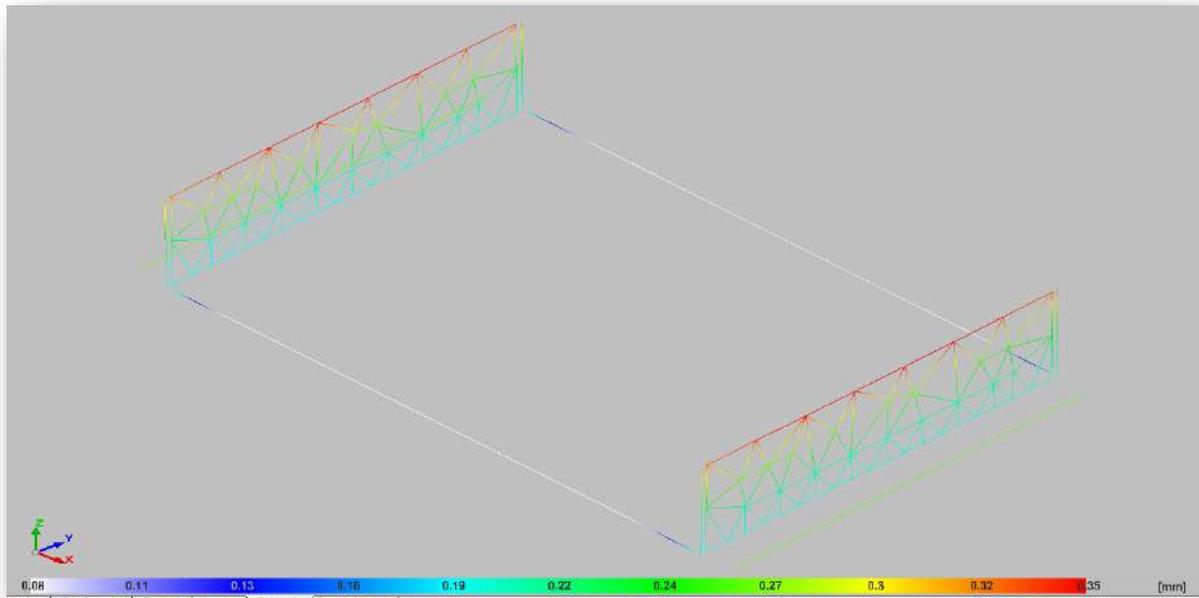


Gráfico N° 90:DEFORMACIONES



Fuente: Elaboración Propia

Diseño hidráulico vertedero
Trazado del perfil aguas debajo de la cresta:

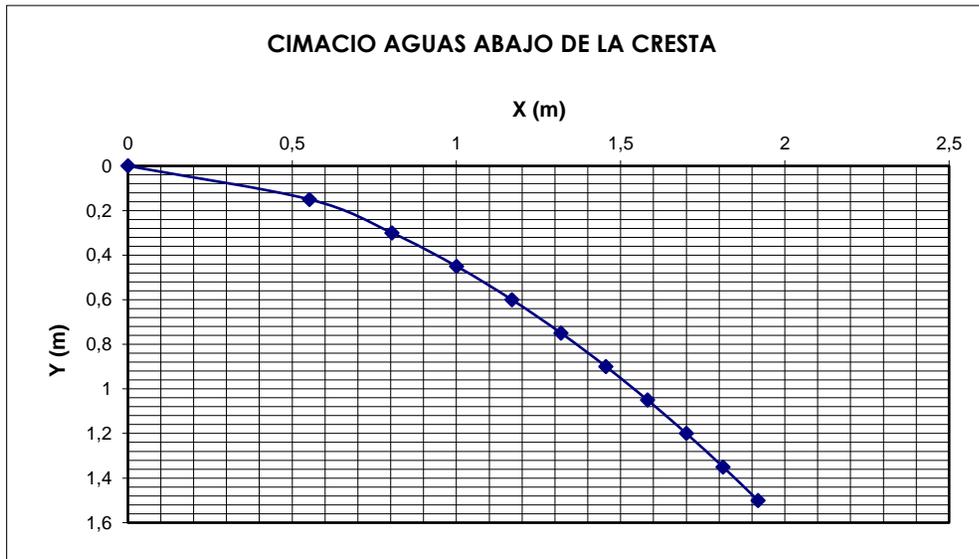
Cuadro N° 372: PERFIL AGUAS DEBAJO DE LA CRESTA

Y (m)	X (m)
0	0
0.15	0.55249701
0.3	0.803616506
0.45	1.000.537.367
0.6	1.168.874.179
0.75	1.318.716.851
0.9	1.455.298.995
1.05	1.581.756.702
1.2	1.700.147.814
1.35	1.811.910.299
1.5	1.918.096.586

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico Nº 91: CIMACIO AGUAS ARRIBA DE LA CRESTA



Fuente: Elaboración Propia

DESFOGUE DE FONDO

Análisis de cargas del desfogue de fondo

Peso específico del suelo compactado para terraplenes (ton/m ³)	1.8
Relleno sobre la galería (m)=	20
Angulo de fricción del suelo	30
Altura de relleno lateral galería (m)=	25
Peso vehículo HS20 (m)=	14.8
Área de acción vehículo HS20 (m ²)=	114.9

1. Carga por relleno de terraplén

$$qt = 36 \text{ ton/m}^2$$

2. Carga por presión lateral del terreno

Utilizando la Teoría de Rankine para presión lateral del suelo:

$$P = k_a * \gamma_s * h$$

$$k_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$$P: 399.894.313 \text{ ton/m}^2$$



k_a : 0.888654029
 γ_s : 1.8 ton/m³
 h : 25 m

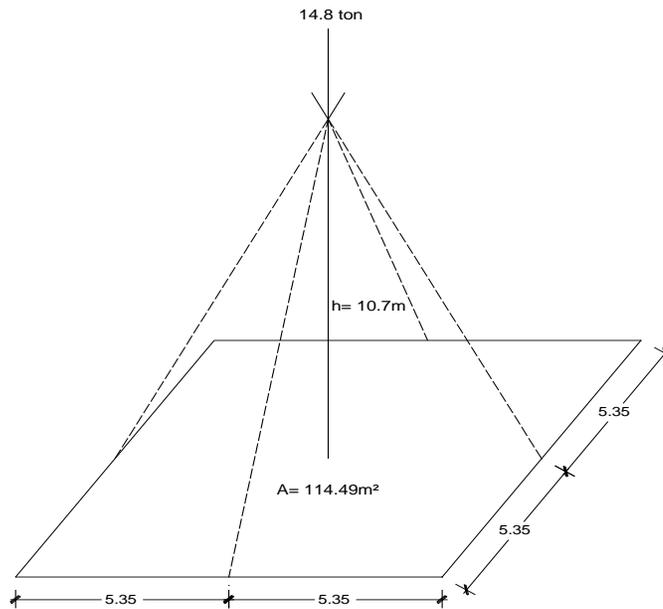
3. Carga hidráulica (para un tirante h=1.8m)

4. Carga vehicular

Se toma la carga equivalente para el camión tipo HS20 la cual disminuye con la profundidad desde el punto de aplicación de la carga hasta la cara superior del cajón, esta variación se la puede determinar utilizando el método aproximado denominado: método 2:1 (Libro: Principios de Ingeniería de Cimentaciones 5ta ed. de Braja M. Das Pag. 196 -197), esta carga llega a ser muy pequeña con relación a las demás cargas.

Gráfico N° 92: CARGA VEHICULAR

$q_v = 0.128807659 \text{ ton/m}^2$



Fuente: Elaboración Propia

5. Carga Peso tubería de conducción más hormigón de asiento

Se toma la carga de la tubería de conducción del desagüe de fondo

Diámetro tubería	1 m ³
Peso específico acero	14.4 ton/m ³
Espesor tubería	0.03 m ³
Longitud tubería	100 m ³
Volumen tubería	685.864.654 m ³
Peso tubo	987.645.102 ton
Peso agua	0.716811698 ton



Peso tubo lleno	994.813.219 ton
Área de contacto	100 m ²
Pt	0.994813219 ton/m ²
Peso específico hormigón	2.4
Volumen de hormigón de relleno en la galería	107 m ³
Peso hormigón de relleno	256.8
Phor	1.712 ton/m ²
Ptotal	2.706.813.219 ton/m ²

6. Resumen de acciones

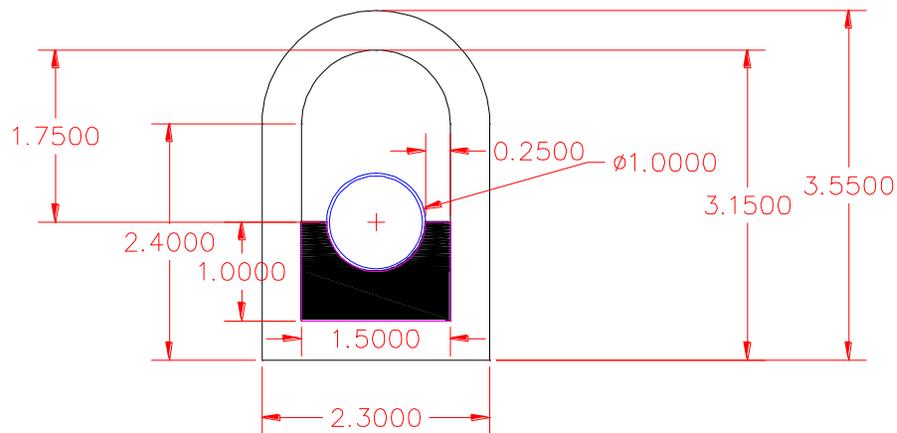
Cuadro Nº 373: RESUMEN DE ACCIONES

Descripción	Identificador	Valor	Estado
Presión terraplén vertical	Ptv	36.00	Sobrecarga
Presión suelo lateral	Psi	39.99	Sobrecarga
Presión tubería+ hormigón de asiento	Pth	2.71	Sobrecarga
Presion carga vehicular	Pcv	0.13	Carga viva

Fuente: Elaboración Propia

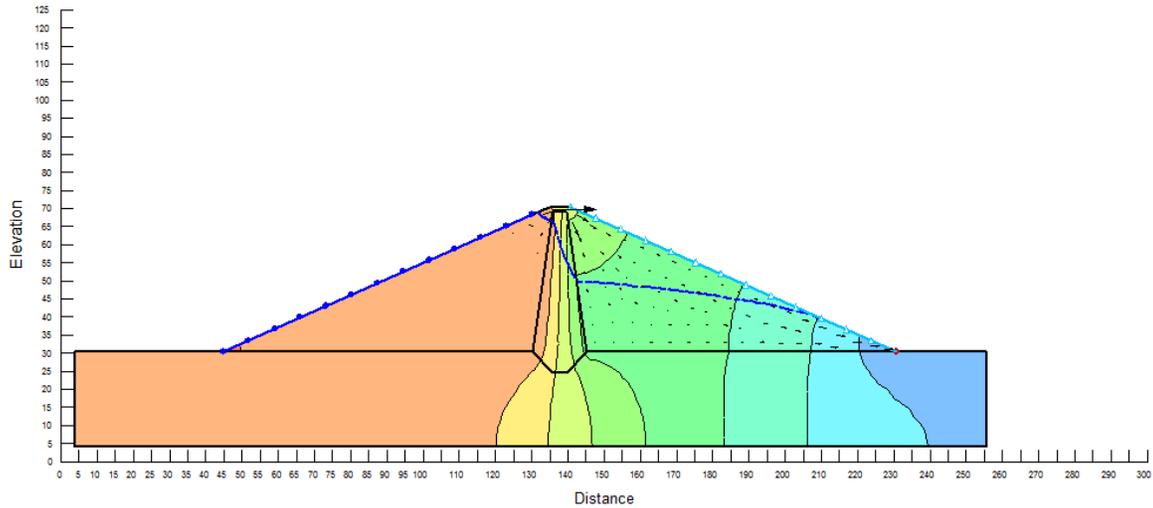
7. Sección de cálculo

Gráfico Nº 93: SECCION DE CALCULO



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 94: ANÁLISIS TENSODEFORMACIONAL Y LÍNEA DE SATURACIÓN DE LA PRESA



Fuente: Elaboración Propia

2.4.5.2 DISEÑO DE LAS OBRAS AUXILIARES Y COMPLEMENTARIAS

A continuación se resumen los diseños realizados y computados para el presente documento los mismos están detallados en los anexos.

Cuadro N° 374: Aduccion Jarcas - Rumicancha.

RIEGO	LONGITUD	TIPO DE TUBO	OBSERVACIONES
SELLA QUEBRADAS, RUMICANCHA ADUCCION HACIA RUMICANCHA	2727,9 Km.	PVC SDR21	DIAMETROS 12 PULGADAS

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 375: Trasvase Negro Muerto - Rumicancha.

DESCRIPCION	PROGRESIVA	LONGITUD m	SECCION CANAL		
	DE INICIO		ALTURA INTERIOR	BASE INTERIOR	ESPESOR
PUENTE CANAL 1	0+350.28	45,60	0,66	1	0.20
PUENTE CANAL 2	0+973.86	9.29	0.66	1	0.20
PUENTE CANAL 3	1+773.77	19.64	0.66	1	0.20
PUENTE CANAL 4	2+201.73	27.28	0.66	1	0.20
PUENTE CANAL 5	3+808.05	17,17	0.66	1	0.20

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 376: Trasvase Chaupicancha - Rumicancha.**

DESCRIPCION	PROGRESIVA	LONGITUD	SECCION CANAL		
	DE INICIO	m	ALTURA	BASE	ESPESOR
PUENTE CANAL 1	0+648.71	94.18	0,75	1.5	0,20
PUENTE CANAL 2	0+771.83	54.43	0,75	1.5	0,20
PUENTE CANAL 3	0+934.49	37.91	0,75	1.5	0,20

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 377: Aducción para riego:

SISTEMA DE RIEGO	LONGITUD	TIPO DE TUBO	OBSERVACIONES
SAN PEDRITO - RUMICANCHA	17,85 Km.	PVC SDR41	DIAMETROS ENTRE 8, 6, 4, 3, 2 1/2 PULGADAS
MENDEZ	11,01 Km.	PVC SDR41	DIAMETROS ENTRE 12 y 10 PULGADAS
CERCADO	23,61 Km.	PVC SDR41	DIAMETROS ENTRE 24, 14, 3 y 2 1/2" PULGADAS

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 378: Caminos de Acceso:

DETALLE	LONGITUD	OBRAS DE ARTE	OBSERVACIONES
CAMINO HACIA LA PRESA JARCAS	2,58 Km.	2 ALCANTARILLA TIPO CAJON	ANCHO PLATAFORMA DE 6 METROS, CAPA RODADURA DE 15 CM.
CAMINO ACCESO HACIA LA PRESA SAN PEDRITO	3,73 Km.	3 ALCANTARILLA DOBLES TIPO CAJON	ANCHO PLATAFORMA DE 6 METROS, CAPA RODADURA DE 15 CM.

Fuente: Elaboración Propia

2.4.5.3 CÓMPUTOS MÉTRICOS

Los cálculos métricos para las obras civiles se hicieron en forma modular. En el costo total del proyecto también se tuvo en cuenta la supervisión de la construcción. El presupuesto general se puede resumir de la siguiente manera:

- PRESA JARCAS MOD. N°1
- PRESA SAN PEDRITO MOD. N°2
- PRESA RUMICANCHA MOD. N°3
- TRASVASE CHAUPICANCHA – RUMICANCHA MOD. N°4
- TRASVASE NEGRO MUERTO – RUMICANCHA MOD. N°5
- SISTEMA DE ADUCCION JARCAS -RUMICANCHA MOD. N°6
- SISTEMA DE RIEGO SAN PEDRITO – RUMICANCHA MOD. N°7
- SISTEMA DE RIEGO CERCADO MOD. N°8
- SISTEMA DE RIEGO MENDEZ MOD. N°9
- CAMINO ACCESO SAN PEDRITO – CAMINO ACCESO JARCAS MOD. N°10



Los costos de cada módulo fueron estimados a partir de los cálculos métricos detallados y el correspondiente análisis de precios unitarios de cada ítem. En el anexo 4.5, se adjunta el presupuesto total y por módulos.

2.4.5.4 PRECIOS UNITARIOS PRIVADOS

Se encuentra detallado en el anexo 4.2 del presente documento.

Para el análisis de los precios unitarios, se recabó información de trabajos similares, considerando los siguientes datos de referencia:

Niveles de productividad de mano de obra por tipo de trabajo, en base a información obtenida de empresas constructoras asentadas en el departamento y otras que ejecutaron trabajos similares a las obras del presente proyecto.

Disposiciones legales laborales vigentes como ser: pago de beneficios sociales, seguridad social, vacaciones y otros beneficios de acuerdo a ley.

Disponibilidad de mano de obra y materiales de construcción en la zona del proyecto.

Costo de maquinaria y equipo en base a cotizaciones de empresas importadoras de este rubro.

La planilla de cálculo adoptada, tiene la estructura establecida en el Modelo del Pliego de Condiciones para Contratación de obras, en conformidad con la Resolución Ministerial Actual.

MATERIALES

Se considera el costo de los materiales a precios de mercado con IVA, más el costo de transporte a la zona de trabajo.

MANO DE OBRA

El costo total del ítem de mano de obra está conformado por el Costo Horario de la mano de obra utilizada en el ítem, Beneficios Sociales sobre el subtotal de Mano de Obra (55%) y el Impuesto al Valor Agregado (14,94%) del subtotal de Mano de Obra + Beneficios Sociales. Los costos de Mano de Obra fueron obtenidos de la zona donde se ejecutará el proyecto, y también incorpora los niveles salariales vigentes para este tipo de trabajos.

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

En los precios unitarios calculados en las planillas, se consideró que un obrero trabaja por día 8 Hrs., 25 días al mes, haciendo un total de 200 horas laborales al mes.

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Equipo y maquinaria

Los costos de equipo y maquinaria, se han elaborado en base a cotizaciones hechas a empresas importadoras de este rubro y considerando los factores técnicos recomendados por sus fabricantes. El costo del equipo y maquinaria involucra también el traslado y mantenimiento del mismo.

Herramientas

Se consideró el 5% del costo total de la mano de obra. Este valor comprende el factor de desgaste y reposición de herramientas menores que es utilizado y aceptado por todas las empresas constructoras de Bolivia pertenecientes a la CABOCO.

Total equipo, maquinaria y herramientas



Es la sumatoria de los costos del equipo y maquinaria considerado dentro de cada ítem, más el costo de herramientas.

GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

Para los Gastos Generales se adoptó un porcentaje de 10% del total de las partidas de Materiales, Mano de Obra y Equipo, Maquinaria y Herramientas. Es decir, de la sumatoria de los componentes 1+2+3 de la planilla de cálculo. El porcentaje de Gastos Generales adoptado (10 %), se desglosa de la siguiente manera:

Cuadro Nº 379: GASTOS GENERALES

Costos de compra de pliegos	0.00%
Costos de preparación de propuestas	0.72%
Costos de documentos legales	0.53%
Costos por garantías y seguros	4.20%
Costos de operación de oficinas	1.70%
Costos de administración de la obra	0.81%
Costos por movilización y desmovilización	1.20%
Costos por gestión de riesgos	0.84%
TOTAL	10.00%

Fuente: Elaboración Propia

UTILIDADES

Se consideró el factor del diez por ciento (10 %) del total de las partidas de Materiales, Mano de Obra, Equipo, Maquinaria y Herramientas. Es decir, de la suma de los componentes 1+2+3+4 de la planilla de análisis de precios unitarios.

IMPUESTOS

En conformidad con las planillas de cálculo, propuesta en el modelo de Pliego de licitaciones, se considera el impuesto equivalente a 3.09% del total de las partidas de Materiales, Mano de Obra, Equipo, Maquinaria y Herramientas y gastos Generales y Administrativos. Es decir, de la suma de los componentes 1+2+3+4+5 de la planilla de análisis de precios unitarios.

También se considera de acuerdo a la Normativa vigente el Impuesto al Valor Agregado (14,94%) del subtotal de Mano de Obra + Beneficios Sociales.

TOTAL PRECIO UNITARIO

El Precio Unitario Total es el resultado de la suma de las partidas anteriores y fue utilizado en la elaboración de todos los precios unitarios presentados en los presupuestos del proyecto, se utilizó el QUARK 7.46.11 unitarios y manejo de Presupuestos.

El detalle de los precios unitarios privados calculados, se presenta en el anexo 4.2.

2.4.5.5 PRECIOS UNITARIOS SOCIALES

Los Precios Unitarios Sociales se encuentran detallados en el anexo 4,3 del presente proyecto, donde se detallan los cálculos y los precios unitarios sociales que se han utilizado para la evaluación social del proyecto.



Para realizar la conversión de los precios de mercado a sociales es necesario la aplicación de las Razones Precio Cuenta (RPC), que son los parámetros que corrigen las distorsiones incorporadas en los precios de mercado, los mismos que están establecidos por el Ministerio de Inversión Pública que en su reglamento de Pre inversión establece la necesidad de contar con los parámetros señalados para practicar la evaluación socioeconómica de proyectos.

El artículo 23 del Reglamento Básico de Pre inversión indica que el Órgano Rector del Sistema Nacional de Inversión Pública realiza la estimación de la Divisa, Mano de Obra y Tasa Social de Descuento, las mismas que serán actualizadas en función a cambios en variables y mercados involucrados en el cálculo.

A partir del 5 de septiembre de 2006, a la fecha han cambiado los valores de algunas variables y mercados, existiendo la necesidad de realizar estimaciones de parámetros adicionales para lograr una adecuada gestión de la fase de pre inversión.

Establecer de las Razones Precio Cuenta de Eficiencia de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro Nº 380: RAZÓN PRECIO CUENTA

Razón Precio Cuenta de Eficiencia de la Divisa (RPCD):	1,24
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Rural (RPCMONCR)	0,47
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Urbana (RPCMONCU)	0,23
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Calificada (RPCMOC)	1,00
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Semicalificada (RPCMOSC)	0,43
Tasa de Costo Promedio Ponderado del Capital (TCPPC)	12,81%
Tasa Social de Descuento (TSD):	12,67%

Fuente: Reglamento Básico de Pre inversión

2.4.5.6 PRESUPUESTO OBRAS CIVILES

El resumen del presupuesto general de las Obras Civiles es el siguiente:

Cuadro Nº 381: PRESUPUESTO GENERAL DE LAS OBRAS CIVILES

Nº	Descripción de obras	Valor Financiero	
		Bs.	\$us
1	MODULO : PRESAS	237.189.803,53	34.078.994,76
	PRESA RUMICANCHA	131.247.486,71	18.857.397,52
	PRESA JARCAS	63.981.518,75	9.192.746,95
	PRESA SAN PEDRITO	41.960.798,07	6.028.850,30
2	MODULO : SISTEMAS DE RIEGO Y TRASVASES	44.514.645,99	6.395.782,47
	SISTEMA DE RIEGO CERCADO	11.067.303,34	1.590.129,79
	SISTEMA DE RIEGO MENDEZ	6.533.567,86	938.731,01
	TRASVASE NEGRO MUERTO RUMICANCHA	5.418.401,59	778.505,98
	TRASVASE CHAUPICANCHA RUMICANCHA	8.768.275,18	1.259.809,65
	SISTEMA DE RIEGO SAN PEDRITO	4.853.190,97	697.297,55

SISTEMA DE ADUCCION JARCAS RUMICANCHA	7.873.907,05	1.131.308,48
OBRAS CIVILES	281.704.449,52	40.474.777,23
CAMINOS	12.361.861,08	1.776.129,47
AMBIENTAL	1.048.986,18	150.716,41
CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA	4.832.141,81	694.273,25
SUPERVISION	12.861.801,00	1.847.959,91
INDEMNIZACION	7.722.073,10	1.109.493,26
TOTAL INVERSION	320.531.312,69	46.053.349,52

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El presupuesto detallado antes mencionado se encuentra en Anexos.

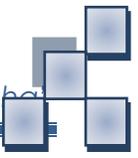
2.4.5.7 COSTOS DE MANTENIMIENTO

La estimación de los costos de operación y mantenimiento se hace por año y responde a la descripción de actividades técnicas realizadas. Los costos asociados a estas actividades son:

Cuadro Nº 382: COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (Anual)

Ítem	Descripción	Unidad	Valor Financiero		
			dad	Precio Unitario	Financ.
			[-]	[Bs]	[Bs / Año]
OM - 1	Ingeniero civil a cargo de la operación	Persona	12	5 000.00	60.000,00
OM - 2	Extensinista agrario	Persona	12	3 200.00	38.400,00
OM - 3	Personal Administrativo y Chofer	Persona	12	3 000.00	36.000,00
OM - 4	Instrumentación	Persona	12	5 000.00	60.000,00
OM - 5	Computadoras	Pza	1	1 800.00	1.800,00
OM - 6	Combustibles, lubricantes, etc.	Mes	12	3 600.00	43.200,00
OM - 7	Material de escritorio	Mes	12	1200	14.400,00
OM - 8	Comunicaciones	Mes	12	1200	14.400,00
OM - 9	arte, cámaras, etc	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 10	Mantenimiento y reparación de válvulas	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 11	Mantenimiento y reparación compuertas presa	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 12	derivadores	Pza	50	1200	60.000,00
OM - 13	Camioneta	mes	12	6 500.00	78.000,00
OM - 14	Estación Hidro - Meteorológica	Gbl	1	4 200.00	4.200,00
OM - 15	Sede Social y Vivero para los regantes	g lb	1	52 500.00	52.500,00
				PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M4 - M10)	537.900,00
				PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M4 - M10)	77.284,48
				PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M11 - M20)	564.526,05
				PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M11 - M20)	81.110,06

FUENTE: ELABORACION PROPIA



2.4.5.8 PROGRAMA DE EJECUCIÓN POR COMPONENTES, OBRAS Y ACTIVIDADES

La planificación óptima de la construcción incluye:

- Personal y equipamiento mínimo de la empresa constructora.
- Cronograma de actividades para la ejecución de obras
- Flujo de caja para la construcción

Personal y Equipamiento Mínimo Necesario.-

Personal:

- ✓ Gerente de obra: Ingeniero Hídrico-Civil, con 10 años de experiencia, 5 años en dirección de obras y por lo menos la dirección de dos proyectos iguales o similares al presente.
- ✓ Tres Directores de obra: Ingeniero Hídrico-Civil, con 10 años de experiencia, 5 años en dirección de obras y por lo menos la dirección de dos proyectos iguales o similares al presente.
- ✓ Un Ingeniero civil experto en geotecnia con amplia experiencia en fundación de presas y generación de pantallas impermeables con inyecciones en roca.
- ✓ Un Ingeniero Geólogo experto en geotecnia con amplia experiencia en fundación de presas y generación de pantallas impermeables con inyecciones en roca.
- ✓ Un ingeniero civil experto en tecnología del hormigón y estructuras de reconocida trayectoria en hormigón compactado o rodillo durante los últimos 10 años.
- ✓ Tres ingenieros civiles residentes de obra con por lo menos 5 años de experiencia en ejecución de obras similares.
- ✓ Tres ingenieros civiles o industriales encargados de producción de áridos y materiales para las presas, con por lo menos 2 años de experiencia en este cargo.
- ✓ Un jefe de topografía y dos topógrafos ayudantes. El contratista debe tener en forma permanente en obra tres brigadas topográficas de apoyo que cuenten cada una con estación total, nivel de precisión y todos los elementos adicionales, como ser: computadoras, brújulas, GPS, prismas, reglas graduadas, cintas de medición, etc., que permitan realizar todos los replanteos y levantamientos topográficos que el supervisor considere conveniente, requeridos para ejecutar todas las obras satisfactoriamente.
- ✓ 10 capataces de amplia trayectoria como mínimo.

Equipo:

Debido a las características de la obra, la empresa constructora deberá contar en obra como mínimo con el siguiente equipo:

Cuadro N° 383: EQUIPOS

PRESA RUMICANCHA		
1.	10 Volquetas 14 m ³	1
2.	4 Excavadoras 1.5 m ³ (CAT 330 o similar)	
3.	2 Motoniveladoras (CAT 140H o similar)	
4.	2 Rodillo Pata de Cabra de 12 ton	
5.	Un Dril neumático con Sistema de Compresión de Aire 50 bar	
6.	Maquinaria Pequeña (Mezcladoras, Vibradoras, Saltarines y Herramienta Menor)	
PRESA JARCAS		
1.	Planta dosificadora de Hormigón 40 m ³ / hora	2
2.	5 carros hormigoneros de 8 m ³	
3.	2 Bombas de Hormigón (o cinta transportadora)	
4.	4 Motoniveladoras (CAT 140H o similar)	
5.	4 Rodillo Vibratorio Liso de 12 ton	
6.	Planta de Producción de Áridos	
7.	5 Volquetas 14 m ³	
8.	Maquinaria Pequeña (Mezcladoras, Vibradoras, Saltarines y Herramienta Menor)	
PRESA SAN PEDRITO		
1.	5 Volquetas 14 m ³	3
2.	2 Excavadoras 1.5 m ³ (CAT 330 o similar)	
3.	Un Dril neumático con Sistema de Compresión de Aire 50 bar	
4.	Planta dosificadora de Hormigón 40 m ³ / hora	
5.	2 carros hormigoneros de 8 m ³	
6.	1 Bombas de Hormigón (o cinta transportadora)	
7.	2 Motoniveladoras (CAT 140H o similar)	
8.	2 Rodillo Vibratorio Liso de 12 ton	
9.	Planta de Producción de Áridos	
10.	Maquinaria Pequeña (Mezcladoras, Vibradoras, Saltarines y Herramienta Menor)	
TRABASE CHAUPICANCHA – RUMICANCHA		
1.	5 Mezcladoras 320 lt	4
2.	2 Excavadoras (CAT 320 o Similar)	
3.	2 Volquetas 8 m ³	
TRABASE NEGRO MUERTO – RUMICANCHA		
1.	5 Mezcladoras 320 lt	5
2.	1 Excavadoras (CAT 320 o Similar)	
3.	1 Volquetas 8 m ³	
SISTEMA DE RIEGO CERCADO		
1.	2 Mezcladoras 320 lt	6
2.	1 Excavadoras (CAT 320 o Similar)	
3.	1 Volquetas 8 m ³	
4.	Un Camión con pluma de 1 ton	
SISTEMA DE RIEGO SAN PEDRITO – RUMICANCHA		
1.	2 Mezcladoras 320 lt	7
2.	1 Excavadoras (CAT 320 o Similar)	
3.	1 Volquetas 8 m ³	
4.	Un Camión con pluma de 1 ton	
SISTEMA DE RIEGO MENDEZ		
1.	2 Mezcladoras 320 lt	8
2.	1 Excavadoras (CAT 320 o Similar)	
3.	1 Volquetas 8 m ³	
4.	Un Camión con pluma de 1 ton	
SISTEMA DE JARCAS		
1.	2 Mezcladoras 320 lt	9
2.	1 Excavadoras (CAT 320 o Similar)	
3.	1 Volquetas 8 m ³	
4.	Un Camión con pluma de 1 ton	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

- La empresa deberá contar con todos los demás equipos y herramientas menores para llevar a cabo la construcción de toda la obra, como ser hormigoneras menores, vibradoras, bombas, compactadores manuales, etc.
- El contratista debe tener capacidad para efectuar la rotura de probetas a compresión simple y realizar el control de calidad del hormigón correctamente, incluyendo ensayos de peso específico, granulometrías de agregados, calidad de agregados, pruebas de permeabilidad, etc. Además se debe contar con equipo para ensayos de mecánica de suelos como ser: Ensayos Proctor estándar y

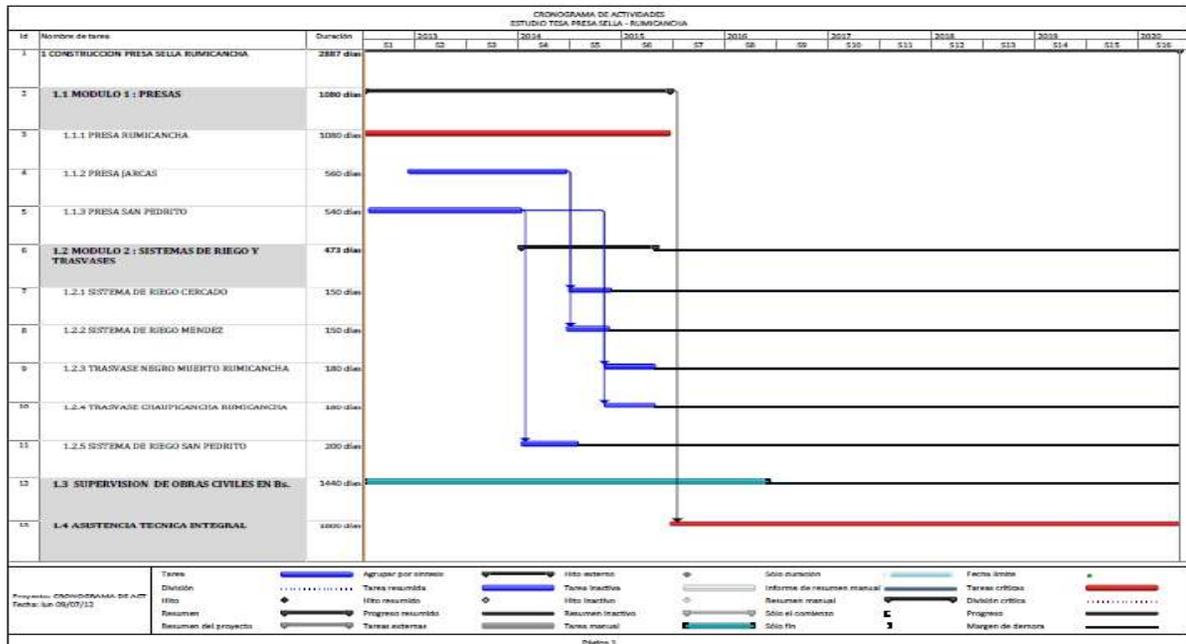


modificado,y equipo para la clasificación de suelos por el sistema unificado de clasificación de suelos(SUC), matillo Smith, extractor de núcleos, para mecánica de rocas, densímetro nuclear y cono de arena además de otros ensayos necesarios (laboratorio completo).

Cronograma de ejecución de obras

Se considera óptimo construir el proyecto en 48 meses calendario para la ejecución de Obras Civiles, de la supervisión Técnica es por 60 meses y la capacitación y asistencia técnica entra partir del tercer año con una infraestructura casi terminada y se queda en el proyecto por 1440 días calendario. Sin embargo, considerando las características climáticas de la zona y la disponibilidad de fondos del Gobierno Autónomo del Departamento de Tarija y Estado Plurinacional de Bolivia.

Cuadro N° 384: CRONOGRAMA DE OBRAS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

2.4.5.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, ADMINISTRATIVAS Y OPERACIONALES POR COMPONENTES, OBRAS Y ACTIVIDADES

Las especificaciones técnicas del proyecto, están desarrolladas en los anexos 4.4, cada ítem del presupuesto presenta una breve descripción de las características del ítem, los materiales a utilizar, los métodos constructivos, la forma de medición y la forma de pago.

2.4.6 ESTUDIO INSTITUCIONAL – ORGANIZACIONAL 2.4.6.1 TIPO DE ORGANIZACIÓN

Para la futura gestión del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha, las 839 familias de las comunidades de Sella Cercado, Monte Cercado, Sella candelaria, Rumicancha, San Pedro de Buena Vista, Sella Quebradas, Sella Méndez y Monte Méndez, que son los beneficiarios del proyecto, deberán crear o constituir una organización denominada "Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha", que será la que gradualmente irá asumiendo la responsabilidad de la administración y gestión del sistema de riego en forma sostenible y autogestionable.

La organización beneficiaria para el proyecto "Construcción Presa Sella - Rumicancha", son los actores que viven en las microcuencas de aporte a la presa.

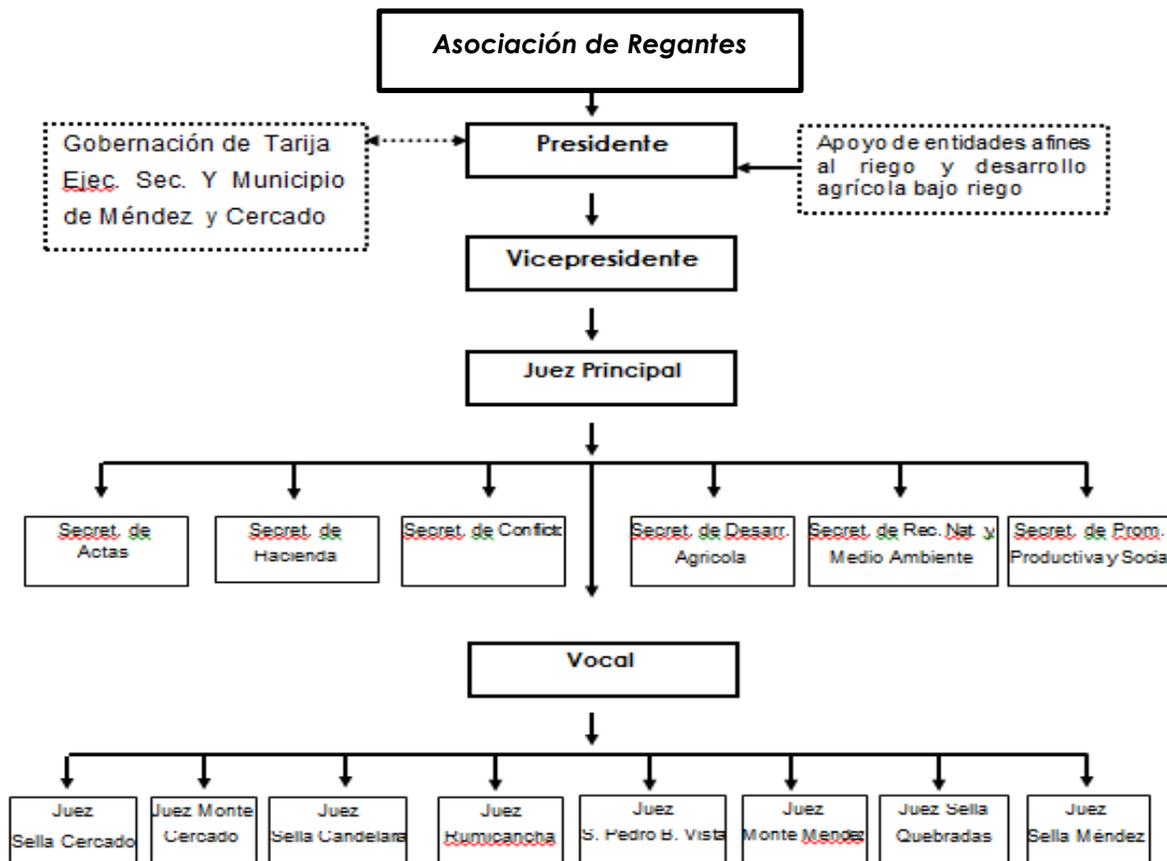
En la elaboración del proyecto Construcción Presa Sella - Rumicancha, a través de talleres participativos se conformara el Comité de Cuenca del proyecto, determinado por los comunarios beneficiarios de la zona del proyecto, los cuales están dentro de la OTB comunal.

La "Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha", representa a las 839 familias que realizan actividad agropecuaria en las cuencas de aporte a la Presa Sella - Rumicancha.

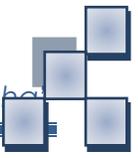
2.4.6.2 ESTRUCTURA ORGÁNICA-FUNCIONAL

La "Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha" es la máxima autoridad para la ejecución del proyecto, con el cual se debe coordinar para la ejecución de la Presa Sella - Rumicancha y otras actividades. La "Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha" está dentro de la estructura orgánica comunal; es decir dentro de la OTB. La "Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha" debe coordinar con la Gobernación para la Implementación del proyecto. Además la Asociación es responsable de hacer cumplir la contraparte en la ejecución de las obras contempladas, como también de la operación y mantenimiento de las mismas, durante la ejecución y después de la conclusión del mismo.

Gráfico Nº 95: ESTRUCTURA ORGANICA



FUENTE: ELABORACION PROPIA



2.4.6.3 MANUAL DE FUNCIONES

De igual manera, la futura Asociación de Regantes y el marco institucional que participe en la administración y gestión del sistema de riego, se regirán en base a manuales de funciones, procesos y procedimientos, que para el caso presente corresponden a los Estatutos y Reglamentos que se presentan en forma preliminar.

2.4.6.3.1 NIVELES DE ORGANIZACIÓN

Para el caso del presente proyecto, se sugiere una organización que a nivel de directorio tenga tres niveles:

Los miembros del Directorio a **nivel del sistema principal** de riego deben ser diez miembros, deben mantener cierta equidad y operatividad del mismo.

Los miembros del Directorio a nivel de subsistema en este caso corresponden a todos los Jueces zonales de cada subsistema de riego, vale decir de cada juez de agua de su comunidad.

Con lo que, el número total de miembros del Directorio de la Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha, a constituirse son veintiocho miembros.

2.4.6.3.2 CARGOS Y FUNCIONES

Las organizaciones de riego estarán compuestas por la siguiente directiva:

Presidente:

Organizar y dirigir las reuniones ordinarias y extraordinarias del directorio y asambleas generales. Controlar el buen funcionamiento del sistema (presa y canales de conducción). Solucionar los conflictos que se presenten con los sistemas tradicionales o zonas de riego y realizar todas las gestiones necesarias.

Vicepresidente:

Apoyar al presidente en las actividades indicadas o en su caso reemplazarlo cuando éste se encuentre ausente.

Juez de agua principal:

Operar la presa, elaborar el rol de riego, entregar el agua a las zonas correspondientes según el rol de riego. Organizar el mantenimiento y controlar los aportes en jornales. Solucionar los conflictos dentro en las zonas de riego y coordinar con los Jueces de cada zona de riego.

Secretaría de actas:

Es responsable de documentar, registrar, llevar control e informar de todas actas, acuerdos y demás documentación inherente a la gestión del sistema de riego.

Secretaría de hacienda:

La secretaria de hacienda será responsable de cobrar y recibir los aportes de los usuarios para las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego, realizar el balance de ingresos y egresos y rendir cuentas en asamblea a los usuarios.

Secretaria de conflictos:

Su tarea es principalmente de concertar, acercar a las partes, negociar y buscar alternativas de solución a los conflictos que se presenten e informar al presidente y el Directorio.

Secretaría de desarrollo agrícola:

Es responsable de realizar gestiones orientadas al desarrollo agrícola de la zona de riego.



Secretaría de recursos naturales y medio ambiente:

Es responsable de velar y promocionar que se realice un uso racional, sostenible y responsable de los recursos naturales, especialmente del agua de riego y suelos agrícolas.

Secretaría de promoción turística y social:

Responsable de generar espacios de concertación social entre los miembros de la Asociación de Regantes y la promoción de actividades turísticas y sociales dentro del área de influencia del sistema de riego, especialmente en el embalse.

Vocal:

Es responsable de hacer conocer las convocatorias para las reuniones y actividades de mantenimiento.

Jueces de agua por zona:

Tienen la responsabilidad del control de la apertura y cierre de compuertas en puntos de entrega de agua a los usuarios, control del turno de la zona de riego a través de los registros de inicio y fin del turno, elaboración del rol de turnos, recibir el agua correspondiente a su zona de riego a la hora fijada de llegada. Controlar la entrega de agua dentro de la zona de riego, notificar a los usuarios para las reuniones en cada zona, coordinar y ejecutar las tareas de mantenimiento a nivel de zona, etc.

Elección de los miembros

La elección de las autoridades será por medio de elecciones internas a través del voto en asamblea general de todos los usuarios del sistema, tomando en cuenta la responsabilidad de los que van a ser elegidos.

Asamblea de usuarios

Será la máxima autoridad y estará conformada por todos los usuarios con derechos al agua y que tengan sus obligaciones al día, es decir con socios que estén habilitados con derecho a voz y voto. Los socios tienen la obligación de participar en todas las reuniones, definir acuerdos y sanciones sobre la distribución / operación y mantenimiento del sistema de riego.

Existirán asambleas de socios a nivel general, de Subsistema y de zona de riego, por otra parte se establecerá un cronograma de asambleas ordinarias y también existirán asambleas extraordinarias.

En Anexos se presenta una propuesta de Estatutos, el mismo que incluye de manera preliminar todos los temas referidos a la Gestión y en particular a la Organización de la misma, con referencia al Sistema de riego Presa Sella Rumicancha.

De igual manera, en la memoria o documento principal del proyecto, se describe la propuesta de Asistencia Técnica y Acompañamiento requerida, luego en el Anexo respectivo, se describe el presupuesto de este servicio requerido, posteriormente la entidad promotora (Gobernación) debe llevar el proceso de contratación de la Entidad o Consultor para el servicio de Asistencia Técnica y Acompañamiento en base a términos de referencia o alcances de trabajo previamente elaborados para el efecto.

2.4.6.4 MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

2.4.6.4.1 OPERACION

2.4.6.4.1.1 Operación del sistema de riego

La operación del sistema y la distribución del agua, se inicia con las obras de regulación de la fuente de agua, que lo componen las obras de cabecera principalmente la presa y que dará condiciones de seguridad y confianza en el caudal que se tendrá para distribuir cada uno de los años de vida del proyecto.



El manejo de las aguas de riego se continuará realizando mediante métodos tradicionales por gravedad (surcos y melgas), con la posibilidad de que en un mediano a largo plazo y dependiendo de la economía de agua, se puedan implementar sistemas de alta eficiencia como son los métodos presurizados y riego tecnificado de alta eficiencia.

La distribución del agua tendrá la dinámica de la partición del caudal en base a las necesidades de los cultivos propuestos, y el responsable de la operación entregará el caudal regulado en función a las necesidades del sistema de riego.

En el sistema de riego, la distribución de la caudal base prevista a entregarse deberá dividirse en módulos de acuerdo al número de usuarios que regarán en forma conjunta; se realizará en forma rotativa, siguiendo los principios y acuerdos preestablecidos.

Primero se asignarán los turnos de riego a las parcelas más alejadas, y de acuerdo a la entrega del agua regulada pueden regar simultáneamente varios canales secundarios, los primeros en regar deben ser los usuarios más alejados, posteriormente se asignará el turno a las parcelas de las zonas intermedias hasta llegar a las parcelas que se encuentran en la cabecera del sistema.

La asignación de los turnos principalmente será realizado en la época de menor disponibilidad de agua y donde la demanda es mayor, esta situación se presenta entre los meses de junio a noviembre, mientras que en la época de lluvias la dotación de agua estará en función a los usuarios que soliciten el riego.

El manejo de las aguas para el sistema se realizará por gravedad, debiendo inicialmente el responsable del manejo de válvulas en la obra de toma contar con asesoramiento técnico, para poder dotar del caudal requerido y previsto a través del tiempo.

La demanda de agua para riego está en función a los requerimientos de los cultivos previstos en el diseño, por lo que sería importante lograr un trabajo de acompañamiento mediante un técnico especialista en el tema, para definir el riego en base a los cultivos, características físicas del suelo relacionadas al riego, así como otros factores, y así lograr un uso adecuado y óptimo del agua regulada y evitar se tenga una aplicación excesiva de agua que repercute en la erosión del suelo y el consiguiente arrastre de nutrientes del mismo; o al contrario, en épocas de escasez de agua, la demanda aumenta y se tenga riego insuficiente con la consiguiente baja producción de los cultivos.

La operación del sistema de riego se caracteriza por dos aspectos:

- 1) En la época de verano, la entrega es por turnos de acuerdo a la demanda de los usuarios que deseen utilizar el sistema de riego.
- 2) En la época de invierno donde la demanda es mayor, la entrega de agua al usuario es por turno y estrictamente controlada para cubrir la totalidad de los turnos que existe en las comunidades; y en caso de que se presentasen periodos críticos por que el caudal de alimentación al embalse es pequeño, o por mayor utilización del embalse en verano, debe racionalizarse el uso del agua bajando la dosis de agua a cantidades a calcular en base al agua embalsada, y el caudal de la curva de recesión del río Sella y Rumicancha y las presas de apoyo, y así poder obtener la cantidad de tierras a ser regadas, con riego suficiente que no influyan de manera significativa en el rendimiento de los cultivos, debiendo cada usuario preparar solo las tierras que pueda regar en su turno que de acuerdo a las previsiones estará alrededor de 1,0 hectárea en invierno.

2.4.6.4.1.2 Operación del embalse

El agua embalsada y regulada por la presa Rumicancha que es la principal y las presas de apoyo, será captada principalmente para el propósito diseñado del sistema de riego; con la posibilidad de desarrollar aspectos de turismo y cría de peces en la laguna. Con la operación de la presa, inicialmente a la salida de la obra de toma al pie de la presa esta previsto captar el total del agua requerida, la misma que está previsto un máximo de 1200 l/s y un mínimo de 300 l/s para la totalidad de las tierras incorporadas al régimen bajo riego.



Este caudal será conducido hasta las cámaras de válvulas carga que se encuentran inmediatamente después de cada rejilla de entrada en las dos obras de toma desde las cámaras de válvula se acoplan a las tuberías de conducción de ambas márgenes.

La totalidad del caudal ingresa a las tuberías forzadas de cada margen es decir que la presa tiene dos obras de toma una para cada margen. La tubería de la margen derecha riego y cubre las necesidades de las comunidades de Sella Mendez y Monte Méndez. La tubería de la margen izquierda cubre las necesidades de las áreas de riego de las comunidades de Sella Cercado Monte Cercado.

El volumen del embalse total es de 12.74 Hm³, el volumen muerto será de 1.32 Hm³, mientras que el volumen útil será de 11.42 Hm³, el mismo que será distribuido en base al caudal previsto para el sistema de riego. El caudal de oferta para el sistema de riego un máximo de 1200 l/s, pero que disminuye de acuerdo al requerimiento mensual de riego.

La entrega de agua regulada implica caudales significativos y continuos que no serían posibles sin obras de regulación como una presa, lo que amerita un análisis y una propuesta para la fase operativa, que permita utilizar racional y óptimamente el sistema.

Para el sistema de riego la presa tiene previsto entrega un máximo de 1200 l/s, durante las 24 horas del día en el mes más crítico del estiaje y bajaría el caudal en los siguientes meses, estando previsto durante los meses de junio, julio, diciembre, enero, febrero y marzo un caudal mínimo de 300 l/s, bajo esta óptica, el concepto del manejo de agua en monoflujo, no tiene aplicabilidad, por que el caudal asignado será demasiado grande para un solo regante, por lo tanto considerando que pueda regarse con módulos de 20 l/s en el momento crítico, es de esperar que por lo menos alcanza para 8 regantes en forma simultánea.

Para el planteamiento de la modalidad de distribución surgen algunas interrogantes, como: Estarán suficientemente preparados los usuarios para manejar caudales del orden de los 40 a 50 l/s, por otro lado existirán parcelas adecuadas en tamaño y forma como para manejar caudales de este orden; al tratar de dar una respuesta coherente se tropieza nuevamente de que es muy necesario la implementación del Programa de Asistencia Técnica que adecue y afine estos conceptos.

Sin embargo la base de la lógica tiende a que el sistema no corresponde al manejo de caudales de monoflujo y prima el concepto de introducir la propuesta de que por lo menos deben regar al mismo tiempo varios canales secundarios y dentro de los canales secundarios simultáneos mínimo unos 15 regantes.

2.4.6.4.2 MANTENIMIENTO

Luego de la construcción de la presa, obras de cabecera; obras de protección, del vertedero de excedencias, obras de desfogue y las obras de toma para cada una de las márgenes, los trabajos de mantenimiento deben ser realizados rigurosamente a fin de que cada componente de la infraestructura cumpla sus objetivos para los cuales a sido construido y asegure el almacenamiento y la distribución de agua a los usuarios en el momento oportuno, para ello deberá ejecutarse el mantenimiento rutinario o preventivo, el mantenimiento de emergencia y el mantenimiento de las estructuras de control del flujo, por lo tanto el mantenimiento deberá tener varias etapas que se detalla a continuación.

El mantenimiento rutinario o preventivo consiste en la ejecución de actividades periódicas y continuas, que tienen por objeto anticiparse a los hechos futuros que revistan de gravedad, son las actividades de rutina en la inspección continua de la presa, obra de toma, canal de conducción, obra de carga, tubería forzada, cámaras de válvulas, canales, compuertas, obras de arte y tuberías de aducción, a fin de detectar los problemas en sus inicios para luego tomar decisiones que permitan solucionar los mismos.

Por lo general, a nivel de la presa se realizarán inspecciones para verificar el buen funcionamiento del vertedor, ver que no exista obstrucción en el flujo del caudal de excedencias, que generalmente es producida por ramas de árboles, animales muertos u otros que impidan el libre flujo. Verificar valores de



sistemas de control de la presa, control topográfico que detecte movimientos de la presa, control de caudales de drenaje aguas abajo, que al aumentar indican conductos no previstos de agua.

Verificar el sistema de las obras de toma, que también puede obstruirse por medio de ramas u animales, y verificar los sistemas de distribución a cada componente del proyecto, que pueden obstruirse u sufrir desperfectos.

Deberá inspeccionarse canales de distribución, realizarse limpiezas periódicas por usuarios y en obras de arte como el sifón, puentes acueductos, saltos, compuertas y otros. Se debe realizar un control cuidadoso para que a lo largo no resulte una acumulación de necesidades de mantenimiento de las obras que resultaría muy costoso.

El mantenimiento preventivo busca solucionar las causas que provocan las necesidades de mantenimiento, antes que estos requerimientos se conviertan en problemas mayores. La falta de un adecuado mantenimiento preventivo puede dar lugar a la rehabilitación total de las obras. Las actividades preventivas dentro de un sistema se programa para:

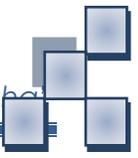
- Control de las obras de cabecera en forma continua y periódica.
- Limpieza de las obras como ser vertederos y desfogues para una operación adecuada.
- Control de los sistemas de distribución del agua
- Protección de quebradas a lo largo de los sistemas.
- Engrase y pintado de compuertas.
- Limpieza de válvulas.
- Limpieza de zanjas de coronamiento, drenajes y alcantarillas.

El mantenimiento de emergencia, consiste en aquellas actividades que se realizan cuando ocurren situaciones no usuales, que ponen en riesgo la estabilidad de la presa, las obras principales o canales principales que dan lugar a tomar acciones inmediatas, por lo general, demandan grandes inversiones de recursos humanos y financieros. Las causas que dan lugar a los trabajos de emergencia, en la mayoría de los casos es la falta de la implementación de los trabajos de mantenimiento preventivo o rutinario. Un sistema de regulación debe contar para casos de emergencia, brigadas de emergencia que efectúen la vigilancia de la infraestructura expuesta a este tipo de daños durante su funcionamiento, también se debe contar con un presupuesto para daños eventuales.

El mantenimiento de las estructuras de control de flujo, se realiza cuando existe una red de aforadores que permiten una mejor distribución de agua, por lo que es necesario realizar el mantenimiento minucioso de las pozas de estabilización, las reglas graduadas y las estructuras de disipación. El mantenimiento de la presa por ser una obra de envergadura será realizado con mucho cuidado.

Las actividades de mantenimiento en la presa se reducen a actividades que son sencillas si no existe descuido por la entidad responsable de su mantenimiento, sin embargo es necesario que tomen en cuenta la necesidad de efectuar un trabajo serio de los aspectos más importantes que a continuación se detallan:

- Se tiene que controlar que la estructura principal de la presa no sufra daño alguno, por crecidas excepcionales, derrumbes de los macizos de apoyo, por el arrastre de material flotante que puede obturar los vertederos de excedencias o las obras de desfogue; y si se da el caso, se debe inmediatamente realizar las reparaciones, para ello debe realizarse diariamente una inspección al sitio de las obras de cabecera principalmente en la época lluviosa, y se deberá realizar las mediciones previstas de control de la presa en forma periódica.
- Protección anticorrosiva de las estructuras metálicas, esta práctica se la debe realizar anualmente, pintando las estructuras metálicas que componen la presa con pintura epoxica anticorrosiva.
- Engrase y ajuste periódico de los dispositivos de operación como ser válvulas y otros que requieren de esta práctica. Esta actividad debe ser realizada anualmente, controlando periódicamente las posibles filtraciones que puedan originarse, en ese caso se deben cambiar las empaquetaduras.



Control periódico de los drenes ubicados al pie de los taludes, observando los caudales de filtración que no sobrepasen de lo normal. Si se diera el caso de filtraciones mayores a lo normal, se debe propiciar una inspección técnica para su evaluación.

Para el mantenimiento de la tubería forzada, tubería de conducción del agua de riego y los canales revestidos deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Soldado o cambio de la tubería de los lugares que muestre filtración.
- Reparación y protección de la pintura epoxica anticorrosiva a lo largo de la tuberías
- Sellar las fisuras del canal revestido.
- Reparar o revertir lugares de filtración.
- Construcción de barbacanas en sectores donde actúa presión hidrostática en los muros.
- Estabilización de quebradas y deslizamiento.
- Limpieza de sedimentos a lo largo de todo el canal.
- Limpieza y conformación de bermas en los canales.
- Protección taludes del canal donde serán susceptibles a ser utilizados como bebederos.
- Limpieza de matorrales.
- Mantenimiento de las infraestructuras de distribución, donde las compuertas metálicas como elementos de permanente accionar, demandan de un mantenimiento regular según el tipo de componentes con que cuenta (pintado y engrasado y en caso de que se requiera reparaciones o cambios en la parte metálica de las compuertas).

La forma del mantenimiento de la presa y sus obras complementarias será realizada por una cuadrilla a cargo de un ingeniero especialista en el tema, los trabajos serán ejecutados bajo las mismas características de calidad especificados en la construcción de las obras, esta actividad debe ser cumplida rigurosamente durante la vida útil del proyecto.

El mantenimiento del canal primario y ramales, continuará mediante la modalidad de los aportes en mano de obra y el pago de los aportes en dinero de acuerdo a las necesidades que se presentan, los trabajos se los realizará en forma conjunta desde la obra de toma hasta el sector de las parcelas, el mantenimiento de los canales dentro de las parcelas será de responsabilidad de cada usuario.

Este mantenimiento de la red de distribución será de acuerdo a las costumbres ya adoptadas por ellos, además se tomará en cuenta la cantidad del derecho adquirido el cual estará en relación al turno que cada usuario posee.

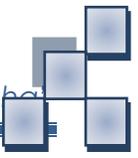
2.4.7 ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO

Para la administración, operación y mantenimiento del sistema de riego, se requiere de recursos humanos, económicos, materiales, equipos, mano de obra, etc. ello significa recursos que se debe disponer para afrontar esos compromisos y responsabilidades, para ello la Gobernación apoyará con un programa de Asistencia Técnica y Acompañamiento y cierto apoyo técnico-económico.

Posteriormente, la Asociación de Regantes debe asumir plenamente esta responsabilidad, para ello se debe delinear a futuro las fuentes de financiamiento y los aportes económicos y en mano de obra de los usuarios que a su vez deben normarse en el Estatuto y Reglamento.

2.4.8 ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD

La experiencia nos demostró que la única forma de que un proyecto sea sostenible en el tiempo, es que los usuarios asuman en forma autogestionaria la responsabilidad de la administración y gestión del sistema de riego; de lo contrario el proyecto no es sostenible. Por ejemplo, si la Gobernación se responsabiliza de esta tarea, en un periodo inicial y de encaminamiento, sí es pertinente, pero no en forma indefinida, debido a que significa crear un innecesario paternalismo y pensamos que no es el rol de esta entidad.



Para ello, a futuro la Asociación de Regantes debe definir y aprobar en forma concertada entre todos los regantes e insertar en el Estatuto el aporte de los regantes para la administración y gestión del sistema de riego. Así por ejemplo, puede definirse que el aporte anual por una hectárea de riego sea de 1 jornal + 100 Bs., en consecuencia a nivel de todo el sistema se dispondrá de 960 jornales en mano de obra y 93.000 Bs. por año como aporte de los regantes. También se tiene otros ingresos por multas, sanciones, donaciones, etc.

Por otra parte, la Asociación del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha a constituirse a través de su Directorio, puede gestionar otras fuentes de financiamiento para este propósito.

En consecuencia la sostenibilidad del sistema de riego se logrará en la medida que se constituya y consolide la Asociación de Regantes, si ello no ocurre precisamente el proyecto no se perfila como un emprendimiento sostenible. Para ello es importante que se ejecute como parte del proyecto la propuesta de Asistencia Técnica y Acompañamiento presentada.

Por lo anteriormente expuesto se determinó los requerimientos de recursos necesarios para garantizar el funcionamiento y operación normal del proyecto en el transcurso de su vida útil, aspecto que permite determinar la Sostenibilidad del Proyecto de acuerdo al cálculo del VAN OPERATIVO, sujeto al criterio siguiente:

$VAN_{OPERATIVO} > 0$ el funcionamiento y operación normal del Proyecto cuenta con sostenibilidad asegurada.

$VAN_{OPERATIVO} < 0$ el funcionamiento y operación normal del Proyecto no cuenta con sostenibilidad asegurada.

Utilizando la Planilla de Cálculo del Flujo de Caja Financiera del Proyecto se determina el valor del VAN OPERATIVO cuyo resultado es:

$VAN_{OPERATIVO} = 197.614.724,30$ Bs.

De acuerdo al criterio adoptado, se determina que el Proyecto cuenta con Sostenibilidad asegurada durante la Fase de Operación.

2.4.9 ENTIDAD ENCARGADA DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y mantenimiento de las obras civiles, será responsabilidad de la **Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha**, el mismo que organizará a los beneficiarios a realizar el mantenimiento de las obras. Al respecto, durante la formulación del Proyecto, se han identificado participativamente con los beneficiarios la ubicación de las diferentes obras; en tal sentido, existe conocimiento de los mismos sobre las obras a ejecutarse y a quienes beneficia cada obra, existiendo el compromiso de participar en la construcción y luego responsabilizarle del mantenimiento, una vez finalizado la implementación del Proyecto. Se prevee que la capacitación y asistencia técnica consolide la organización de las familias y el Comité de Cuenca, haga cumplir los acuerdos comunales de las asambleas de los socios, en relación al mantenimiento y operación de las obras a implementarse con el Proyecto.

2.4.10 PLAN DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL SERVICIO

La administración de los recursos durante la ejecución del Proyecto, estará a cargo de la Gobernación Autónoma del Departamento de Tarifa.

Una vez concluido la implementación del Proyecto, la **Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha**, será el responsable de velar por la buena administración del área de intervención, principalmente consolidar un manejo integral del área de las microcuencas de aporte a la presa, evitando el arrastre de sedimentos hacia la presa y en el mejoramiento del sistema de la



producción agrícola orgánica de los cultivos anuales que se desarrollan en las comunidades beneficiarias a través de la asistencia técnica y capacitación, haya logrado transferir capacidades a los beneficiarios para que continúen con las acciones propuestas.

2.4.11 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y el mantenimiento de las obras civiles a ejecutarse con el Proyecto, estarán bajo la responsabilidad de la **Asociación de Regantes del Sistema de Riego Presa Sella Rumicancha**. El componente de capacitación y asistencia técnica prevé el fortalecimiento del Comité y la organización de la operación y mantenimiento de todas las obras a ser ejecutadas. De tal manera que finalizado la ejecución del Proyecto, exista las capacidades en el Comité de Cuenca para realizar la operación y mantenimiento de las obras a través de los beneficiarios, debidamente capacitados y conocedores a cabalidad del mantenimiento necesario de cada una de las obras. Por otro lado, cada obra beneficia a ciertas familias que durante la fase de formulación participativa del Proyecto, se comprometieron a realizar el mantenimiento correspondiente, debido al beneficio que reciben de dichas obras.

2.4.12 INGRESOS Y BENEFICIOS CON PROYECTO

2.4.12.1 SISTEMA DE PRODUCCION CON PROYECTO

La producción de cultivos anuales y frutales, si bien se ha generalizado en la zona del proyecto, aún no cuenta con una tecnología apropiada y de bajo costo que sea accesible a más productores, aunque la producción actual cubre los requerimientos de la población local, es también cierto que la calidad del producto no es del todo competitivo, por lo que la producción necesita urgentemente algunos ajustes tecnológicos y principalmente el mercado explorando otros espacios de comercialización local y externo.

Con la ejecución del proyecto, se logrará alcanzar algunos metas como el de capacitar en la producción bajo riego a productores capaces de asimilar y adquirir los conocimientos y técnicas abordadas. Por otro lado se han introducido aspectos tecnológicos aunque no de gran innovación más de perfeccionamiento del actual sistema productivo, lo que da como resultado una mayor predisponibilidad del productor a realizar y ampliar sus actividades productivas en el rubro de frutales y cultivos de buen retorno económico sembrados en pequeñas superficies.

Asimismo se ha visto como un componente importante la Organización de los productores y el diseño de un sistema de comercialización sobre la base de datos obtenidos de los principales mercados de la ciudad de Tarma, Santa Cruz y algunos mercados del interior del país, que se constituyen en una herramienta importante para la formulación y planificación de las siembras, volúmenes de producción, establecimiento de costos y precios y una efectiva cadena de comercialización que involucre a todas las comunidades productoras.

El brazo operativo será la directiva de los regantes, quienes gestionaran ante las autoridades regionales, departamentales, nacionales e inclusive internacionales, financiamientos y apoyo para proyectos de producción, capacitación, fortalecimiento institucional y asistencia técnica en la producción y otros rubros en los cuales la organización se encuentre involucrada.

Actualmente el productor en las comunidades donde se pretende ejecutar el proyecto, con las reuniones de concertación realizadas, aunque es muy prematuro señalar, existe un cambio de mentalidad y acción en los beneficiarios.

Es predecible que los impactos positivos, se darán a partir del segundo o tercer año pudiendo lograrse una consolidación de la producción a partir del cuarto año bajo las nuevas enmiendas tecnológicas de producción, conservación, transformación y una efectiva cadena de comercialización con precios justos y racionales; todos estos aspectos se pueden efectivizar si los mecanismos de sostenibilidad y seguimiento de la evolución de la producción y el cambio de mentalidad de los productores, se orienta hacia esas tendencias.



El aporte del proyecto, se traduce fundamentalmente en el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de las familias asentadas en las comunidades beneficiadas, estos aportes cuantitativos y cualitativos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Capacitación en la producción bajo riego y sobre la cédula de cultivos acordado.
- Asegurar la continuidad de las acciones de capacitación y asistencia técnica.
- Mejoramiento y perfeccionamiento de la tecnología de producción bajo riego.
- Mayor conocimiento en el manejo de productos agroquímicos.
- Mayor conciencia de la importancia de los recursos suelo y agua.
- Avance en las acciones de producción en volumen y calidad, así como los sistemas de comercialización, conservación y transformación de los productos.

En resumen los beneficiarios que participen en la ejecución del proyecto, tendrán una relativa pero importante ventaja frente a otros productores que no han logrado ingresar en el proyecto, por otro lado los participantes del proyecto cuentan con experiencia en el desarrollo de trabajos de campo y prácticas adquiridos en procesos de enseñanza. El aumento sistemático de la producción agrícola y los ingresos, requieren entre otros aspectos, de la adopción y práctica de los siguientes aspectos técnicos.

- La implementación de tecnologías adecuadas o paquetes tecnológicos.
- Aplicación de técnicas orientadas al mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo, rotación de cultivos, mantenimiento de M.O. y niveles adecuados de nutrientes.
- Utilización de técnicas conservacionistas en los terrenos ondulados, como la siembra en curvas de nivel, construcción de terrazas y la intercalación de cultivos anuales con cultivos perennes. Los terrenos de mucha pendiente se deben destinar a la plantación de frutales y especies perennes.
- Solución a los problemas socioeconómicos, que dificultan la implementación de tecnologías, tales como: Disponibilidad de maquinaria agrícola, implementos de tracción animal, créditos y mercadeo de productos.
- Diversificación de la producción agrícola por los productores, para reducir la dependencia de un solo cultivo y reducir los riesgos en la producción e ingresos.
- El cultivo de frutales (vid y carozos), es un rubro que está adquiriendo mayor importancia en muchos lugares del Valle Central de Tarija, tanto por iniciativa propia de las familias productoras como impulsado por algunas instituciones desarrollo rural.
- Es necesario la implementación de parcelas demostrativas o módulos de experimentación en las parcelas bajo riego, producción de vid bajo tecnología moderna, introducción del cultivo de la frambuesa y otros productos de alta rentabilidad, con métodos de riego tecnificado como riego presurizado o por goteo.

Las consideraciones más sobresalientes para establecer la cédula propuesta de cultivos fueron las siguientes:

- Recopilación de los datos en las reuniones y charlas con los comunarios para establecer los cultivos más importantes tanto a nivel comercial como de autoconsumo.
- Recopilación de la información preliminar del nivel tecnológico, épocas de siembra, épocas de cosecha, rendimientos, superficies aproximadas de siembra, rotaciones, precios y mercados actuales y potenciales.
- Verificación en campo de los cultivos, nivel tecnológico, épocas de siembra, épocas de cosecha, superficies aproximadas de siembra, rotaciones y productividad de los cultivos, mediante encuestas a informantes clave.
- Revisión de estudios e informes que están estrechamente ligados al sistema productivo desarrollado en la zona del proyecto.
- Entrevistas y reuniones con técnicos y personeros de los municipios involucrados, quienes facilitaron información verbal y datos de informes técnicos.
- Una fuente muy importante de información fueron los Diagnósticos Municipales.

- Las épocas de siembra fueron afinadas en base de la información proporcionada por los usuarios y está debidamente consensuada a fin de no tener variaciones considerables.
- Las áreas adoptadas responden a la información brindada por agricultores. Al respecto es muy importante mencionar que una cédula no es estática, sino más bien dinámica, encontrándose años donde las áreas sembradas tienden a aumentar en algunos cultivos y a disminuir en otros o viceversa, esto se debe al comportamiento del mercado y las condiciones de disponibilidad de recursos de productores, asimismo juega un papel importante la rotación de cultivos que recién está tomando importancia en la zona.
- Es importante mencionar que la base de la economía local radica en la producción de cultivos tales como la vid, maíz grano y maíz choclo, tomate, cebolla, papa, hortalizas, pimentón y otros frutales, en ese orden de importancia, por esta razón, el sistema productivo Con proyecto dará mucha importancia a la siembra de estos cultivos.
- Sobre las condiciones técnicas propias de cada cultivo, existe bastante experiencia en el manejo de los mismos, sin embargo en el proceso de producción Con proyecto, será necesario tomar algunas acciones con el propósito de adecuar el sistema a los cambios tecnológicos que se pretenden introducir.

De acuerdo al diagnóstico realizado en las comunidades y sobre la base del consenso con los propios agricultores y los levantamientos topográficos, la superficie destinada a la producción agrícola con potencialidad de riego en base a la capacidad de regulación de la fuente, es de aproximadamente 2600 has.

Sobre la base de las anteriores consideraciones y los criterios técnicos de la Consultora, además de los antecedentes tecnológicos y productivos, se ha conformado una cédula de cultivos que aceptablemente aplicable, flexible y sobre todo adecuado a las condiciones de la zona y cada comunidad en particular, lo que permite flexibilizar ampliamente de acuerdo a la dinámica del mercado y las disponibilidades de los factores de producción en la zona y la capacidad de inversión de los productores. La cédula propuesta se presenta en el cuadro se muestra la distribución (cédula) de los cultivos propuesto.

Cuadro Nº 385: CÉDULA DE CULTIVOS PROPUESTO

Nº	Cultivos (Has)	INVIERNO						VERANO						Total
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
1	Maíz Grano						475,08	475,08	475,08	475,08	475,08	475,08		475,08
2	Maíz Choclo			142,95	142,95	142,95	142,95	142,95						142,95
3	Papa temprana			317,68	317,68	317,68	317,68							317,68
4	Papa tardía							376,45	376,45	376,45	376,45	376,45	376,45	376,45
5	Arveja en verde								228,92	228,92	228,92	228,92	228,92	228,92
6	Hortalizas menores							236,02	236,02	236,02				236,02
7	Alfalfa	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10	132,10
8	Vid	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20	264,20
9	Durazno	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15
10	Manzano	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15	213,15
Total has cultivadas		822,6	822,6	1283,23	1283,23	1283,23	1758,31	2053,1	2139,07	2139,07	1903,05	1903,05	1427,97	2599,70

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, SOBRE LA BASE DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

El calendario productivo de los cultivos considerados en la cédula de cultivos propuesta para la situación con proyecto, se presenta a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 386: CALENDARIO PRODUCTIVO PROPUESTO DE LOS CULTIVOS

N°	Cultivo (Has)	INVERNO					VERANO						
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	Maíz grano						S					C	
2	Maíz choclo			S				C					
3	Papa temprana			S									
4	Papa tardía							S					C
5	Arveja en verde								S				C
6	Hort. menores							ST		C			
7	Alfalfa	CR		B		CR		CR		CR		CR	
8	Vid			B	B						C	C	
9	Durazno			B	B						C	C	
10	Manzano			B	B						C	C	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, SOBRE LA BASE DE LA INFORMACIÓN Y TRABAJOS DE CAMPO.
SIMBOLOGÍA: S = SIEMBRA, T = TRASPLANTE, C = COSECHA, CR = CORTE, B = BROTACIÓN.

2.4.12.2 VALORIZACION DE LA PRODUCCION CON PROYECTO

Cuadro N° 387: RENDIMIENTOS, PRECIOS Y COSTOS/CULTIVO/HECTÁREA (SITUACIÓN CON PROYECTO)

Cultivo	Rendto. (tn/ha)	Precios (Bs/tn)	Costo/ha (Bs/ha)
Producción a secano			
Maíz grano	2,50	2.575,20	3.640,43
Papa verano	12,00	2.575,20	7.721,42
Arveja verde verano	4,50	3.132,00	5.113,93
Hortalizas menores	6,50	2.749,20	920,71
Producción bajo riego			
Maíz choclo	7,50	3.201,60	5.151,37
Papa miska	12,50	376,96	817,52
Producción perennes			
Alfalfa	9,50	2.366,40	5.375,90
Vid	14,80	3.236,40	16.957,97
Durazno	12,00	3.027,60	12.857,83
Manzano	12,00	2.853,60	12.977,55

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Cuadro Nº 388: VALOR ACTUAL NETO DE LA PRODUCCIÓN ZONA DE RIEGO DEL PROYECTO (SITUACIÓN CON PROYECTO)

Cultivo	Superficie (has)	Rendimiento (tn/ha)	Volumen produc. (tn)	Porcent. autocons. (%)	Volumen autocons. (tn)	Volumen neto venta (tn)
Cultivos de verano						
Maíz grano	475,08	2,50	1187,70	10,00	118,77	1068,93
Papa verano	376,45	12,00	4517,40	5,00	225,87	4291,53
Arveja verde verano	228,92	4,50	1030,14	5,00	51,51	978,63
Hortalizas menores	236,02	6,50	1534,13	30,00	460,24	1073,89
Cultivos de invierno						
Maíz choclo	142,95	7,50	1072,13	5,00	53,61	1018,52
Papa miska	317,68	12,50	3971,00	5,00	198,55	3772,45
Cultivos perennes						
Alfalfa	132,10	9,50	1254,95	20,00	250,99	1003,96
Vid	264,20	14,80	3910,16	5,00	195,51	3714,65
Durazno	213,15	12,00	2557,80	5,00	127,89	2429,91
Manzano	213,15	12,00	2557,80	5,00	127,89	2429,91
Sub total cultivos	2599,70		23593,21		1810,82	21782,38

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Cuadro Nº 389: VALOR ACTUAL PRODUCCIÓN ZONA DEL PROYECTO (SITUACIÓN CON PROYECTO)

Producción a secano								
Cultivo	Area (has)	Rendto. (tn/ha)	Vol. Neto venta (tn)	Precios (Bs/tn)	Ing. Total (Bs)	Costo/ha (Bs/ha)	Total costo (Bs)	Ing. neto (Bs)
Maíz grano	475,08	2,50	1.068,93	2.575,20	2.752.708,54	3.640,40	1.729.483,37	1.023.225,16
Papa verano	376,45	12,00	4.291,53	2.575,20	11.051.548,06	7.721,42	2.906.730,06	8.144.817,99
Arveja verde verano	228,92	4,50	978,63	3.132,00	3.065.078,56	5.113,95	1.170.684,75	1.894.393,81
Hortalizas menores	236,02	6,50	1.073,89	2.749,20	2.952.341,14	6.359,70	1.501.016,39	1.451.324,74
Sub total secano	1.316,47		7.412,98		19.821.676,29		7.307.914,58	12.513.761,70
Producción bajo riego								
Cultivo	Area (has)	Rendto. (tn/ha)	Vol. Neto venta (tn)	Precios (Bs/tn)	Ing. Total (Bs)	Costo/ha (Bs/ha)	Total costo (Bs)	Ing. neto (Bs)
Maíz choclo	142,95	7,50	1.018,52	3.201,60	3.260.889,63	5.151,36	736.386,48	2.524.503,15
Papa miska	317,68	12,50	3.772,45	2.575,20	9.714.813,24	7.777,54	2.470.768,59	7.244.044,65
Subtotal riego	460,63		4.790,97		12.975.702,87		3.207.155,07	9.768.547,80
Producción perennes								
Cultivo	Area (has)	Rendto. (tn/ha)	Vol. Neto venta (tn)	Precios (Bs/tn)	Ing. Total (Bs)	Costo/ha (Bs/ha)	Total costo (Bs)	Ing. neto (Bs)
Alfalfa	132,10	9,50	1.003,96	2.366,40	2.375.770,94	5.375,82	710.145,43	1.665.625,52
Vid	264,20	14,80	3.714,65	3.236,40	12.022.099,73	16.957,95	4.480.291,18	7.541.808,55
Durazno	213,15	12,00	2.429,91	3.027,60	7.356.795,52	12.857,82	2.740.643,69	4.616.151,82
Manzano	213,15	12,00	2.429,91	2.853,60	6.933.991,18	12.977,53	2.766.160,31	4.167.830,87
Subtotal perennes	822,60		9.578,43		28.688.657,37		10.697.240,61	17.991.416,76
Total Con Proyecto	2.599,70		21.782,38		61.486.036,52		21.212.310,26	40.273.726,26

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Respecto al valor neto de la producción de la zona con proyecto, el cuadro muestra que este alcanza un total de Bs. 40.273.726,26

Si se analiza el cuadro, se observa que en situación Con proyecto, el ingreso total por concepto de la producción agrícola es de Bs. 61.486.036,52, dando un Ingreso Promedio Mensual Familiar de Bs 4.000,17. El ingreso individual promedio por habitante y por año, llega a Bs 12.000,51 mientras que el ingreso mensual, llega a Bs. 1.000,04. Estos ingresos superan el salario mínimo nacional establecido por el gobierno central (Bs 1.000).



Como los ingresos per cápita se determinan considerando a toda la población del área de estudio, incluyendo ancianos y niños; a los ingresos anteriores se debe incrementar los ingresos obtenidos por trabajos extras que realizan los agricultores en el tiempo que no realizan faenas agrícolas, asimismo se debe considerar los ingresos por la venta de animales domésticos y ganado, así como las prestaciones y bonos que reciben del estado. Bajo este escenario el ingreso neto per cápita supera los 3000 Bs/habitante por mes, ingreso que se considera aceptable y hasta suficiente para considerar que la calidad de vida del habitante de la zona de riego entre regular a moderado.

Cuadro Nº 390: INGRESOS NETOS UNITARIOS POR FAMILIA Y HABITANTE (SITUACIÓN CON PROYECTO)

Ingresos		
Ingreso neto de la producción de la zona	Bs	40.273.726,26
Número de familias	Nº	839,00
Número de habitantes	Nº	3.356,00
Ingreso promedio (familiar/año)	Bs	48.002,06
Ingreso promedio (habitante/año)	Bs	12.000,51
Ingreso promedio (familiar/mes)	Bs	4.000,17
Ingreso promedio (habitante/mes)	Bs	1.000,04

FUENTE: ELABORACION PROPIA

2.4.13 INVERSIONES Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.4.13.1 COSTO DE LA INVERSION

Los costos de la Inversión a precios privados ascienden a Bs. 320.531.312,69 de los cuales el mayor porcentaje se refiere al presupuesto de la Infraestructura con el 87.89 %, le sigue en importancia la Supervisión de la Obra con el 4.01 %, luego el Presupuesto de Caminos con el 3,86%, el Presupuesto de Indemnización con el 2.41%, luego la Capacitación y Asistencia Técnica con el 1,51% y en último lugar se encuentra la Mitigación Ambiental con el 0,33%.

La desagregación de los costos por componentes para la aplicación se presenta a continuación:

Cuadro Nº 391: PRESUPUESTO DE LA INVERSION

Nº	Descripción de obras	Valor Financiero	
		Bs.	\$us
1	MODULO : PRESAS	237.189.803,53	34.078.994,76
	PRESA RUMICANCHA	131.247.486,71	18.857.397,52
	PRESA JARCAS	63.981.518,75	9.192.746,95
	PRESA SAN PEDRITO	41.960.798,07	6.028.850,30
2	MODULO : SISTEMAS DE RIEGO Y TRASVASES	44.514.645,99	6.395.782,47
	SISTEMA DE RIEGO CERCADO	11.067.303,34	1.590.129,79
	SISTEMA DE RIEGO MENDEZ	6.533.567,86	938.731,01
	TRASVASE NEGRO MUERTO RUMICANCHA	5.418.401,59	778.505,98
	TRASVASE CHAUPICANCHA RUMICANCHA	8.768.275,18	1.259.809,65
	SISTEMA DE RIEGO SAN PEDRITO	4.853.190,97	697.297,55
	SISTEMA DE ADUCCION JARCAS	7.873.907,05	1.131.308,48

RUMICANCHA		
OBRAS CIVILES	281.704.449,52	40.474.777,23
CAMINOS	12.361.861,08	1.776.129,47
AMBIENTAL	1.048.986,18	150.716,41
CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA	4.832.141,81	694.273,25
SUPERVISION	12.861.801,00	1.847.959,91
INDEMNIZACION	7.722.073,10	1.109.493,26
TOTAL INVERSION	320.531.312,69	46.053.349,52

ELABORACIÓN PROPIA

2.4.13.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Respecto a los costos de operación y mantenimiento se han considerado los materiales y la mano de obra necesaria para realizar la respectiva operación y mantenimiento de las obras ejecutadas durante la vida útil del proyecto se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 392: PRESUPUESTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Ítem	Descripción	Unidad	Valor Financiero		
			dad	Precio Unitario	Financ.
			[-]	[Bs]	[Bs / Año]
OM - 1	Ingeniero civil a cargo de la operación	Persona	12	5 000.00	60.000,00
OM - 2	Extensionista agrario	Persona	12	3 200.00	38.400,00
OM - 3	Personal Administrativo y Chofer	Persona	12	3 000.00	36.000,00
OM - 4	Instrumentación	Persona	12	5 000.00	60.000,00
OM - 5	Computadoras	Pza	1	1 800.00	1.800,00
OM - 6	Combustibles, lubricantes, etc.	Mes	12	3 600.00	43.200,00
OM - 7	Material de escritorio	Mes	12	1200	14.400,00
OM - 8	Comunicaciones	Mes	12	1200	14.400,00
OM - 9	arte, cámaras, etc	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 10	Mantenimiento y reparación de válvulas	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 11	Mantenimiento y reparación compuertas presa	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 12	derivadores	Pza	50	1200	60.000,00
OM - 13	Camioneta	mes	12	6 500.00	78.000,00
OM - 14	Estación Hidro - Meteorológica	Gbl	1	4 200.00	4.200,00
OM - 15	Sede Social y Vivero para los regantes	gIb	1	52 500.00	52.500,00
				PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M4 - M10)	537.900,00
				PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M4 - M10)	77.284,48
				PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M11 - M20)	564.526,05
				PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M11 - M20)	81.110,06

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4.14 PRESUPUESTO GENERAL POR COMPONENTES

Debido a que se trata de un proyecto que tiene propósitos netamente sociales, se propone que la fuente de financiamiento para la ejecución del proyecto sea el Gobierno Departamental de Tarija.

Por tanto, el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, en el marco de fomentar el apoyo al sector agropecuario y a la conservación del ecosistema, impulsa la ejecución del proyecto Estudio Integral TESA "Construcción Presa Sella - Rumicancha", el mismo que tiene los siguientes componentes: la dotación de



Infraestructura, el Acompañamiento y la respectiva Supervisión del proyecto, además de la apertura de caminos y la mitigación ambiental.

En base a los aspectos antes mencionados; se plantea que el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija debería realizar un aporte financiero de Bs 320.531.312,69 que representa el 100% del costo total del proyecto de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro Nº 393: PRESUPUESTO GENERAL POR COMPONENTES
(Expresado en Bs.)

COMPONENTES	COSTO PARCIAL (Bs)
Infraestructura	281.704.449,52
Caminos	12.361.861,08
Ambiental	1.048.986,18
Capacitación y Asistencia Técnica	4.832.141,81
Supervisión	12.861.801,00
Indemnización	7.722.073,10
COSTO TOTAL (Bs)	320.531.312,69

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.4.15 FUENTES Y PLAZOS PARA EL FINANCIAMIENTO

La fuente de financiamiento para la inversión del proyecto son las regalías hidrocarburíferas del Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.

El financiamiento será presupuestado en el POA del Gobierno Autónomo Departamental de Tarija de cada gestión, es decir los plazos para el financiamiento serán de acuerdo al cronograma de ejecución.

2.4.16 ANÁLISIS AMBIENTAL

Con la implementación del proyecto se lograrán efectos positivos directos, como ser: la mejor cobertura del suelo durante el periodo de lluvia, incremento de la tasa de infiltración, reduciéndose la escorrentía superficial y con ello el arrastre de suelos. El nuevo régimen de escorrentía, se caracterizará por menores puntas de crecidas y por una conducción prolongada de agua durante la estación seca. También, se reducirá el arrastre de sedimentos, mediante la construcción de presas.

El análisis de la Ficha Ambiental, el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (E.E.I.A.) y demás documentación, se encuentra detallado en el Anexos 4,16. Estudio Ambiental del Proyecto.

2.4.17 LIMITANTES DEL PROYECTO

Entre las más importantes y las más necesarias a considerar:

- ◆ Subida de precios excesiva en los costos de adquisición de los materiales e insumos.
- ◆ Recorte del presupuestario por la Gobernación, sin considerar las metas programadas para la gestión.
- ◆ Es también una limitante, de que los trabajos en la cada gestión, tienen retrasos o se paralizan en la época de lluvias.



3. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

3.1 ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1.1 OBJETIVO

El objetivo del estudio de evaluación de impacto ambiental es la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales, positivos y negativos, que puedan causar la implementación, operación y mantenimiento del presente proyecto que consiste en la Construcción Presa Sella - Rumicancha (Ver. Anexo 4,16); con el fin de establecer las medidas para evitar, mitigar o controlar los impactos negativos e incentivar aquellos que sean positivos.

Para cumplir este objetivo, se van a aplicar los procedimientos reglamentados en la Ley de Medio Ambiente N° 1333 en lo referente a Evaluación de Impacto Ambiental, que deben ser aplicados a toda obra, actividad y proyecto, público o privado.

3.1.2 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

El primer paso del procedimiento a realizar consiste en el llenado de la Ficha Ambiental, a través del Procedimiento Computarizado para la Evaluación de Impactos Ambientales (PCEIA) y la posterior evaluación de los impactos en la Matriz de Identificación de impactos, se encuentra detallado en Anexos, donde se encuentra la información general del proyecto, la descripción del área de emplazamiento del proyecto, los recursos naturales del área que serán aprovechados, la generación de residuos, la producción de ruido, los posibles accidentes y contingencias, etc.

La parte principal de este procedimiento, se encuentra en la identificación de los impactos "clave" en las diferentes etapas del proyecto, así como las medidas de mitigación y prevención de dichos impactos.

3.1.3 ANALISIS DE RIESGO Y PLAN DE CONTINGENCIAS

3.1.3.1 CONCEPTO DE RIESGO

La sociedad en sus actividades diarias se expone en forma continua a un riesgo latente, que suele ser llamado riesgo aceptable, tolerable u ordinario de vida. En ciertas actividades económicas y de infraestructura con las construcciones, este riesgo se lleva de manera leve.

El riesgo se define como la posibilidad de ocurrencia de un suceso no deseado, o bien como la posibilidad de pérdidas o daños a los hombres, a la propiedad y los bienes.

3.1.3.2 ANÁLISIS DE RIESGO

Las actividades de instalación de faenas, excavaciones o movimiento de tierra, en la etapa de ejecución y las actividades en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, requieren ante todo una identificación de los mayores riesgos que se corren a fin de definir su prevención y la consiguiente adopción de medidas de mitigación.

La tecnología moderna establece como norma la seguridad que se aplican en situaciones de riesgo y planes específicos para auxiliar los casos de emergencia.

En las Actividades de ejecución de estos proyectos, corren los riesgos que se detallan a continuación:

- Accidentes personales en el sitio de obra
- Accidentes en el acopio y transporte de materiales
- Accidentes en la utilización de equipos, maquinaria y en la manipulación de herramientas.
- Derrame de combustible energético.
- Incendios de material inflamable
- Enfermedades infecciosas

Picaduras de insectos y mordedura de reptiles y otros animales silvestres.



3.1.3.3 CONTINGENCIAS DURANTE LA FASE INICIAL

En la ejecución de las obras iniciales, se realizan excavaciones y acondicionamientos del terreno, en esta etapa se deberán tener cuidado y precaución respecto a seguridad y protección del personal en la obra.

Se designará su supervisor ambiental de control y monitoreo, contratado por la empresa responsable de la obra. El supervisor ejercerá un estricto control de los aspectos ambientales y de seguridad de las obras, velando también por el personal y equipo durante el tiempo de trabajo en la obra.

El personal encargado de ejecutar la obra se mantendrá en continuo entrenamiento para enfrentar las contingencias y emergencias. Las operaciones con herramientas para la excavación, nivelación, compactación y otros; conllevan riesgos que llevan a que se presenten accidentes más o menos real.

Para atender rápidamente los casos de accidentes graves, se deberá disponer de un botiquín de primeros auxilios y contar con un vehículo adecuado para trasladar y/o evacuar al personal accidentado al centro de salud más cercano, además de tener posibilidades de prestar los primeros auxilios médicos.

Para los accidentes menores, se deberá disponer de todos los elementos médicos básicos, para poder intervenir con primeros auxilios en los casos de heridas, hemorragias, traumatismos por contusiones, luxaciones, fracturas de extremidades, quemaduras de menor grado, para cardiacos, insolaciones, asfixias, insolaciones, picaduras, etc.

Los sistemas de comunicaciones entre el campamento central y las oficinas de la empresa constructora, deberán estar permanentemente habilitados para las comunicaciones de emergencias.

3.1.3.3.1 CONTINGENCIAS EN LAS ACTIVIDADES A DESARROLLARSE

Desde la excavación, movimiento de tierra, transporte de materiales, preparación del terreno, nivelación de los mismos, existen riesgos emergentes del trabajo con maquinaria a utilizarse, lo mismo en el uso de herramientas manuales.

El personal deberá estar debidamente capacitado en las normas de seguridad y protección ambiental. Se deberá contar con un apoyo permanente de un grupo de seguridad, para una acción rápida en cualquier tipo de emergencia.

Se contará además con la supervisión periódica de un inspector ambiental, quien establecerá las condiciones de entrenamiento y eficiente acción del personal y equipos para cualquier contingencia.

Para el caso de accidentes graves (fracturas de cabeza, fracturas de columna, hemorragias intensas, etc.) se contará con botiquines para atención de primeros auxilios para su posterior traslado a un centro de salud más cercano donde el médico del sitio prestara su apoyo profesional para salvaguardar la integridad física del auxiliado.

Para accidentes menores, se deberá contar con el correspondiente botiquín y la adecuada preparación para poder socorrer a los heridos leves y atender las inmediatas necesidades, antes de su traslado a un centro especializado.

3.1.3.3.2 RIESGOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

El uso de maquinaria para la fase de Construcción el manipuleo constante de material, de herramientas manuales, combustible y otros son factores de riesgo en el trabajo de la construcción.



El personal deberá estar debidamente capacitado de acuerdo a las normas de seguridad industrial y protección ambiental. Se deberá contar con un apoyo permanente de seguridad, para una acción rápida en cualquier tipo de emergencias.

3.1.4 ANÁLISIS DE RIESGO EN LA ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

3.1.4.1 RIESGO 01: POR CIRCULACIÓN EN EL SITIO DE OBRA

- a. **Identificación del Riesgo:** Por circulación en el sitio de obra el personal tiene el riesgo de herirse o lastimarse, tanto los operadores del equipo pesado como los que conducen las volquetas o cisternas, ya sea transportando los materiales o el combustible.
- b. **Grupo de Riesgo:** Son tres los grupos que corren este riesgo.
- c. **El Personal:** Los topógrafos, alarifes, ayudantes de obras civiles, peones, operadores, chóferes, etc.
- d. **Los Equipos:** Por ser de alto costo y puede sufrir serios daños o deterioro.
- e. **El Medio Ambiente:** El tránsito el sitio de obra y áreas adyacentes involucra daños más o menos relevantes.
- f. **Medidas de Prevención:**
 - Verificar el camino de recorrido al sitio de obra.
 - Verificar que se realice una correcta señalización en el sitio de la obra.
 - Asegurar la presencia de personal de auxilio con el material y asistencia médica adecuada.
 - Proveer al personal los elementos necesario de protección personal como ser: calzados de punta de acero, cascos guantes, antiparras, etc.
 - La supervisión debe exigir a la empresa constructora la dotación ropa de trabajo e insumos de protección y al personal el uso obligatorio de los elementos de protección personal.
- g. **Medidas de Control de Riesgo:** En caso de accidentes personales, se deberán suministrar los primeros auxilios y posteriormente trasladar al afectado a un centro de salud especializado.

3.1.4.2 RIEGO 02: DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS ADVERSAS

- a. **Identificación Del Riesgo:** Condiciones Meteorológicas Adversas. Al ejecutarse las operaciones, el personal realizará sus tareas bajo distintas condiciones meteorológicas, Las operaciones se verán seguramente afectadas por elevadas temperaturas y fuertes vientos. Se corren riesgo por irritación de ojos y de insolaciones o afectado por quemaduras de sol.
- b. **Grado de Afectación del Riesgo:** Las lesiones pueden ser serias
- c. **Grupo de Riesgo:** Son Tres los grupos incluidos en este tipo de Riesgo
 - **El Personal:** La exposición prolongada a los rayos solares sin la debida protección que puede causar quemaduras, deshidratación y fiebre.
 - **Los Equipos:** Pueden ser dañados por el excesivo polvo, fuertes vientos y problemas por las lluvias.
 - **El Medio Ambiente:** El tránsito por el sitio de obra y áreas adyacentes involucra daños más o menos relevantes, por la emisión de gases y polvo.
- d. **Medidas de Prevención**
 - Verificar el camino de recorrido del sitio de obra.
 - Verificar que se realice una correcta señalización en el sitio de obra.
 - Asegurar la presencia de personal de auxilio con el material y asistencia médica adecuada.
 - Proveer al personal los elementos necesarios de protección personal como ser: calzados de punta de acero, cascos guantes, antiparras, anteojos, barbijos, etc.
 - La supervisión debe exigir a la empresa constructora la dotación y al personal el uso obligatorio de los elementos de protección personal.
 - Prohibir al personal encender fuego en los alrededores de la obra, principalmente en días de prueba de la dotación de gas natural, además de días de fuerte viento y alta temperatura.
- e. **Medidas de Control.** En caso de accidentes se deberá suministrar los primeros auxilios y posteriormente trasladar al afectado a un centro de salud.
- f. **Medidas de Control de Actividades**
 - Verificación de las condiciones meteorológicas
 - Chequeo general de los equipos.



3.1.4.3 RIESGO 03: INCENDIO

- a. **Identificación del Riesgo:** Incendio. Puede afectar al personal, equipos y medio ambiente.
- b. **Grado de afectación del riesgo** Las lesiones ocasionadas por incendio son en su mayoría muy graves y fatales.
- c. **Grupo de Riesgo.** Son dos los grupos incluidos en este tipo de riesgos.
 - **El Personal:** Los daños físicos pueden ser lesiones y/o quemaduras que hasta requieren de atención especial como ser injertos de piel, cirugía plástica. Se puede llegar a necrosis que requiere de amputaciones de miembros, llegando muchas veces a desenlaces fatales. Los más expuestos a estos riesgos son los conductores de vehículos y operadores.
 - **El Medio Ambiente:** Especialmente la flora y la fauna silvestre.
- d. **Medidas de prevención.** Instruir adecuadamente al personal sobre los riesgos de los incendios.
 - Asegurar la presencia de personal de auxilio con el material y asistencia médica adecuada.
 - Proveer al personal los elementos necesarios de protección personal como ser: calzados de punta de acero, cascos guantes, antiparras, etc.
 - La supervisión debe exigir a la empresa constructora la dotación y al personal el uso obligatorio de los elementos de protección personal.
 - Prohibir al personal encender fuego en los alrededores de la obra, principalmente en días de fuerte viento y alta temperatura.
- e. **Medidas de Control de Riesgo.** En caso de accidentes se deberá suministrar los primeros auxilios y posteriormente trasladar al afectado a un centro de salud.

3.1.4.4 RIESGO 04: ANIMALES E INSECTOS PELIGROSOS

- a. **Identificación del Riesgo:** Animales e insectos peligrosos. Existen en la región animales peligrosos como especie de ofidios e insectos como arácnidos, mosquitos transmisores de enfermedades, víboras venenosas, etc.
- b. **Grado de Afectación del Riesgo.** Las lesiones y enfermedades que podrían ocasionar estos animales son de leves a graves.
- c. **Grupo de Riesgo.** Todo el personal está expuesto a este riesgo.
- d. **Medidas de Prevención.** Instrucción del personal sobre los peligros de los animales e insectos presentes en la zona.
 - Utilización de vestimenta de seguridad
 - Utilización de repelentes e insecticidas.
 - Disponibilidad de vacunas antiofídicas en los sitios de las obras.
- e. **Medidas de Control de Riesgo.** Suministrar a la persona afectada, vacuna antiofídica en caso de sufrir de picadura de víbora y luego derivarlo a un centro médico.
- f. **Medidas de Control de Actividades.** Instrucción del personal sobre los riesgos que se corren por picaduras, mordeduras de animales e insectos.

3.1.4.5 RIESGO 05: GASES DE COMBUSTIÓN /HUMO PRODUCIDO POR QUEMADO

- a. **Identificación del Riesgo:** Gases de combustión, humaredas. Los gases que emanan los motores de los equipos y maquinarias, especialmente si funcionan en mal estado, pueden dañar al personal y al medio ambiente. También el quemado de malezas y basuras en los alrededores del sitio de la obra, pueden generar grandes humaredas perjudicando la visualidad y respiración. Los riesgos son de asfixia e intoxicación del personal y contaminación al medio ambiente.
- b. **Grado de Afectación del Riesgo:** Se pueden causar daños serios de intoxicación.
- c. **Grupo de Riesgo:** Son dos los grupos que corren este riesgo.
 - **El Personal:** Están expuestos todos los trabajadores
 - **El Medio Ambiente:** Puede determinarse una contaminación atmosférica.
- d. **Medidas de Prevención:** Prohibición la utilización de equipos y maquinarias que emitan humo excesivo o mal quemado. Prohibición absoluta de quemar malezas y basura sin la debida autorización de la supervisión ambiental. La reparación de los motores deberá realizarse en lugares adecuados (Talleres mecánicos autorizados). Se deberá realizar pruebas del correcto funcionamiento de los motores.



- e. **Medidas del Control de Riesgos:** Entrenamiento del personal. Primeros auxilios al accidentado y traslados a centros médicos especializados. Disponibilidad rápida de movilidad que permita trasladar los accidentados. Control del cumplimiento de normas establecidas para evitar la contaminación.
- f. **Medidas de Control de las Actividades:** Verificación escrita del mantenimiento periódico y adecuado de los motores. Información y adiestramiento del personal para enfrentar las contingencias.

3.1.4.6 RIESGO 06: SANIDAD E HIGIENE

- a. **Identificación del Riesgo:** Sanidad e higiene. En el sitio de obra y el campamento central, deberá mantenerse un control estricto de higiene para prevenir riesgos a la salud de los trabajadores. Los riesgos a los que se expone el personal son enfermedades e infecciones que pueden contraer por contaminación de alimentos en mal estado, agua no potable para beber, mala higiene en los sanitarios, en la cocina y cada uno de los lugares de trabajo de la obra.
- b. **Grado de Afectación del Riesgo:** Enfermedades desde leves hasta graves.
- c. **Grupo de Riesgo.** El personal es el único que corre este riesgo. Todos los ingenieros, técnicos, trabajadores y personal subalterno de cualquier sitio de la obra.
- d. **Medidas de Prevención.** Higiene absoluta en el campamento y en el sitio de obra y tratamiento diario de los desechos orgánicos. Control de higiene en todas las instalaciones sanitarias y de todas las labores de cocina. Control diario del buen estado de los alimentos y su mantenimiento. Disponibilidad de los medicamentos adecuados en el botiquín.
- e. **Medidas de Control de Riesgos.** Primeros auxilios para los afectados, traslado a centros médicos especializados.
- f. **Medidas de Control en las Actividades.** Realizar un estricto control sobre el almacenamiento de alimentos, normas de higiene y disponibilidad de agua potable.

3.1.4.7 RIESGO 07: ACCIDENTES DE TRÁNSITO

- a. **Identificación del Riesgo:** Accidentes de tránsito. El camino de acceso hacia la obra y las personas que hacen uso de estas vías corren riesgos de accidentes de tránsito, si no se adoptan las medidas de precaución más oportunas.
- b. **Grado de Afectación del Riesgo.** Las lesiones van desde daños personales leves hasta graves. Lamentablemente se corren riesgos fatales.
- c. **Grupo de Riesgo.** Son el personal que está expuesto a este tipo de riesgos, como así también las personas particulares.
- d. **Medidas de Prevención.** Oportuna señalización de la vía de acceso a la obra. Adiestramiento del personal e implementación de medidas de seguridad. Limitaciones de la velocidad.
- e. **Medidas de Control de Riesgos.** Adiestramiento del personal para prestar primeros auxilios, hasta que llegue la ambulancia del centro médico para su inmediato traslado al hospital.
- f. **Medidas de Control de las Actividades.** Control permanente de todas las operaciones programadas referentes a la seguridad del personal, del estado del vehículo y equipo pesado. Verificación de los accesos, principalmente después de lluvias. En base a los aspectos considerados en el análisis de riesgo, se presenta en anexo 4,16 la Ficha Ambiental que determina la viabilidad ambiental del proyecto.

3.1.5 ANÁLISIS DE IMPACTOS

Así mismo dentro de la identificación de impactos se pueden verter los siguientes criterios que nos ayudan a la identificación de impactos que pueden producirse con la implementación del Proyecto.

3.1.5.1 PONDERACIÓN DE IMPACTOS

El resultado de la Evaluación de Impacto ambiental puede manifestar diferentes grados de evaluación, que varían de 1 a 4, según se indica a continuación.

- (1): Requiere de Evaluación del Impacto Ambiental analítica integral
- (2): Requiere de Evaluación del Impacto Ambiental analítica específica
- (3): No Requiere de Evaluación del Impacto Ambiental analítica específica
- (4): No Requiere de Evaluación del Impacto Ambiental.



Para el llenado de la matriz de impacto ambiental, el grado de impacto negativo se mide de acuerdo a la siguiente escala.

- Bajos (-1): Cuando la recuperación de las condiciones originales requiere poco tiempo y no se precisan medidas correctivas.
- Moderados (-2): Cuando la recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y suelen aplicarse medidas correctivas.
- Altos (-3): Cuando la magnitud del impacto exige la aplicación de medidas correctivas a fin de lograr la recuperación de las condiciones originales o para la adaptación a nuevas condiciones ambientales aceptables.

Los impactos negativos, durante la construcción son puntuales y moderados, los mismos que son temporales y reversibles en un corto periodo de tiempo, como se presenta en la ficha ambiental.

3.1.6 CONCLUSIONES

La evaluación de impacto ambiental nos permite categorizar ambientalmente el proyecto, de acuerdo a lo mostrado en la Matriz de Identificación de Impactos el proyecto, su impacto al medioambiente es bajo, quiere decir que no precisa de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental ni Integral, ni Específico, tampoco precisa de un Plan de Medidas de Mitigación porque el impacto producido es mínimo y fácilmente controlable, ya que se trata solamente de ampliación de redes de distribución hasta las diferentes zonas beneficiarias.

Después del llenado de la ficha ambiental, se muestra la matriz Identificación de Impactos, que muestra, que éste tipo de proyectos resultan más beneficiosos a nivel socioeconómico y medio ambiental que empleando otro tipo de energía alternativa en los procesos productivos y los pocos efectos negativos medioambientales pueden ser fácilmente mitigados con pequeñas medidas que no representan costos adicionales a ser tomadas en cuenta.

En resumen, para el proyecto de la Construcción Presa Sella – Rumicancha el estudio de evaluación de impacto ambiental se traduce, primeramente en la elaboración de la Ficha Ambiental, su correspondiente categorización y posterior emisión de la Licencia Ambiental, con los documentos requeridos para su obtención.

3.2 EVALUACIÓN FINANCIERA PRIVADA DEL PROYECTO

En este acápite se estudia la factibilidad del proyecto desde el punto de vista técnico, económico – financiero. Para ello, se recurre a las metodologías recomendadas por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), incorporando los estudios preliminares realizados como ser el diseño de ingeniería y el diagnóstico socioeconómico.

La metodología aprobada por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo VIPFE, recomienda que la evaluación privada sea efectuada analizando la situación CON Y SIN PROYECTO a precios de mercado y para la evaluación socioeconómica se realizara a precios sociales considerando las Razones Precio Cuenta (RPC). En este sentido, la evaluación privada como la evaluación socioeconómica serán efectuadas considerando los criterios señalados en la metodología y aplicados con la rigurosidad metodológica requerida.

LAS INVERSIONES EN EL PROYECTO

El estudio y los resultados de la Ingeniería del Proyecto constituyen la materia prima necesaria para configurar la realización de un estudio de las inversiones requeridas para que el proyecto pueda, primero implementarse y luego operar normalmente.

El estudio de Ingeniería del Proyecto ha identificado un conjunto de requerimientos que garantizan la oportunidad y fluidez del proceso de construcción de la Presa Sella Rumicancha y que se sintetizan en los siguientes:



MANO DE OBRA, MATERIALES, EQUIPOS, MAQUINARIA, HERRAMIENTA, INSUMOS Y OTROS

Requerimientos que han permitido identificar, CATORCE tipos de MODULOS en el Proyecto los mismos que constituyen la INVERSION FIJA INICIAL que permite ofrecer y garantizar primero la ejecución técnica adecuada de la implementación del proyecto, para después garantizar la seguridad, estabilidad y normal operatividad de la presa a construir. Módulos que, de acuerdo a los estudios ingenieriles desarrollados, están constituidos de la siguiente manera:

- MOD 1: PRESA JARCAS.
- MOD 2: PRESA SAN PEDRITO.
- MOD 3: PRESA RUMICANCHA.
- MOD 4: TRASVASE CHAUPICANCHA RUMICANCHA.
- MOD 5: TRASVASE NEGRO MUERTO RUMICANCHA.
- MOD 6: SISTEMA DE ADUCCION: JARCAS RUMICANCHA.
- MOD 7: SISTEMA DE RIEGO: SAN PEDRITO.
- MOD 8: SISTEMA DE RIEGO: CERCADO.
- MOD 9: SISTEMA DE RIEGO: MENDEZ.
- MOD 10. CAMINOS DE ACCESO
- MOD 11: SUPERVISION
- MOD 12: CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA
- MOD 13: AMBIENTAL
- MOD 14: INDEMNIZACION

El conjunto de los módulos comprendidos del 1 al 9 constituyen las OBRAS CIVILES centrales del Proyecto Presa Sella Rumicancha, cuyos activos son sujetos de depreciación.

Adicionalmente y como parte de Inversión, los estudios ingenieriles proveyeron:

- La construcción de caminos de acceso que permitan el fácil ingreso y salida al proyecto (MOD 10).
- Gastos en Supervisión que garanticen la correcta construcción técnica de la Presa Sella Rumicancha (MOD 11),
- Gasto en Capacitación y Asistencia técnica, con la debida supervisión (MOD 12).
- Gastos que mitiguen el impacto ambiental que pudiese ocasionar la implementación del proyecto (MOD 13).
- Gastos de indemnización por expropiación de predios rurales por beneficio de bien público para la implementación del proyecto (MOD 14).

Sin embargo de lo anterior, y con el propósito de optimizar la inversión del proyecto y garantizar la implementación y operación planificada del mismo se programo dichos desembolsos de la siguiente manera:

- Periodo de implementación del proyecto (Mo – M3): 4 años
- Presupuesto para Supervisión: 4 Años
 - Fase I: Implementación del Proyecto (Mo = 1 año)
 - Fase II: Operación del Proyecto (M1 a M3 = 3 años)
- Presupuesto para Capacitación y Asistencia Técnica: 4 Años
 - Fase I: implementación del proyecto (Mo = 1 año)
 - Fase II: Operación del proyecto (M1 a M3 = 3 años)

Con el propósito de convertir un requerimiento técnico en un requerimiento económico, se procedió a valorar cada uno de estos a precios de mercado, requiriéndose para tal efecto cotizaciones de mercado. En este proceso se considero el tipo de cambio oficial de: 1 \$us = 6,96 Bs. (INE Bolivia: Tipo de cambio oficial), y se observo el cumplimiento de la Resolución Ministerial N° 159 de 22 de septiembre de 2006 que nos permite la categorización de cuentas SNIP requeridas para distinguir valores: económico y financiero.

En virtud del escenario previamente descrito, la INVERSION TOTAL requerida para la implementación y normal funcionamiento del proyecto puede observarse en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°394: INVERSION TOTAL
PROYECTO TESA: PRESA SELLA RUMICANCHA
(EN BOLIVIANOS Y DOLARES ESTADOUNIDENSES)**

DETALLE	VALOR FINANCIERO		VALOR ECONÓMICO	
	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.
OBRAS CIVILES	281.704.449,52	40.474.777,23	256.511.547,63	36.855.107,42
CAMINOS	12.361.861,08	1.776.129,47	11.773.496,22	1.691.594,28
AMBIENTAL	1.048.986,18	150.716,41	1.026.362,67	147.465,90
CAPACITACION Y ASIST. TEC.	4.832.141,81	694.273,25	4.592.171,79	659.794,80
SUPERVISION	12.861.801,00	1.847.959,91	12.123.522,36	1.741.885,40
INDEMNIZACIÓN	7.722.073,10	1.109.493,26	7.722.073,10	1.109.493,26
TOTAL:	320.531.312,69	46.053.349,52	293.749.173,77	42.205.341,06

Fuente: Elaboración Propia

Lo anterior significa que el Proyecto TESA Sella Rumicancha, requiere una inversión financiera total de trescientos veinte millones quinientos treinta y un mil trescientos doce, 69/100 bolivianos (Bs. 320.531.312,69) equivalente a cuarenta y seis millones cincuenta y tres mil trescientos cuarenta y nueve, 52/100 dólares estadounidenses (\$us. 46.053.349,52), y una inversión económica total de doscientos noventa y tres millones setecientos cuarenta y nueve mil ciento setenta y tres, 77/100 bolivianos (Bs. 293.749.173,77) equivalente a cuarenta y dos millones doscientos cinco mil trescientos cuarenta y uno, 06/100 dólares estadounidenses(\$us. 42.205.341,06)

En el cuadro anterior destacan las obras civiles que hacen a la Presa Sella Rumicancha, materializadas en los módulos 1 al 9, que constituyen los activos inherentes a la presa misma, sujetos de depreciación, los mismos que implican un conjunto de inversiones sintetizadas a continuación:

**Cuadro N°395: INVERSION EN OBRAS CIVILES: PRESA SELLA RUMICANCHA
(En Bolivianos y Dólares Estadounidenses)**

Nº	Descripción de obras	Valor Financiero		Valor Economico	
		Bs.	\$us	Bs.	\$us
1	MODULO : PRESAS	237.189.803,53	34.078.994,76	219.251.415,16	31.501.640,11
	PRESA RUMICANCHA	131.247.486,71	18.857.397,52	122.672.949,62	17.625.423,80
	PRESA JARCAS	63.981.518,75	9.192.746,95	60.264.292,42	8.658.662,70
	PRESA SAN PEDRITO	41.960.798,07	6.028.850,30	36.314.173,12	5.217.553,61
2	MODULO : SISTEMAS DE RIEGO Y TRASVASES	44.514.645,99	6.395.782,47	37.260.132,48	5.353.467,31
	SISTEMA DE RIEGO CERCADO	11.067.303,34	1.590.129,79	10.632.786,43	1.527.699,20
	SISTEMA DE RIEGO MENDEZ	6.533.567,86	938.731,01	5.044.312,53	724.757,55
	TRASVASE NEGRO MUERTO RUMICANCHA	5.418.401,59	778.505,98	4.136.999,03	594.396,41
	TRASVASE CHAUPICANCHA RUMICANCHA	8.768.275,18	1.259.809,65	6.565.707,42	943.348,77
	SISTEMA DE RIEGO SAN PEDRITO	4.853.190,97	697.297,55	4.011.063,26	576.302,19
	SISTEMA DE ADUCCION JARCAS RUMICANCHA	7.873.907,05	1.131.308,48	6.869.263,80	986.963,19
	TOTAL:	281.704.449,52	40.474.777,23	256.511.547,63	36.855.107,42

Fuente: Elaboración Propia



Consecuentemente, la Inversión Financiera Total requerida por el proyecto en OBRAS CIVILES alcanza a doscientos ochenta y un millones setecientos cuatro mil cuatrocientos cuarenta y nueve, 52/100 bolivianos (Bs. 281.704.449,52), equivalente a cuarenta millones cuatrocientos setenta y cuatro mil setecientos setenta y siete, 23/100 dólares estadounidenses (\$us. 40.474.777,23); mientras que, la Inversión Económica Total requiere de doscientos cincuenta y seis millones quinientos once mil quinientos cuarenta y siete, 63/100 bolivianos (Bs. 256.511.547,63) equivalente a treinta y seis millones ochocientos cincuenta y cinco mil ciento siete, 42/100 dólares estadounidenses (\$us. 36.855.107,42). Para mayor detalle de los valores económicos y financieros de la Inversión Total requerida para hacer realidad el proyecto, ver anexos 1 al 13.

La inversión en activos, como los determinados en OBRAS CIVILES en el Cuadro precedente, están sujetos a depreciación, en un horizonte de evaluación de veinte (20) años y con una vida útil de veinte (20) años especificada técnicamente por las firmas proveedoras, alcanzan un valor residual financiero y económico de cero (0).

Cuadro N° 396: CALCULO DE DEPRECIACIÓN Y VALOR RESIDUAL DE LA INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES: PROYECTO PRESA SELLA RUMICANCHA

HORIZONTE DE PLANEACIÓN: 20 AÑOS

(En bolivianos)

Obras Civiles	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10
Costo Financiero	281.704.449,52	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48
Costo Económico	256.511.547,63	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38
Vida Útil	20										

M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	Depreciación acumulado	Valor Residual
14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	14.085.222,48	281.704.449,52	0,00
12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	12.825.577,38	256.511.547,63	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Dada las características técnicas del proyecto, se estableció el siguiente cronograma de inversiones:

Cuadro N° 397: GRONOGRAMA DE INVERSION
PROYECTO TESA: PRESA SELLA RUMICANCHA
(EN BOLIVIANOS Y DOLARES ESTADOUNIDENSES)

DETALLE	M0				M1				M2			
	VALOR FINANCIERO		VALOR ECONÓMICO		VALOR FINANCIERO		VALOR ECONÓMICO		VALOR FINANCIERO		VALOR ECONÓMICO	
	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.
OBRAS CIVILES	114.935.415,40	16.513.709,11	104.656.711,43	15.036.883,83	54.087.254,31	7.771.157,23	49.250.217,15	7.076.180,62	54.087.254,31	7.771.157,23	49.250.217,15	7.076.180,62
CAMINOS	12.361.861,08	1.776.129,47	11.773.496,22	1.691.594,28								
AMBIENTAL	427.986,36	61.492,29	418.755,97	60.166,09	201.405,35	28.937,55	197.061,63	28.313,45	201.405,35	28.937,55	197.061,63	28.313,45
CAPACITACION Y ASIST. TEC.	1.971.513,86	283.263,49	1.873.606,09	269.196,28	927.771,23	133.300,46	881.696,98	126.680,60	927.771,23	133.300,46	881.696,98	126.680,60
SUPERVISION	5.247.614,81	753.967,64	4.946.397,12	710.689,24	2.469.465,79	354.808,30	2.327.716,29	334.442,00	2.469.465,79	354.808,30	2.327.716,29	334.442,00
INDEMNIZACION	7.722.073,10	1.109.493,26										
TOTAL:	142.666.464,61	20.498.055,26	123.668.966,84	17.768.529,72	57.685.896,67	8.288.203,55	52.656.692,05	7.565.616,67	57.685.896,67	8.288.203,55	52.656.692,05	7.565.616,67

DETALLE	M3			
	VALOR FINANCIERO		VALOR ECONÓMICO	
	Bs.	\$us.	Bs.	\$us.
OBRAS CIVILES	58.594.525,50	8.418.753,66	53.354.401,91	7.665.862,34
CAMINOS				
AMBIENTAL	218.189,13	31.349,01	213.483,44	30.672,91
CAPACITACION Y ASIST. TEC.	1.005.085,50	144.408,84	955.171,73	137.237,32
SUPERVISION	2.675.254,61	384.375,66	2.521.692,65	362.312,16
INDEMNIZACION				
TOTAL:	62.493.054,73	8.978.887,17	57.044.749,73	8.196.084,73

Fuente: Elaboración Propia



Para mayor detalle de todos los valores económicos y financieros de la Inversión Total requerida para hacer realidad el proyecto, ver anexos 1 al 13 de la evaluación financiera

3.2.1 IDENTIFICACION Y ESTIMACION DE INGRESOS A PRECIOS PRIVADOS

Dada la naturaleza y la característica social de los servicios ofrecidos por la PRESA SELLA RUMICANCHA, y sobre la base de la calidad de los resultados obtenidos en el estudio de ingeniería, consideramos que la fuente principal de beneficios generados por el proyecto se sintetizan en:

- Los ingresos generados por la producción agrícola de la zona de influencia del proyecto

Con el propósito de calcular los ingresos financieros y económicos incrementales generados por la presencia del proyecto, se ha empleado información básica referida a precios, rendimientos y costos de cultivos con y sin proyecto la misma que fue proporcionada por los estudios agronómicos realizados, y que pueden observarse en detalle en las hojas de costos de producción por cultivo.



Cuadro N° 398: INFORMACION BASE PARA EL CALCULO DEL INGRESO NETO AGRICOLA: PRESA SELLA RUMICANCHA

Producto	Producción: Venta (Tn)		Precio de Venta				Costos de Producción/ Ha.							
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin proyecto		Con proyecto		Sin Proyecto				Con Proyecto			
			(\$us/Tn)	(Bs/Tn)	(\$us/Tn)	(Bs/Tn)	V.Financ. (\$us)	V.Financ. (Bs)	V.Eco. (\$us)	V.Eco. (Bs)	V.Financ. (\$us)	V.Financ. (Bs)	V.Eco. (\$us)	V.Eco. (Bs)
Maíz grano	38,92	1.068,93	350,00	2.436,00	370,00	2.575,20	460,50	3.205,06	371,67	2.586,82	523,05	3.640,40	434,05	3.020,99
Maíz choclo	22,86	1.018,52	360,00	2.505,60	460,00	3.201,60	581,00	4.043,73	447,26	3.112,90	740,14	5.151,36	627,43	4.366,94
Papa miska	49,97	3.772,45	300,00	2.088,00	370,00	2.575,20	810,55	5.641,43	703,65	4.897,42	1.117,46	7.777,54	1.006,35	7.004,20
Papa verano	100,23	4.291,53	300,00	2.088,00	370,00	2.575,20	951,91	6.625,29	843,12	5.868,11	1.109,40	7.721,42	1.006,03	7.001,95
Arveja verde miska	9,74		410,00	2.853,60		0,00	655,00	4.558,80	482,56	3.358,63				
Arveja verde verano	17,89	978,63	410,00	2.853,60	450,00	3.132,00	635,00	4.419,58	456,76	3.179,06	734,76	5.113,95	555,15	3.863,85
Trigo grano	4,73		360,00	2.505,60		0,00	415,00	2.888,43	355,28	2.472,73				
Cebolla para cabeza	37,17		300,00	2.088,00		0,00	805,00	5.602,82	630,25	4.386,56				
Zanahoria	34,61		310,00	2.157,60		0,00	680,00	4.732,78	535,14	3.724,61				
Hortalizas menores	13,53	1.073,89	350,00	2.436,00	395,00	2.749,20	880,00	6.124,83	588,41	4.095,30	913,75	6.359,70	651,75	4.536,19
Alfalfa	19,44	1.003,96	320,00	2.227,20	340,00	2.366,40	680,05	4.733,11	528,80	3.680,43	772,39	5.375,82	631,26	4.393,58
Frutales	5,17		340,00	2.366,40		0,00	973,00	6.772,11	775,88	5.400,12				
Sub Total:	354,24													
Vid		3.714,65			465,00	3.236,40					2.436,49	16.957,95	2.266,25	15.773,10
Durazno		2.429,91			435,00	3.027,60					1.847,39	12.857,82	1.709,06	11.895,03
Manzano		2.429,91			410,00	2.853,60					1.864,59	12.977,53	1.717,14	11.951,30
Total cultivos	5.195,10	21.782,38												

FUENTE: Estudio Agronómico, Hojas de Costos de Producción



Cuadro N° 399: INFORMACION BASE PARA EL CALCULO DEL COSTO DE

PRODUCCION

Producto	Costos de Producción/ Tn.									
	Sin Proyecto					Con Proyecto				
	Rend. (Tn/Ha)	V.Financ. (\$us)	V.Financ. (Bs)	V.Eco. (\$us)	V.Eco. (Bs)	Rend. (Tn/Ha)	V.Financ. (\$us)	V.Financ. (Bs)	V.Eco. (\$us)	V.Eco. (Bs)
Maíz grano	2,00	230,25	1.602,53	185,83	1.293,41	2,50	209,22	1.456,16	173,62	1.208,40
Maíz choclo	6,00	96,83	673,96	74,54	518,82	7,50	98,69	686,85	83,66	582,26
Papa miska	10,50	77,20	537,28	67,01	466,42	12,50	89,40	622,20	80,51	560,34
Papa verano	10,00	95,19	662,53	84,31	586,81	12,00	92,45	643,45	83,84	583,50
Arveja verde miska	4,20	155,95	1.085,43	114,90	799,67					
Arveja verde verano	3,60	176,39	1.227,66	126,88	883,07	4,50	163,28	1.136,43	123,37	858,63
Trigo grano	1,50	276,67	1.925,62	236,85	1.648,48					
Cebolla para cabeza	11,80	68,22	474,82	53,41	371,74					
Zanahoria	10,50	64,76	450,74	50,97	354,72					
Hortalizas menores	5,50	160,00	1.113,60	106,98	744,60	6,50	140,58	978,42	100,27	697,87
Alfalfa	8,90	76,41	531,81	59,42	413,53	9,50	81,30	565,88	66,45	462,48
Frutales	8,50	114,47	796,72	91,28	635,31					
Sub Total:										
Vid						14,80	164,63	1.145,81	153,13	1.065,75
Durazno						12,00	153,95	1.071,48	142,42	991,25
Manzano						12,00	155,38	1.081,46	143,10	995,94
Total cultivos										

FUENTE: Estudio Agronómico, Hojas de Costos de Producción



**Cuadro N° 400: VALORACION Y DESTINO DE LA PRODUCCION AGRICOLA: SIN PROYECTO
PROYECTO: PRESA SELLA - RUMI CANCHA**

Cultivo	Superficie (Has)	Rendimiento (Tn/Ha)	Producción (Tn)	Porcentaje Autoconsumo	Autoconsumo (Tn)	Vol.Neto Vta. (Tn)
Maíz grano	21,62	2,00	43,24	10,00%	4,32	38,92
Maíz choclo	4,01	6,00	24,06	5,00%	1,20	22,86
Papa miska	5,01	10,50	52,61	5,00%	2,63	49,97
Papa verano	10,55	10,00	105,50	5,00%	5,28	100,23
Arveja verde miska	2,44	4,20	10,25	5,00%	0,51	9,74
Arveja verde verano	5,23	3,60	18,83	5,00%	0,94	17,89
Trigo grano	4,50	1,50	6,75	30,00%	2,03	4,73
Cebolla para cabeza	3,15	11,80	37,17	0,00%	0,00	37,17
Zanahoria	3,47	10,50	36,44	5,00%	1,82	34,61
Hortalizas menores	2,59	5,50	14,25	5,00%	0,71	13,53
Alfalfa	2,73	8,90	24,30	20,00%	4,86	19,44
Frutales	0,64	8,50	5,44	5,00%	0,27	5,17
Sub total cultivos	65,94		378,82		24,58	354,24

FUENTE: Estudio Agronómico

**Cuadro N° 401: Valor Actual Neto de la producción zona de riego: Situación Con Proyecto
PROYECTO: PRESA SELLA - RUMI CANCHA**

Cultivo	Superficie (has)	Rendimiento (tn/ha)	Volumen produc. (tn)	Porcent. autocons. (%)	Volumen autocons. (tn)	Volumen neto venta (tn)
Cultivos de verano						
Maíz grano	475,08	2,50	1187,70	10,00	118,77	1068,93
Papa verano	376,45	12,00	4517,40	5,00	225,87	4291,53
Arveja verde verano	228,92	4,50	1030,14	5,00	51,51	978,63
Hortalizas menores	236,02	6,50	1534,13	30,00	460,24	1073,89
Cultivos de invierno						
Maíz choclo	142,95	7,50	1072,13	5,00	53,61	1018,52
Papa miska	317,68	12,50	3971,00	5,00	198,55	3772,45
Cultivos perennes						
Alfalfa	132,10	9,50	1254,95	20,00	250,99	1003,96
Vid	264,20	14,80	3910,16	5,00	195,51	3714,65
Durazno	213,15	12,00	2557,80	5,00	127,89	2429,91
Manzano	213,15	12,00	2557,80	5,00	127,89	2429,91
Sub total cultivos	2599,70		23593,21		1810,82	21782,38

FUENTE: Estudio Agronómico

Para la proyección del Ingreso Neto de la Producción Agrícola, con proyecto – sin proyecto, se ha utilizado la meta establecida del 5% de inflación anual establecida en el Programa Fiscal Financiero del Gobierno del Estado Plurinacional Boliviano.



Con el propósito de calcular el impacto neto incremental del proyecto sobre la producción agrícola, se calculó el Ingreso Neto Financiero y Económico de la producción neta de venta considerando solo los productos sobre los que influye el proyecto: maíz grano, papa verano, arveja verde verano, hortalizas menores, maíz choclo, papa miska, alfalfa, vid, durazno y manzano, ver cuadros siguientes.

Cuadro N° 402: INGRESO FINANCIERO NETO DE LA PRODUCCIÓN NETA DE VENTA: CON PROYECTO - SIN PROYECTO (M4-M20)

PROYECTO TESA: PRESA SELLA RUMICANCHA

(EN BOLIVIANOS)

CULTIVO	INGRESO FINANCIERO NETO ANUAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA: CON PROYECTO - SIN PROYECTO										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	
	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	
Maíz grano	0,00	0,00	0,00	997.719,28	997.719,28	1.047.605,24	1.047.605,24	1.047.605,24	1.047.605,24	1.047.605,24	1.047.605,24
Papa verano	0,00	0,00	0,00	8.005.445,02	8.005.445,02	8.405.717,28	8.405.717,28	8.405.717,28	8.405.717,28	8.405.717,28	8.405.717,28
Arveja verde verano	0,00	0,00	0,00	1.866.467,01	1.866.467,01	1.959.790,36	1.959.790,36	1.959.790,36	1.959.790,36	1.959.790,36	1.959.790,36
Hortalizas menores	0,00	0,00	0,00	1.434.222,26	1.434.222,26	1.505.933,37	1.505.933,37	1.505.933,37	1.505.933,37	1.505.933,37	1.505.933,37
Maíz choclo	0,00	0,00	0,00	2.483.448,02	2.483.448,02	2.607.620,42	2.607.620,42	2.607.620,42	2.607.620,42	2.607.620,42	2.607.620,42
Papa miska	0,00	0,00	0,00	7.167.960,93	7.167.960,93	7.526.358,97	7.526.358,97	7.526.358,97	7.526.358,97	7.526.358,97	7.526.358,97
Alfalfa	0,00	0,00	0,00	1.635.255,49	1.635.255,49	1.717.018,27	1.717.018,27	1.717.018,27	1.717.018,27	1.717.018,27	1.717.018,27
Vid	0,00	0,00	0,00	7.541.808,55	7.541.808,55	7.918.898,98	7.918.898,98	7.918.898,98	7.918.898,98	7.918.898,98	7.918.898,98
Durazno	0,00	0,00	0,00	4.616.151,82	4.616.151,82	4.846.959,41	4.846.959,41	4.846.959,41	4.846.959,41	4.846.959,41	4.846.959,41
Manzano	0,00	0,00	0,00	4.167.830,87	4.167.830,87	4.376.222,41	4.376.222,41	4.376.222,41	4.376.222,41	4.376.222,41	4.376.222,41
Cebolla en cabeza			0,00	-59.962,07	-59.962,07	-62.960,18	-62.960,18	-62.960,18	-62.960,18	-62.960,18	-62.960,18
Zanahoria			0,00	-58.258,79	-58.258,79	-61.171,73	-61.171,73	-61.171,73	-61.171,73	-61.171,73	-61.171,73
Arveja verde (Miska)			0,00	-16.658,03	-16.658,03	-17.490,93	-17.490,93	-17.490,93	-17.490,93	-17.490,93	-17.490,93
Trigo en grano			0,00	1.158,96	1.158,96	1.216,91	1.216,91	1.216,91	1.216,91	1.216,91	1.216,91
Frutales			0,00	-7.895,41	-7.895,41	-8.290,18	-8.290,18	-8.290,18	-8.290,18	-8.290,18	-8.290,18
TOTAL:	0,00	0,00	0,00	39.774.693,91	39.774.693,91	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61



INGRESO FINANCIERO NETO ANUAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA: CON PROYECTO - SIN PROYECTO									
M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)	Ingr. Neto (Bs)
1.099.985,50	1.099.985,50	1.099.985,50	1.099.985,50	1.099.985,50	1.154.984,78	1.154.984,78	1.154.984,78	1.154.984,78	1.154.984,78
8.826.003,14	8.826.003,14	8.826.003,14	8.826.003,14	8.826.003,14	9.267.303,30	9.267.303,30	9.267.303,30	9.267.303,30	9.267.303,30
2.057.779,88	2.057.779,88	2.057.779,88	2.057.779,88	2.057.779,88	2.160.668,87	2.160.668,87	2.160.668,87	2.160.668,87	2.160.668,87
1.581.230,04	1.581.230,04	1.581.230,04	1.581.230,04	1.581.230,04	1.660.291,55	1.660.291,55	1.660.291,55	1.660.291,55	1.660.291,55
2.738.001,44	2.738.001,44	2.738.001,44	2.738.001,44	2.738.001,44	2.874.901,52	2.874.901,52	2.874.901,52	2.874.901,52	2.874.901,52
7.902.676,92	7.902.676,92	7.902.676,92	7.902.676,92	7.902.676,92	8.297.810,77	8.297.810,77	8.297.810,77	8.297.810,77	8.297.810,77
1.802.869,18	1.802.869,18	1.802.869,18	1.802.869,18	1.802.869,18	1.893.012,64	1.893.012,64	1.893.012,64	1.893.012,64	1.893.012,64
8.314.843,93	8.314.843,93	8.314.843,93	8.314.843,93	8.314.843,93	8.730.586,12	8.730.586,12	8.730.586,12	8.730.586,12	8.730.586,12
5.089.307,38	5.089.307,38	5.089.307,38	5.089.307,38	5.089.307,38	5.343.772,75	5.343.772,75	5.343.772,75	5.343.772,75	5.343.772,75
4.595.033,53	4.595.033,53	4.595.033,53	4.595.033,53	4.595.033,53	4.824.785,21	4.824.785,21	4.824.785,21	4.824.785,21	4.824.785,21
-66.108,19	-66.108,19	-66.108,19	-66.108,19	-66.108,19	-69.413,60	-69.413,60	-69.413,60	-69.413,60	-69.413,60
-64.230,31	-64.230,31	-64.230,31	-64.230,31	-64.230,31	-67.441,83	-67.441,83	-67.441,83	-67.441,83	-67.441,83
-18.365,48	-18.365,48	-18.365,48	-18.365,48	-18.365,48	-19.283,76	-19.283,76	-19.283,76	-19.283,76	-19.283,76
1.277,75	1.277,75	1.277,75	1.277,75	1.277,75	1.341,64	1.341,64	1.341,64	1.341,64	1.341,64
-8.704,69	-8.704,69	-8.704,69	-8.704,69	-8.704,69	-9.139,92	-9.139,92	-9.139,92	-9.139,92	-9.139,92
43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04

Cuadro N° 403: INGRESO ECONÓMICO NETO DE LA PRODUCCIÓN NETA DE VENTA: CON PROYECTO - SIN PROYECTO (M4-M20)

PROYECTO TESA: PRESA SELLA RUMICANCHA

(EN BOLIVIANOS)

CULTIVO	INGRESO ECONÓMICO NETO ANUAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA: CON PROYECTO - SIN PROYECTO									
	M1 Ingr. Neto (Bs)	M2 Ingr. Neto (Bs)	M3 Ingr. Neto (Bs)	M4 Ingr. Neto (Bs)	M5 Ingr. Neto (Bs)	M6 Ingr. Neto (Bs)	M7 Ingr. Neto (Bs)	M8 Ingr. Neto (Bs)	M9 Ingr. Neto (Bs)	M10 Ingr. Neto (Bs)
Maíz grano	0,00	0,00	0,00	1.278.622,48	1.278.622,48	1.342.553,61	1.342.553,61	1.342.553,61	1.342.553,61	1.342.553,61
Papa verano	0,00	0,00	0,00	8.268.300,90	8.268.300,90	8.681.715,94	8.681.715,94	8.681.715,94	8.681.715,94	8.681.715,94
Arveja verde verano	0,00	0,00	0,00	2.146.150,30	2.146.150,30	2.253.457,82	2.253.457,82	2.253.457,82	2.253.457,82	2.253.457,82
Hortalizas menores	0,00	0,00	0,00	1.859.351,34	1.859.351,34	1.952.318,91	1.952.318,91	1.952.318,91	1.952.318,91	1.952.318,91
Maíz choclo	0,00	0,00	0,00	2.591.847,22	2.591.847,22	2.721.439,58	2.721.439,58	2.721.439,58	2.721.439,58	2.721.439,58
Papa miska	0,00	0,00	0,00	7.409.907,93	7.409.907,93	7.780.403,33	7.780.403,33	7.780.403,33	7.780.403,33	7.780.403,33
Alfalfa	0,00	0,00	0,00	1.762.135,16	1.762.135,16	1.850.241,92	1.850.241,92	1.850.241,92	1.850.241,92	1.850.241,92
Vid	0,00	0,00	0,00	7.854.845,79	7.854.845,79	8.247.588,08	8.247.588,08	8.247.588,08	8.247.588,08	8.247.588,08
Durazno	0,00	0,00	0,00	4.821.369,18	4.821.369,18	5.062.437,64	5.062.437,64	5.062.437,64	5.062.437,64	5.062.437,64
Manzano	0,00	0,00	0,00	4.386.572,03	4.386.572,03	4.605.900,63	4.605.900,63	4.605.900,63	4.605.900,63	4.605.900,63
Cebolla en cabeza			0,00	-63.793,30	-63.793,30	-66.982,96	-66.982,96	-66.982,96	-66.982,96	-66.982,96
Zanahoria			0,00	-61.757,16	-61.757,16	-64.845,02	-64.845,02	-64.845,02	-64.845,02	-64.845,02
Arveja verde (Miska)			0,00	-19.586,44	-19.586,44	-20.565,77	-20.565,77	-20.565,77	-20.565,77	-20.565,77
Trigo en grano			0,00	-711,69	-711,69	-747,28	-747,28	-747,28	-747,28	-747,28
Frutales			0,00	-8.773,48	-8.773,48	-9.212,15	-9.212,15	-9.212,15	-9.212,15	-9.212,15
TOTAL:	0,00	0,00	0,00	42.224.480,27	42.224.480,27	44.335.704,29	44.335.704,29	44.335.704,29	44.335.704,29	44.335.704,29



INGRESO ECONÓMICO NETO ANUAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA: CON PROYECTO - SIN PROYECTO									
M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto	Ingr. Neto
(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)	(Bs)
1.409.681,29	1.409.681,29	1.409.681,29	1.409.681,29	1.409.681,29	1.480.165,35	1.480.165,35	1.480.165,35	1.480.165,35	1.480.165,35
9.115.801,74	9.115.801,74	9.115.801,74	9.115.801,74	9.115.801,74	9.571.591,82	9.571.591,82	9.571.591,82	9.571.591,82	9.571.591,82
2.366.130,71	2.366.130,71	2.366.130,71	2.366.130,71	2.366.130,71	2.484.437,24	2.484.437,24	2.484.437,24	2.484.437,24	2.484.437,24
2.049.934,86	2.049.934,86	2.049.934,86	2.049.934,86	2.049.934,86	2.152.431,60	2.152.431,60	2.152.431,60	2.152.431,60	2.152.431,60
2.857.511,56	2.857.511,56	2.857.511,56	2.857.511,56	2.857.511,56	3.000.387,13	3.000.387,13	3.000.387,13	3.000.387,13	3.000.387,13
8.169.423,50	8.169.423,50	8.169.423,50	8.169.423,50	8.169.423,50	8.577.894,67	8.577.894,67	8.577.894,67	8.577.894,67	8.577.894,67
1.942.754,01	1.942.754,01	1.942.754,01	1.942.754,01	1.942.754,01	2.039.891,71	2.039.891,71	2.039.891,71	2.039.891,71	2.039.891,71
8.659.967,49	8.659.967,49	8.659.967,49	8.659.967,49	8.659.967,49	9.092.965,86	9.092.965,86	9.092.965,86	9.092.965,86	9.092.965,86
5.315.559,52	5.315.559,52	5.315.559,52	5.315.559,52	5.315.559,52	5.581.337,50	5.581.337,50	5.581.337,50	5.581.337,50	5.581.337,50
4.836.195,67	4.836.195,67	4.836.195,67	4.836.195,67	4.836.195,67	5.078.005,45	5.078.005,45	5.078.005,45	5.078.005,45	5.078.005,45
-70.332,11	-70.332,11	-70.332,11	-70.332,11	-70.332,11	-73.848,72	-73.848,72	-73.848,72	-73.848,72	-73.848,72
-68.087,27	-68.087,27	-68.087,27	-68.087,27	-68.087,27	-71.491,64	-71.491,64	-71.491,64	-71.491,64	-71.491,64
-21.594,05	-21.594,05	-21.594,05	-21.594,05	-21.594,05	-22.673,76	-22.673,76	-22.673,76	-22.673,76	-22.673,76
-784,64	-784,64	-784,64	-784,64	-784,64	-823,87	-823,87	-823,87	-823,87	-823,87
-9.672,76	-9.672,76	-9.672,76	-9.672,76	-9.672,76	-10.156,39	-10.156,39	-10.156,39	-10.156,39	-10.156,39
46.552.489,50	46.552.489,50	46.552.489,50	46.552.489,50	46.552.489,50	48.880.113,97	48.880.113,97	48.880.113,97	48.880.113,97	48.880.113,97



Para detalles de cálculo de los valores financieros y económicos del Ingreso Neto anual de la Producción Agrícola ver Anexos N° 4.18 (Costos de Producción Agrícola) y (Ingreso Neto Agrícola: Con y Sin Proyecto) del estudio socioeconómico

3.2.2 IDENTIFICACION Y ESTIMACION DE COSTOS A PRECIOS PRIVADOS

Los egresos financieros y económicos que corresponden a la fase operativa del proyecto, calculados sobre la base de criterios técnicos establecidos por el estudio de ingeniería, y el marco de los instrumentos normativos, metodológicos establecidos por el SNIP, se reflejan en los siguientes gastos de operación y mantenimiento:

Cuadro N° 404: Presupuesto de Operación y Mantenimiento: TESA Sella - Rumicancha

(En Bolivianos)

Ítem	Descripción	Unidad	Valor Financiero		
			Cantidad	Precio Unitario [Bs]	Costo Financiero. [Bs / Año]
OM - 1	Ingeniero civil a cargo de la operación	Mes - Persona	12	5 000.00	60.000,00
OM - 2	Extensionista agrario	Mes - Persona	12	3 200.00	38.400,00
OM - 3	Personal Administrativo y Chofer	Mes - Persona	12	3 000.00	36.000,00
OM - 4	Ingeniero civil a cargo monitoreo de Instrumentación	Mes - Persona	12	5 000.00	60.000,00
OM - 5	Computadoras	Pza	1	1 800.00	1.800,00
OM - 6	Combustibles, lubricantes, etc.	Mes	12	3 600.00	43.200,00
OM - 7	Material de escritorio	Mes	12	1200	14.400,00
OM - 8	Comunicaciones	Mes	12	1200	14.400,00
OM - 9	Limpieza y mantenimiento de canales, obras de arte, cámaras, etc	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 10	Mantenimiento y reparación de válvulas	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 11	Mantenimiento y reparación compuertas presa	Gbl	1	25 000.00	25.000,00
OM - 12	Sustitución compuertas pequeñas y válvulas derivadores	Pza	50	1200	60.000,00
OM - 13	Camioneta	mes	12	6 500.00	78.000,00
OM - 14	Estación Hidro - Meteorológica	Gbl	1	4 200.00	4.200,00
OM - 15	Sede Social y Vivero para los regantes	glb	1	52 500.00	52.500,00
		PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M4 - M10)			537.900,00
		PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M4 - M10)			77.284,48
		PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M11 - M20)			564.526,05
		PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M11 - M20)			81.110,06

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, dada las características y particularidades técnicas del proyecto, después del momento Mo, se seguirán desembolsando recursos para los rubros de:

- Supervisión (Anexo 11)
- Capacitación y Asistencia Técnica (Anexo 12)
- Ambiental (Anexo 13)



Dadas las características técnicas del proyecto, se estima que recién a partir de M4 se empezara a desembolsar recursos que cubran los gastos de operación y mantenimiento de la presa. Ver Cuadros 353 y 355, Anexos N° 34 y 35.

3.2.3 CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Sobre la base de la identificación y selección de la alternativa tecnológica recomendada, acompañada por su propia estructura de inversión, costos y beneficios, descritos en los numerales anteriores, se hace necesario juzgar la factibilidad y la rentabilidad de la propuesta central del Proyecto TESA "Construcción Presa Sella Rumicancha" tanto desde el punto de vista privado como social.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Y TASA DE DESCUENTO

En estricto apego al marco de instrumentos normativos, metodologías y técnicas establecidas y recomendadas por el Sistema Nacional de Inversión Pública y el reglamento "Presentación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública de la Gobernación del Departamento de Tarapacá" y el documento "Reglamento Básico de Pre Inversión" (Resolución Ministerial N° 29, 26 de febrero de 2007) se evalúa en el presente documento la Alternativa 1 "Construcción Presa Sella Rumicancha" desde la perspectiva financiera o privada y la económica o social, empleando las tasas de descuento del 12,81 % para el enfoque privado y del 12,67% para el enfoque económico (Resolución Ministerial N° 159 de 22 de Septiembre de 2006).

Asimismo se calcularon indicadores, congruentes con los criterios de evaluación adoptados, tales como:

Cuadro N° 405: INDICADORES FINANCIEROS

Criterio Financiero (F)		
TASA DE DESCUENTO:		12,81 %
Valor Actual Neto (VAN)	(VAN)	VANF
(IVAN)		IVANF
Tasa Interna de Retorno (TIR)	(TIR)	TIRF
Relación: Beneficio / Costo (B / C)	(B / C)	B / C
Valor Actual de los Costos (VAC)	(VAC)	VACF
Costo Anual Equivalente (CAE)	(CAE)	CAEF
Índice: Costo Eficiencia (CE)	(CE)	CEF

Fuente: Reglamento Básico de Pre Inversión

HORIZONTE DE EVALUACIÓN

Por la naturaleza del proyecto, y las consideraciones normativas previamente citadas, el horizonte de evaluación del proyecto se extenderá desde el Momento 0 hasta el Momento 20, considerado como un horizonte de largo plazo.

Adicionalmente, en el horizonte de evaluación, como parámetros de comparación e información base asumiremos que, de acuerdo a los estudios socioeconómico y agronómico desarrollados para el proyecto:

- El número de regantes beneficiarios en el área de influencia del proyecto alcanza a 839 en el Momento 0.
- El número de personas beneficiarias en el área de influencia del proyecto alcanza a 2.815 en el Momento 0.
- El proyecto comprende un área incremental de riego de 2.534 Has.

El criterio de la evaluación privada con una tasa de descuento del 12,81 %, se aplicó sobre el desempeño de las variables Inversión, Ingresos y Costos (Ingreso Neto: Con y Sin Proyecto), en el horizonte de



evaluación (M0 – M20), las mismas que fueron valuadas inicialmente a precios de mercado para luego determinar su valor financiero.

Lo anterior significa que, el flujo de caja financiero del proyecto, además de la información base mencionada en el numeral anterior está constituido por:

- Inversión Financiera: Bs. **142.666.464,61 (M0)**
- Costo Financiero: que varía desde Bs. **57.685.896,67 (M1)**, hasta Bs. **564.526,05 (M20)**
- Ingresos Financieros: que varían desde Bs. **0 (M1)**, hasta Bs. **46.044.180,04 (M20)**.
- Valor residual de la inversión: Cero.

Sobre la base de las consideraciones previas, el flujo de caja privado quedo estructurado tal como se presenta en el cuadro a continuación: donde se destaca el hecho, de una primera cifra negativa para el momento de la inversión (M0, M1, M2 y M3), pero siguen saldos positivos para el periodo de operación del proyecto.

Cuadro Nº 406: EVALUACION FINANCIERA
PROYECTO TESA: CONSTRUCCIÓN PRESA SELLA RUMICANCHA
(En Bolivianos)
Tasa de Descuento : 12,81 %

Componentes	MOMENTOS										
	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10
No de Familias beneficiadas	839,00										
No de personas beneficiadas	3.356,00										
Area de riego incremental: Has.	2.533,76										
I. Ingresos del Proyecto	0,00	0,00	0,00	39.774.693,91	39.774.693,91	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61
Valor Residual financiero											
Ingr. Financiero Neto: Venta de Producción Agrícola	0,00	0,00	0,00	39.774.693,91	39.774.693,91	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61	41.763.428,61
II. Costos Financieros del Proyecto	57.685.896,67	57.685.896,67	62.493.054,73	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00
Costos de Operación y Mantenimiento				537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00	537.900,00
Inversión Financiera del Proyecto	142.666.464,61										
Inversión en Obras Civiles	114.935.415,40	54.087.254,31	54.087.254,31	58.594.525,50							
Caminos	12.361.861,08										
Ambiental	427.986,36	201.405,35	201.405,35	218.189,13							
Capacitación y Asistencia Técnica	1.971.513,86	927.771,23	927.771,23	1.005.085,50							
Supervisión	5.247.614,81	2.469.465,79	2.469.465,79	2.675.254,61							
Indemnización	7.722.073,10										
FLUJO DE FONDOS NETO (Bs) : I - II	-142.666.464,61	-57.685.896,67	-57.685.896,67	-62.493.054,73	39.236.793,91	39.236.793,91	41.225.528,61	41.225.528,61	41.225.528,61	41.225.528,61	41.225.528,61
Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Factor de Actualización		0,886	0,786	0,697	0,617	0,547	0,485	0,430	0,381	0,338	0,300
Cifras Actualizadas: Flujo de Fondos Neto	-142.666.464,61	-51.135.446,04	-45.328.823,72	-43.530.028,98	24.227.193,98	21.476.104,93	20.002.332,29	17.730.992,19	15.717.571,30	13.932.781,94	12.350.662,12
VANf (12,81%)	-85.046.039,04										
IVANf (12,81%)	-0,27										
TIRf (12,81%)	8,37										
Costos actualizados	142.666.464,61	51.135.446,04	45.328.823,72	43.530.028,98	332.132,33	294.417,45	260.985,24	231.349,39	205.078,79	181.791,32	161.148,23
VACf	285.252.391,14										
Ingresos Actualizados		0,00	0,00	0,00	24.559.326,30	21.770.522,39	20.263.317,53	17.962.341,57	15.922.650,10	14.114.573,26	12.511.810,35
Suma de ingresos actualizados	200.206.352,10										
Relacion B/C	0,70										
Costo Anual Equivalente: CAEF	40.143.854,75										
Indice Costo Eficiencia: ICE											
ICE por Flia. Beneficiada	47.847,26										
ICE por persona Beneficiada	11.961,82										
ICE por Ha.incremental riego	15.843,59										

MOMENTOS									
M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20

43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04
43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	43.851.600,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04	46.044.180,04
564.526,05									
564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05	564.526,05

43.287.073,99	43.287.073,99	43.287.073,99	43.287.073,99	43.287.073,99	45.479.653,99	45.479.653,99	45.479.653,99	45.479.653,99	45.479.653,99
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,266	0,235	0,209	0,185	0,164	0,145	0,129	0,114	0,101	0,090
11.495.679,28	10.190.301,64	9.033.154,55	8.007.405,86	7.098.134,79	6.610.823,53	5.860.139,64	5.194.698,74	4.604.821,15	4.081.926,38

149.920,28	132.896,27	117.805,40	104.428,15	92.569,94	82.058,28	72.740,25	64.480,32	57.158,34	50.667,79
------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

11.645.599,57	10.323.197,92	9.150.959,95	8.111.834,01	7.190.704,73	6.692.881,81	5.932.879,90	5.259.179,06	4.661.979,49	4.132.594,17
---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------



Destacan los resultados de los indicadores de rentabilidad financiera, donde a una tasa de descuento del 12,81 % anual y en un horizonte de planeamiento de 20 años, alcanzan los siguientes valores:

- VANF: Bs **-85.046.039,04**
- IVANF: **-0,27**
- TIRF: **8,37 %**
- VACF: Bs. **285.252.391,14**
- B / C : **0,70**
- CAEF: Bs. **40.143.854,75**
- ICE por Familia beneficiada: Bs. **47.847,26**
- ICE por Persona beneficiada: Bs. **11.961,82**
- ICE por Ha. Incremental de riego: Bs. **15.843,59**

Como se podrá observar, los indicadores financieros calculados presentan cifras desalentadoras y negativas que, de primera instancia y desde la perspectiva financiera y privada, no recomiendan la realización del proyecto:

$$\begin{aligned} \text{VANF} & (-) \\ \text{TIRF} & (8,37\%) < 12,81\% \\ \text{B/C} & = 0,70 < 1,00 \end{aligned}$$

3.2.4 INDICADORES DE COSTO EFICIENCIA PRIVADO

Se emplearon en el desarrollo de los cálculos, indicadores de costo eficiencia privados relacionados a:

- El número de regantes beneficiarios
- El número de personas beneficiadas y
- El área incremental de riego, expresada en hectáreas.

Cuadro Nº 407: INDICADORES COSTO EFICIENCIA PRIVADO

Descripcion	Cantidad	Unidad
ICE por Flia. Beneficiada	47.847,26	Bs/Flia.
ICE por persona Beneficiada	11.961,82	Bs/Hbte.
ICE por Ha.incremental riego	15.843,59	Bs/Ha

Fuente: Elaboración Propia

El valor de los indicadores costo eficiencia privado no se encuentran dentro de los rangos establecidos por Ministerio de Planificación del Desarrollo – Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE), "Actualización de los Parámetros Costo Eficiencia para la Economía Boliviana". La Paz – Bolivia, 2007. Por el valor de los indicadores de elegibilidad a precios privados del Proyecto, respecto a los valores establecidos por el VIPFE, podemos mencionar que el proyecto no es beneficioso tanto para la Comunidad, Municipio, Departamento y el País en su conjunto.

3.2.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD A PRECIOS PRIVADOS

Es absolutamente necesario realizar un análisis de la sensibilidad del proyecto, dado que los valores de algunas variables que se han utilizado para desarrollar la evaluación del mismo, pueden experimentar desviaciones o modificaciones en los valores asumidos cuyos efectos pueden ser de consideración.

En este escenario de análisis, consideran tanto el criterio privado como social de evaluación, se ha seleccionado como variables estratégicas:



- La Tasa de descuento: financiera
- La variación del Ingreso Neto proveniente de la Producción Agrícola:
- La variación de la Inversión Total

El conjunto de consideraciones anteriores nos ha permitido establecer los siguientes escenarios de análisis:

ESCENARIO PROPUESTO.

- El Valor del Ingreso Neto generado por la Producción Agrícola aumenta en:
 - ▲5% en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).
- Las Tasas de Descuento varía de un
 - 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
- La Inversión Total propuesta

En las condiciones establecidas, el proyecto es evaluado tanto desde la perspectiva social como financiera, permitiendo de esta manera la variación del criterio de evaluación.

ESCENARIO OPTIMISTA:

- El Valor del Ingreso Neto generado por la Producción Agrícola augmenta, por encima de los parámetros propuestos en:
 - ▲3 % en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).
- Las Tasas de Descuento varía de un
 - 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
- La Inversión Total disminuye por debajo de la inversión propuesta en:
 - ▼3%

ESCENARIO PESIMISTA:

- El valor del Ingreso Neto generado por la Producción Agrícola disminuye, por debajo de los parámetros propuestos en:
 - ▼3 % en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).
- Las Tasas de Descuento varía de un
 - 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
- La Inversión Total augmenta por encima de la inversión propuesta en:
 - ▲3%

El resultado de estas combinaciones y escenarios se presentan a continuación:

**Cuadro N° 408: ANALISIS DE SENSIBILIDAD A PRECIOS PRIVADOS
(EN BOLIVIANOS)**

Criterio de Evaluación e Indicadores: Descripción	ESCENARIO 1 PROPUESTA: ▲ Ingreso Neto Agrícola: 5% Inversión propuesta ▲ Tasas de Descuento		ESCENARIO 2 OPTIMISTA: ▲ Ingreso Neto Agrícola: 3% ▼ Inversión: 3% ▲ Tasas de Descuento		ESCENARIO 3 PESIMISTA: ▼ Ingreso Neto Agrícola: 3% ▲ Inversión: 3% ▲ Tasas de Descuento	
	T.D. 12,81%	T.D. 13%	T.D. 12,81%	T.D. 13%	T.D. 12,81%	T.D. 13%
CRITERIO FINANCIERO :						
1. Valor Actual Neto Financiero: VANF	-85.046.039,04	-87.714.627,39	-68.841.946,19	-71.688.586,03	101.022.502,39	-103.519.056,05
IVANF	-0,27	-0,27	-0,22	-0,23	-0,31	-0,31
2. Tasa Interna de Retorno Financiera: TIRF	8,37	8,37	9,23	9,23	7,52	7,52
3. Valor Actual de los Costos Financieros: VACF	285.252.391,14	285.252.391,14	276.772.568,24	276.772.568,24	293.732.214,04	293.732.214,04
4. Relación B/C	0,70	0,69	0,75	0,74	0,66	0,65
5. Costo Anual Equivalente Financiero: CAEF	40.143.854,75	40.535.865,18	38.950.480,78	39.330.684,04	41.337.228,72	41.741.046,33
6. Índice Costo Eficiencia Financiero: ICEF						
ICEF por Familia Beneficiada	47.847,26	48.314,50	46.424,89	46.878,05	49.269,64	49.750,95
ICEF por Persona Beneficiada	11.961,82	12.078,62	11.606,22	11.719,51	12.317,41	12.437,74
ICEF por Ha. Incremental de riego	15.843,59	15.998,30	15.372,60	15.522,66	16.314,58	16.473,95

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Analizando los resultados de los escenarios, en el cuadro anterior, encontramos que:

ESCENARIO 1: PROPUESTA.

- En el mundo de la EVALUACIÓN FINANCIERA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,81% a 13%, los indicadores se tornan sensibles, variando como a continuación se describe:

$VANF(12,81\%) = Bs. 85.046.039,04 (-)$ se torna $VANF(13\%) = Bs. 87.714.627,39 (-)$

Los valores monetarios del VANF "aumentan" pero presentan signo negativo (-) lo que significa que la inversión financiera en el proyecto genera una "perdida" que aumenta relativamente, lo que refleja la alta sensibilidad financiera del proyecto.

Los valores del IVANF permanece constante en - 0,20 pero presentan signo negativo (-) lo que significa que cada boliviano invertido en el proyecto en lugar de genera un aporte financiero al VAN generan un "perdida", lo que una vez más refleja la sensibilidad financiera del proyecto.

La TIRF permanece constante en 8,37%, y aún más 8,37 % < 12,81 % y al 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye ligeramente de 0,70 a 0,69, ambos valores siguen siendo menores que 1. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

En el mundo de la Evaluación Financiera: el proyecto es sensible a los cambios propuestos.

ESCENARIO 2: OPTIMISTA

- Si operamos en un escenario optimista y en el mundo de la EVALUACIÓN FINANCIERA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,81% a 13%, los indicadores se tornan sensibles, variando como a continuación se describe:

$VANF(12,81\%) = Bs. 68.841.946,19 (-)$ se torna $VANF(13\%) = Bs. 71.688.586,03 (-)$



Los valores monetarios del VANF "aumentan" pero presentan signo negativo (-) lo que significa que la inversión financiera en el proyecto genera una "perdida" que aumenta relativamente, lo que refleja la sensibilidad financiera del proyecto.

IVANF (12,81%) = - 0,22 IVANF (13%) = - 0,23.

Los valores del IVANF "aumentan" pero presentan signo negativo (-) lo que significa que cada Boliviano invertido en el proyecto en lugar de genera un aporte financiero al VAN generan un "perdida", situación que refleja la sensibilidad financiera del proyecto.

La TIRF permanece constante en 9,23%, y aún más: $13\% > 9,23\% < 12,81\%$. Este indicador es sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 0,75 a 0,74 lo que no constituye un atractivo para fortalecer la posición financiera del proyecto, reflejando la sensibilidad financiera del proyecto

En el mundo de la Evaluación Financiera: el proyecto es sensible a los cambios propuestos.

ESCENARIO 3: PESIMISTA

- Si operamos en un escenario pesimista y en el mundo de la EVALUACIÓN FINANCIERA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,81% a 13%, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

VANF(12,81 %) = Bs. 101.022.502,39 (-) se torna VANF(13 %) = Bs. 103.519.056,05 (-)

Los valores monetarios del VANF "aumentan" presentando signo negativo (-) lo que refleja la sensibilidad financiera del proyecto a las variaciones propuestas.

IVANF (12,81%) = -0,28 IVANF (13%) = -0,29.

Los valores del IVANF permanecen constante en -0,31 presentando signo negativo (-) lo que muestra la relativa sensibilidad financiera del proyecto a las variaciones propuestas.

La TIRF permanece constante en 7,52 %, y aún más $7,52\% < 12,81\%$ y al 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 0,66 a 0,65, ambos valores siguen siendo menores que 1, lo que muestra la sensibilidad financiera del proyecto a las variaciones propuestas.

3.3 EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA

3.3.1 IDENTIFICACION Y ESTIMACION DE INGRESOS A PRECIOS SOCIALES

Dada la naturaleza y la característica social de los servicios ofrecidos por la PRESA SELLA RUMICANCHA, y sobre la base de la calidad de los resultados obtenidos en el estudio de ingeniería, consideramos que la fuente principal de beneficios generados por el proyecto se sintetizan en:

- Los ingresos generados por la producción agrícola de la zona de influencia del proyecto

Con el propósito de calcular los ingresos financieros y económicos incrementales generados por la presencia del proyecto, se ha empleado información básica referida a precios, rendimientos y costos de cultivos con y sin proyecto la misma que fue proporcionada por los estudios agronómicos realizados.

Para detalles de cálculo de valores financieros y económicos ver Anexos (Costos de Producción Agrícola) y (Ingreso Neto Agrícola).

Para la proyección del Ingreso Neto de la Producción Agrícola, con proyecto – sin proyecto, se ha utilizado la meta establecida del 5% de inflación anual establecida en el Programa Fiscal Financiero del Gobierno del Estado Plurinacional Boliviano.

3.3.2 IDENTIFICACION Y ESTIMACION DE COSTOS A PRECIOS SOCIALES

Los egresos a precios sociales que corresponden a la fase operativa del proyecto, calculados sobre la base de criterios técnicos establecidos por el estudio de ingeniería, y el marco de los instrumentos normativos, metodológicos establecidos por el SNIP, se reflejan en los siguientes tipos de gastos:

- Operación y Mantenimiento.
- Acompañamiento: para un periodo de 3 años (Incluye Costos de Supervisión).
- Supervisión: para un periodo de 2 años.

Cuadro Nº 409: Presupuesto de Operación y Mantenimiento: TESA Sella - Rumicancha

(En Bolivianos)

Ítem	Descripción	Unidad	Valor Economico				
			Cantidad	Precio Unitario	Categ. Cta.	Fact.	
						Conv	Valor Eco
[-]	[Bs]			[Bs / Año]			
OM - 1	Ingeniero civil a cargo de la operación	Mes - Persona	12	5 000.00	M.O.Calificada	1,00	60.000,00
OM - 2	Extensionista agrario	Mes - Persona	12	3 200.00	M.O: Semicalificada	0,43	16.512,00
OM - 3	Personal Administrativo y Chofer	Mes - Persona	12	3 000.00	M.O: Semicalificada	0,43	15.480,00
OM - 4	Ingeniero civil a cargo monitoreo de Instrumentación	Mes - Persona	12	5 000.00	M.O.Calificada	0,43	25.800,00
OM - 5	Computadoras	Pza	1	1 800.00	Importada	1,24	2.232,00
OM - 6	Combustibles, lubricantes, etc.	Mes	12	3 600.00	Nacional	1,00	43.200,00
OM - 7	Material de escritorio	Mes	12	1200	Nacional	1,00	14.400,00
OM - 8	Comunicaciones	Mes	12	1200	Nacional	1,00	14.400,00
OM - 9	Limpieza y mantenimiento de canales, obras de arte, cámaras, etc	Gbl	1	25 000.00	Nacional	1,00	25.000,00
OM - 10	Mantenimiento y reparación de válvulas	Gbl	1	25 000.00	Nacional	1,00	25.000,00
OM - 11	Mantenimiento y reparación compuertas presa	Gbl	1	25 000.00	Nacional	1,00	25.000,00
OM - 12	Sustitución compuertas pequeñas y válvulas derivadores	Pza	50	1200	Nacional	1,00	60.000,00
OM - 13	Camioneta	mes	12	6 500.00	Importada	1,24	96.720,00
OM - 14	Estación Hidro - Meteorológica	Gbl	1	4 200.00	Importada	1,24	5.208,00
OM - 15	Sede Social y Vivero para los regantes	glb	1	52 500.00	Nacional	1,00	52.500,00
			PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M4 - M10)				481.452,00
			PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M4 - M10)				69.174,14
			PRESUPUESTO ANUAL: Bs. (M11 - M20)				505.283,87
			PRESUPUESTO ANUAL: \$us. (M11 - M20)				72.598,26

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, dada las características y particularidades técnicas del proyecto, después del momento Mo, se seguirán desembolsando recursos para los rubros de:

- Supervisión (Anexo 11)
- Capacitación y Asistencia Técnica (Anexo 12)
- Ambiental (Anexo 13)



Dadas las características técnicas del proyecto, se estima que recién a partir de M4 se empezara a desembolsar recursos que cubran los gastos de operación y mantenimiento de la presa.

3.3.3 CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Sobre la base de la identificación y selección de la alternativa tecnológica recomendada, acompañada por su propia estructura de inversión, costos y beneficios, descritos en los numerales anteriores, se hace necesario juzgar la factibilidad y la rentabilidad de la propuesta central del Proyecto TESA "Construcción Presa Sella Rumicancha" tanto desde el punto de vista privado como social.

En estricto apego al marco de instrumentos normativos, metodologías y técnicas establecidas y recomendadas por el Sistema Nacional de Inversión Pública y el reglamento "Presentación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública de la Gobernación del Departamento de Tarija" y el documento "Reglamento Básico de Pre Inversión" (Resolución Ministerial N° 29, 26 de febrero de 2007) se evalúa en el presente documento la Alternativa 1 "Construcción Presa Sella Rumicancha" desde la perspectiva financiera o privada y la económica o social, empleando las tasas de descuento del 12,81 % para el enfoque privado y del 12,67% para el enfoque económico (Resolución Ministerial N° 159 de 22 de Septiembre de 2006).

Asimismo se calcularon indicadores, congruentes con los criterios de evaluación adoptados, tales como:

Cuadro N° 410: INDICADORES SOCIALES

TASA DE DESCUENTO	Criterio Social (S)	
		12,67%
Valor Actual Neto	(VAN)	VANS
	(IVAN)	IVANS
Tasa Interna de Retorno	(TIR)	TIRS
Relación: Beneficio / Costo	(B / C)	B / C
Valor Actual de los Costos	(VAC)	VACS
Costo Anual Equivalente	(CAE)	CAES
Índice: Costo Eficiencia	(ICE)	ICES

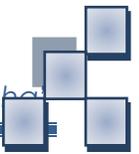
Fuente: Reglamento Básico de Pre Inversión

HORIZONTE DE EVALUACIÓN

Por la naturaleza del proyecto, y las consideraciones normativas previamente citadas, el horizonte de evaluación del proyecto se extenderá desde el Momento 0 hasta el Momento 20, considerado como un horizonte de largo plazo.

Adicionalmente, en el horizonte de evaluación, como parámetros de comparación e información base asumiremos que, de acuerdo a los estudios socioeconómico y agronómico desarrollados para el proyecto:

- El número de regantes beneficiarios en el área de influencia del proyecto alcanza a 839 en el Momento 0.
- El número de personas beneficiarias en el área de influencia del proyecto alcanza a 2.815 en el Momento 0.
- El proyecto comprende un área incremental de riego de 2534 Has.



El criterio de la evaluación social o económica con una tasa de descuento social de 12,67%, se aplicó sobre el desempeño de las variables Inversión, Costos e Ingresos (Ingresos Netos: Con y Sin Proyecto), en el horizonte de evaluación (M0 – M20), las mismas que inicialmente fueron valuadas a precios de mercado para luego determinar sus valores sociales o económicos empleando los criterios de categorización de cuentas y factores de conversión establecidos por el SNIP (Resolución Ministerial N° 159 de 22 de Septiembre de 2006).

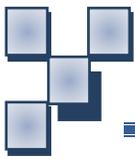
Lo anterior significa que, el flujo de caja social o económica del proyecto, además de la información base mencionada en numeral anterior, está constituido por:

- Inversión Económica: Bs. **131.391.039,94** (M0)
- Costos Económicos : que varían desde Bs. **52.656.692,05** (M1), hasta Bs. **505.283,87** (M20)
- Ingresos Económicos: que varían desde Bs. **0** (M1) hasta Bs. **68.432.159,56** (M20)
- Valor residual de la inversión: Cero.

Sobre la base de las consideraciones previas, el flujo de caja económico - social quedó estructurado tal como se presenta en el cuadro a continuación donde se destaca el hecho, de una primera cifra negativa para el momento de la inversión (M0, M1, M2 y M3), pero siguen saldos positivos para el periodo de operación del proyecto

Cuadro N° 411: EVALUACION ECONOMICA
PROYECTO TESA: CONSTRUCCIÓN PRESA SELLA RUMICANCHA
(En Bolivianos)
Tasa de Descuento : 12,67 %

Componentes	Años											
	M 0	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	
No de Familias beneficiadas	839,00											
No de personas beneficiadas	3.356,00											
Area de riego incremental: Has.	2.533,76											
I. Ingresos del Proyecto	0,00	0,00	0,00	0,00	59.114.272,38	59.114.272,38	62.069.986,00	62.069.986,00	62.069.986,00	62.069.986,00	62.069.986,00	
Valor Residual Económico												
Beneficio por disminución de emigración	0,00	0,00		0,00	16.889.792,11	16.889.792,11	17.734.281,71	17.734.281,71	17.734.281,71	17.734.281,71	17.734.281,71	
Ingr. Económico Neto: Venta de Producción Agrícola		0,00	0,00	0,00	42.224.480,27	42.224.480,27	44.335.704,29	44.335.704,29	44.335.704,29	44.335.704,29	44.335.704,29	
II. Costos Económicos del Proyecto	52.656.692,05	52.656.692,05	57.044.749,73	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	
Costos de Operación y Mantenimiento					481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	481.452,00	
Inversión Económica del Proyecto	131.391.039,94											
Inversión en Obras Civiles	104.656.711,43	49.250.217,15	49.250.217,15	53.354.401,91								
Caminos	11.773.496,22											
Ambiental	418.755,97	197.061,63	197.061,63	213.483,44								
Capacitación y Asistencia Técnica	1.873.606,09	881.696,98	881.696,98	955.171,73								
Supervisión	4.946.397,12	2.327.716,29	2.327.716,29	2.521.692,65								
Indemnización	7.722.073,10											
FLUJO DE FONDOS NETO (Bs) : I - II	-131.391.039,94	-52.656.692,05	-52.656.692,05	-57.044.749,73	58.632.820,38	58.632.820,38	61.588.534,00	61.588.534,00	61.588.534,00	61.588.534,00	61.588.534,00	
Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Factor de Actualización		0,888	0,788	0,699	0,621	0,551	0,489	0,434	0,385	0,342	0,303	
Cifras Actualizadas	-131.391.039,94	-46.735.326,22	-41.479.831,56	-39.883.273,45	36.383.762,49	32.292.324,93	30.105.795,05	26.720.329,32	23.715.566,99	21.048.697,07	18.681.722,79	
VANS (12,67%)	39.248.319,67											
IVANS (12,67%)	0,13											
TIRS (12,67%)	14,58											
Costos actualizados	131.391.039,94	46.735.326,22	41.479.831,56	39.883.273,45	298.758,19	265.162,15	235.344,05	208.879,07	185.390,14	164.542,60	146.039,40	
VACS	261.836.343,55											
Ingresos Actualizados		0,00	0,00	0,00	36.682.520,68	32.557.487,07	30.341.139,10	26.929.208,40	23.900.957,13	21.213.239,66	18.827.762,19	
Suma de ingresos actualizados	301.084.663,22											
Relacion B/C	1,15											
Costo Anual Equivalente: CAES	36.536.368,94											
Indice Costo Eficiencia: ICE												
ICE por Flia. Beneficiada	43.547,52											
ICE por Persona Beneficiada	10.886,88											
ICE por Ha.incremental riego	14.419,82											



Momentos									
M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20

65.173.485,30	65.173.485,30	65.173.485,30	65.173.485,30	65.173.485,30	68.432.159,56	68.432.159,56	68.432.159,56	68.432.159,56	68.432.159,56
18.620.995,80	18.620.995,80	18.620.995,80	18.620.995,80	18.620.995,80	19.552.045,59	19.552.045,59	19.552.045,59	19.552.045,59	19.552.045,59
46.552.489,50	46.552.489,50	46.552.489,50	46.552.489,50	46.552.489,50	48.880.113,97	48.880.113,97	48.880.113,97	48.880.113,97	48.880.113,97
505.283,87									
505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87	505.283,87

64.668.201,43	64.668.201,43	64.668.201,43	64.668.201,43	64.668.201,43	67.926.875,69	67.926.875,69	67.926.875,69	67.926.875,69	67.926.875,69
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,269	0,239	0,212	0,188	0,167	0,148	0,132	0,117	0,104	0,092
17.410.031,02	15.452.233,09	13.714.594,02	12.172.356,46	10.803.547,05	10.071.842,61	8.939.240,80	7.934.002,66	7.041.805,86	6.249.938,64

136.032,98	120.735,76	107.158,74	95.108,50	84.413,33	74.920,86	66.495,83	59.018,22	52.381,49	46.491,07
------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

17.546.063,99	15.572.968,84	13.821.752,77	12.267.464,96	10.887.960,38	10.146.763,46	9.005.736,63	7.993.020,89	7.094.187,35	6.296.429,71
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------



Se estima que la presencia del proyecto, desde la perspectiva país, contribuirá a disminuir la fuerte emigración de recursos humanos, detectada a través de sondeos de campo, y que actualmente experimenta la zona de influencia del proyecto: aproximadamente un 40% del recurso humano – fuerza de trabajo emigra fuera buscando mejores horizontes económicos. La presencia del proyecto motivará a que este recurso humano retorne y permanezca en el área de influencia del proyecto, participando en la producción agrícola y contribuyendo de esta manera a incrementar los ingresos agrícolas, razón por la cual, en la evaluación económica introducimos una nueva fuente de ingresos económicos a la que denominamos “Beneficio por disminución de emigración”. Ver Anexo 36.

Destacan los resultados de los indicadores de rentabilidad económica, donde a una tasa de descuento del 12,67 % anual y en un horizonte de planeamiento de 20 años, alcanzan los siguientes valores:

- VANS: Bs. **39.248.319,67**
- IVANS: **0,13**
- TIRS: **14,58%**
- VACS: Bs. **261.836.343,55**
- B / C : **1,15**
- CAES: Bs. **36.536.368,94**
- ICES por regante beneficiado: Bs. **43.547,52**
- ICES por persona beneficiada: Bs. **10.886,88**
- ICES por Há. Incremental de riego: Bs. **14.419,82**

Como se podrá observar, los indicadores económicos calculados presentan cifras alentadoras y positivas que por su consistencia, de primera instancia y desde la perspectiva económico-social, recomiendan la realización del proyecto

VANS (+)
 TIRS (14,58 %) > 12,67 %
 B/C = 1,15 > 1,00

3.3.4 INDICADORES DE COSTO EFICIENCIA SOCIO ECONOMICOS

Se emplearon en el desarrollo de los cálculos, indicadores de costo eficiencia socio económicos relacionados a:

- El número de regantes beneficiarios
- El número de personas beneficiadas y
- El área incremental de riego, expresada en hectáreas.

Cuadro Nº 412: INDICADORES COSTO EFEICIENCIA SOCIOECONOMICO

Descripcion	Cantidad	Unidad
ICE por Flia. Beneficiada	43.547,52	Bs/Flia.
ICE por persona Beneficiada	10.886,88	Bs/Hbte.
ICE por Ha.incremental riego	14.419,82	Bs/Ha

Fuente: Elaboración Propia

El valor de los indicadores costos eficiencia sociales se encuentran dentro de los rangos establecidos por Ministerio de Planificación del Desarrollo – Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE), “Actualización de los Parámetros Costo Eficiencia para la Economía Boliviana”. La Paz – Bolivia, 2007. Por el valor de los indicadores de elegibilidad a precios sociales del Proyecto, respecto a los valores establecidos por el VIPFE, podemos mencionar que el proyecto es beneficioso tanto para la Comunidad, Municipio, Departamento y el País en su conjunto.



3.3.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD A PRECIOS SOCIALES

Es absolutamente necesario realizar un análisis de la sensibilidad del proyecto, dado que los valores de algunas variables que se han utilizado para desarrollar la evaluación del mismo, pueden experimentar desviaciones o modificaciones en los valores asumidos cuyos efectos pueden ser de consideración.

En este escenario de análisis, considerando tanto el criterio privado como social de evaluación, se ha seleccionado como variables estratégicas:

- La Tasa de descuento: financiera y social
- La variación del Ingreso Neto proveniente de la Producción Agrícola:
- La variación de la Inversión Total

El conjunto de consideraciones anteriores nos ha permitido establecer los siguientes escenarios de análisis:

ESCENARIO PROPUESTO.

- El Valor del Ingreso Neto generado por la Producción Agrícola aumenta en:
 - ▲5% en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).
- Las Tasas de Descuento varía de un
 - 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
 - 12,67 % a un 13 %. (Social)
- La Inversión Total propuesta

En las condiciones establecidas, el proyecto es evaluado tanto desde la perspectiva social como financiera, permitiendo de esta manera la variación del criterio de evaluación.

ESCENARIO OPTIMISTA:

- El Valor del Ingreso Neto generado por la Producción Agrícola aumenta, por encima de los parámetros propuestos en:
 - ▲3 % en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).
- Las Tasas de Descuento varía de un
 - 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
 - 12,67 % a un 13 %. (Social)
- La Inversión Total disminuye por debajo de la inversión propuesta en:
 - ▼3%

ESCENARIO PESIMISTA:

- El valor del Ingreso Neto generado por la Producción Agrícola disminuye, por debajo de los parámetros propuestos en:
 - ▼3 % en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).
- Las Tasas de Descuento varía de un
 - 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
 - 12,67 % a un 13 %. (Social)
- La Inversión Total aumenta por encima de la inversión propuesta en:
 - ▲3%

El resultado de estas combinaciones y escenarios se presentan a continuación:

Cuadro Nº 413: SENSIBILIDAD DEL PROYECTO: PRESA SELLA RUMICANCHA

CUADRO No 14

Criterio de Evaluación e Indicadores: Descripción	ESCENARIO 1 PROPUESTA: ▲ Ingreso Neto Agrícola: 5% Inversión propuesta ▲ Tasas de Descuento	ESCENARIO 2 OPTIMISTA: ▲ Ingreso Neto Agrícola: 3% ▼ Inversión: 3% ▲ Tasas de Descuento	ESCENARIO 3 PESIMISTA: ▼ Ingreso Neto Agrícola: 3 % ▲ Inversión: 3% ▲ Tasas de Descuento
---	---	---	--

CRITERIO ECONÓMICO:	T.D. 12,67%	T.D. 13%	T.D. 12,67%	T.D. 13%	T.D. 12,67%	T.D. 13%
1. Valor Actual Neto Social: VANS	39.248.319,67	31.799.980,60	58.697.026,71	50.798.661,62	20.144.680,94	13.130.666,63
IVANS	0,13	0,11	0,21	0,18	0,07	0,04
2. Tasa Interna de Retorno Social: TIRS	14,58	14,58	15,50	15,50	13,65	13,65
3. Valor Actual de los Costos Sociales: VACS	261.836.343,55	261.046.063,76	254.051.659,42	253.283.183,68	269.621.027,69	268.808.943,83
4. Relación B/C	1,15	1,12	1,23	1,20	1,07	1,05
5. Costo Anual Equivalente Social: CAES	36.536.368,94	37.160.896,13	35.450.102,27	36.055.820,75	37.622.635,60	38.265.971,52
6. Índice Costo Eficiencia Social: ICES						
ICES por Familia Beneficiada	43.547,52	44.291,89	42.252,80	42.974,76	44.842,24	45.609,02
ICES por Persona Beneficiada	10.886,88	11.072,97	10.563,20	10.743,69	11.210,56	11.402,26
ICES por Ha. Incremental de riego	14.419,82	14.666,30	13.991,11	14.230,16	14.848,54	15.102,45

Fuente: Elaboración Propia



Analizando los resultados de los escenarios, en el cuadro anterior, encontramos que:

ESCENARIO 1: PROPUESTA.

- En el mundo de la EVALUACIÓN ECONÓMICA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,67 % a 13 %, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

VANS(12,67%)= Bs. 39.248.319,67 (+) se torna VANS(13%)= Bs. 31.799.980,60 (+)

El valor monetario del VANS se modifica disminuyendo significativamente, aunque, mantiene el signo positivo, situación que muestra la reducida sensibilidad económico- social del proyecto

IVANS (12,81%) = 0,13 IVANS (13%) = 0,11.

El IVANS disminuye, manteniendo el signo positivo, mostrando la poca sensibilidad económico-social del proyecto.

La TIRS permanece constante en 14,58%, donde: 14,58 % > 12,67 % y a 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 1,15 a 1,12, sin embargo mantiene el signo positivo, lo que ratifica la escasa sensibilidad económico- social del proyecto.

En el mundo de la Evaluación Económica, el proyecto es poco sensible.

ESCENARIO 2: OPTIMISTA

- En el mundo de la EVALUACIÓN ECONÓMICA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,67 % a 13 %, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

VANS(12,67 %)= Bs. 58.697.026,71 (+) se torna VANS(13 %)= Bs. 50.798.661,62 (+)

Si bien el valor monetario del VANS se modifica disminuyendo relativamente, todavía se mantiene positivo, situación que es favorable para las perspectivas económicas y sociales del proyecto.

IVANS (12,81%) = 0,21 IVANS (13%) = 0,18

Si bien el IVANF disminuye manteniendo valores positivos, expresa la poca sensibilidad económico-social del proyecto.

La TIRS permanece constante en 15,50 %, donde 15,50 % > 12,67 % y al 13 %, situación esta que fortalece la posición económica y social del proyecto. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas

La Relación B/C disminuye de 1,23 a 1,20 sin embargo, ambos valores son mayores que 1, lo que contribuye a fortalecer la posición económica y social del proyecto. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

En el mundo de la Evaluación Económica, el proyecto es poco sensible.

ESCENARIO 3: PESIMISTA

- En el mundo de la EVALUACIÓN ECONÓMICA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,67 % a 13 %, los indicadores se tornan sensibles, variando como a continuación se describe:



VANS(12,67 %)= Bs. 20.144.680,94 (+) se torna VANS(13 %)= Bs. 13.130.666,63 (+)

El valor monetario del VANS se modifica disminuyendo considerablemente, manteniendo su signo positivo, situación que refleja la alta sensibilidad económica-social del proyecto.

IVANS (12,81%) = 0,07 IVANS (13%) = 0,04.

El IVANS disminuye ligeramente, manteniendo valores positivos reflejando la poca sensibilidad económica-social del proyecto.

La TIRS permanece constante en 13,65 %, donde 13,65 % > 12,67 % y al 13 %.Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 1,07 a 1,05, ambos valores son mayores que 1, mostrando la poca sensibilidad económica-social del proyecto.

Cuando nos desplazamos desde el mundo de la Evaluación Financiera hacia el mundo de la Evaluación Económica y viceversa, lo que ocurría en cada mundo aislado, ahora se repite en este desplazamiento, ratificando la sensibilidad del proyecto.

PRECIOS SOCIALES Y DE MERCADO: para detalles de cálculo de precios sociales y de mercado ver Anexo 1 al 35

El análisis de los resultados de los tres escenarios anteriores nos demuestra que el Proyecto "Construcción Presa Sella Rumicancha", puede ser considerado:

- Como un proyecto sensible a las fluctuaciones de las variables estratégicas analizadas,
- Un proyecto poco atractivo y no rentable financieramente,
- Un proyecto atractivo y rentable económica y socialmente
- Consecuentemente, desde la óptica económica y social, la factibilidad, la rentabilidad (Ver Cuadro N° 14) y los efectos multiplicadores del mismo son esperanzadores y reales, sin embargo de lo anterior, mucho depende del manejo técnico y económico racional que se pueda hacer del mismo.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACION

3.4.1 CONCLUSION

Sobre la base de la información levantada y recopilada sistemáticamente en el Análisis de Situación, Estudios de Mercado y Socioeconómico, antecedentes técnicos del Estudio de la Ingeniería, Elementos económicos, financieros y sociales trabajados en la realización del presente estudio, y el análisis de sensibilidad de las variables estratégicas del proyecto, se concluye que, el proyecto TESA "Construcción Presa Sella Rumicancha" con un fuerte componente tecnológico – social, concebido como un eficaz instrumento para mejorar el nivel de vida de la población comprendida en su área de influencia, es técnica, económica, socialmente factible y rentable.

3.4.1.2 RECOMENDACIONES

Considerando los antecedentes previamente esgrimidos, y respetando las condiciones materiales, tecnológicas, humanas, financieras, económicas y sociales propuestas a lo largo del presente documento, se recomienda que el Proyecto TESA "Construcción Presa Sella Rumicancha" pase al siguiente nivel de INVERSION, dado que desde el punto de vista tecnológico, económico y social es un emprendimiento rentable en el que se debe invertir.

3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

3.5.1 CONCLUSIONES



El Proyecto propuesto en las condiciones estudiadas, con las demandas que se han planteado, justifica su implementación desde el punto de vista Técnico, Económico, Social y Ambiental y muestra solvencia en el mediano y largo plazo, por lo tanto el proyecto a implementar denota la sostenibilidad en el tiempo.

Es importante recalcar que la Construcción Presa Sella - Rumicancha tendrá un impacto importante en el crecimiento económico, lo que implica la generación de empleo sostenible; pero principalmente el generar y sostener un nuevo proceso dinámico de lo que implica el dinamizar el sector agrícola y pecuario de la zona, afirmación dada en función los parámetros y variables identificadas; son sensibles en los resultados financieros del proyecto: como el garantizar los volúmenes de producción, los precios de venta del producto, de la localización y de las condiciones de transporte a los mercados de destino.

Por ende el proyecto logra los objetivos y metas previstas mediante el oportuno financiamiento para la construcción de las obras.

En base a los argumentos antes mencionados se tienen las siguientes conclusiones:

- ❖ Realizado el estudio a Nivel TESA del proyecto "Construcción Presa Sella - Rumicancha" se concluye que es necesario continuar el proyecto con la etapa de ejecución, justificándose la realización del presente proyecto por las aportaciones a mejorar el nivel de vida de la población del área de influencia del mismo, el control de sedimentos, como asimismo el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales de la zona, dado el constante deterioro del medio ambiente y el incremento de las áreas de erosión en todo el Valle Central de Tarija.
- ❖ Desde el punto de vista Socioeconómico se puede concluir que, el proyecto estudiado y/o evaluado responde a los criterios económicos y financieros, por lo que los beneficios del proyecto son los siguientes:
 - Familias beneficiadas directas 839
 - Estas familias mejorarán su calidad de vida al incrementarse la producción agrícola y pecuaria.
- Valor Actual Neto Social **39.248.319,67** Bolivianos
 - Tasa Interna de Retorno Social 14,58 %,

Con estos indicadores el proyecto es sostenible en el período útil del mismo, puesto que se aceptó la mejor alternativa propuesta (**ALTERNATIVA 1**), por lo que se recomienda gestionar el financiamiento para su posterior etapa del proyecto (ejecución).

Además se enfatiza que la implementación del proyecto es factible desde el punto de vista del país en su conjunto asegurando de esta manera los beneficios favorables para los habitantes del área de influencia del proyecto.

- ❖ La construcción de las presas para el almacenamiento del agua de lluvia y la distribución en sistemas de micro riego, permitirá la diversificación de la producción agropecuaria como asimismo la introducción de cultivos de mayor rentabilidad, precios y mejores mercados, que beneficie directamente al productor de la zona.
- ❖ La incorporación de tierras no productivas por la falta de agua y el control de desbordes de los ríos en las riberas agrícolas y un adecuado manejo del uso de la tierra en el componente productivo, el asesoramiento técnico y capacitación al pequeño productor a nivel de finca, permitirá mejor la productividad agropecuaria de la zona de influencia del proyecto, mejorando las condiciones de vida de los pobladores de las comunidades beneficiadas.
- ❖ La concientización de la población beneficiada en el manejo, la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales, permitirá un mejor control de la erosión y el mejoramiento del micro clima.
- ❖ Es importante recomendar a la autoridad competente se otorgue el financiamiento respectivo para llevar adelante la ejecución del presente proyecto, cuyo impacto social y en el medio ambiente, fundamentalmente en el control de sedimentos, fundamentalmente para mejorar el nivel de vida de la población y preservar el medio ambiente y la conservación de la fauna y flora natural de la zona beneficiada del proyecto.

3.5.2 RECOMENDACIONES



- a. De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis del CAES se recomienda la **Alternativa "1"**.
- b. Dada la deficiente infraestructura de esta índole existente en la zona del proyecto y el elevado impacto social que genera este tipo de proyectos, se recomienda no postergar la ejecución del Proyecto.
- c. La ejecución necesariamente debe contar con la participación activa de la Gobernación del Departamento y muy importante de los Beneficiarios del proyecto.
- d. La aplicación de todos los conceptos de Ingeniería y Dirección de Obras, deberán ser aplicados contundentemente, puesto que el éxito de la ejecución de las obras, se deberá a una buena planificación y sobretodo una correcta administración de los recursos en base a lo estipulado en los precios unitarios.
- e. Para la construcción de las presas San Pedrito y Jarcas se recomienda en principio realizar los caminos de acceso para ambas presas para luego iniciar las perforaciones y de esta manera verificar los resultados obtenidos con la tomografía 2d.

ANEXO 2:
**Información topográfica
y su procesamiento.**

DATOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (PROPORSIONADO POR SEDEGIA) DEL EMBALSE "SELLA - RUMICANCHA"

Altura de la presa	Cota	Area parcial (m ²)	Area acum. (m ²)	Volumen parcial (m ³)	Volumen acum. (m ³)	Volumen acum. (hm ³)
0	2 150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	2 151,00	1 744,51	1 744,51	581,50	581,50	0,00
2	2 152,00	616,02	2 360,53	2 044,77	2 626,27	0,00
3	2 153,00	580,86	2 941,38	2 645,64	5 271,91	0,01
4	2 154,00	580,20	3 521,58	3 227,13	8 499,04	0,01
5	2 155,00	619,34	4 140,92	3 827,07	12 326,11	0,01
6	2 156,00	2 458,70	6 599,62	5 322,73	17 648,85	0,02
7	2 157,00	2 551,69	9 151,31	7 840,79	25 489,63	0,03
8	2 158,00	1 864,77	11 016,08	10 069,30	35 558,93	0,04
9	2 159,00	3 358,48	14 374,56	12 658,14	48 217,07	0,05
10	2 160,00	15 586,29	29 960,84	21 696,03	69 913,09	0,07
11	2 161,00	22 120,10	52 080,94	40 514,52	110 427,61	0,11
12	2 162,00	12 956,11	65 037,05	58 439,19	168 866,80	0,17
13	2 163,00	4 581,77	69 618,82	67 314,94	236 181,74	0,24
14	2 164,00	4 765,85	74 384,67	71 988,60	308 170,34	0,31
15	2 165,00	8 123,58	82 508,25	78 411,39	386 581,73	0,39
16	2 166,00	8 368,90	90 877,15	86 659,02	473 240,75	0,47
17	2 167,00	6 429,77	97 306,92	94 073,72	567 314,46	0,57
18	2 168,00	9 218,79	106 525,71	101 881,55	669 196,01	0,67
19	2 169,00	10 301,12	116 826,82	111 636,65	780 832,67	0,78
20	2 170,00	15 340,77	132 167,60	124 418,37	905 251,04	0,91
21	2 171,00	15 444,10	147 611,69	139 818,55	1 045 069,59	1,05
22	2 172,00	13 763,00	161 374,70	154 442,09	1 199 511,67	1,20
23	2 173,00	12 415,32	173 790,02	167 544,02	1 367 055,69	1,37
24	2 174,00	14 025,09	187 815,11	180 757,21	1 547 812,91	1,55
25	2 175,00	16 693,58	204 508,69	196 102,68	1 743 915,58	1,74
26	2 176,00	15 522,30	220 030,99	212 222,53	1 956 138,11	1,96
27	2 177,00	16 933,87	236 964,86	228 445,62	2 184 583,72	2,18
28	2 178,00	20 880,23	257 845,09	247 331,51	2 431 915,24	2,43
29	2 179,00	22 564,77	280 409,86	269 048,61	2 700 963,84	2,70
30	2 180,00	23 195,21	303 605,07	291 930,66	2 992 894,51	2,99
31	2 181,00	26 817,02	330 422,09	316 919,01	3 309 813,52	3,31
32	2 182,00	27 352,18	357 774,27	344 007,55	3 653 821,07	3,65
33	2 183,00	29 432,77	387 207,04	372 393,71	4 026 214,78	4,03
34	2 184,00	34 604,86	421 811,89	404 386,06	4 430 600,84	4,43
35	2 185,00	29 418,85	451 230,74	436 438,68	4 867 039,53	4,87
36	2 186,00	30 903,73	482 134,47	466 597,31	5 333 636,84	5,33
37	2 187,00	32 623,67	514 758,14	498 357,31	5 831 994,15	5,83
38	2 188,00	30 961,61	545 719,75	530 163,60	6 362 157,75	6,36
39	2 189,00	31 704,15	577 423,90	561 497,23	6 923 654,98	6,92

40	2 190,00	28 328,24	605 752,14	591 531,49	7 515 186,47	7,52
41	2 191,00	27 569,32	633 321,46	619 485,67	8 134 672,14	8,13
42	2 192,00	28 176,59	661 498,05	647 358,65	8 782 030,80	8,78
43	2 193,00	30 087,13	691 585,19	676 485,86	9 458 516,66	9,46
44	2 194,00	29 792,57	721 377,76	706 429,12	10 164 945,78	10,16
45	2 195,00	35 234,06	756 611,82	738 924,78	10 903 870,56	10,90

Descripcion	Volumen acumulado[hm ³]	Cota [msnm]	Altura [m]
Nivel de aguas maximas extraordinarias (NAME)	-	2196	46
Nivel de aguas maximas ordinarias (NAMO)	10,16	2194	44
Nivel de aguas minimas de operación (NAMINO)	0,73	2168,5	18,5
Nivel de aguas minimas (NAMIN)	0,07	2160	10
Nivel mas bajo	0,00	2150	0

Descripcion	Volumen [hm ³]	Volumen [m ³]
Volumen de superalmacenamiento	-	-
Volumen util	9,44	9 439 931,43
Volumen minimo de operación	0,66	655 101,25
Volumen muerto	0,07	69 913,09

Ecuaciones para el ajuste de la curva Altura - Superficie

$$H = aA^b$$

$$\log H = \log a + b * \log A$$

Por mínimos cuadrados

$$\sum \log H = n * \log a + b * \sum \log A$$

$$\sum \log A * \log H = \log a * \sum \log A + b * \sum (\log A)^2$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones

$$b = \frac{n * \sum (\log A * \log H) - \sum \log A * \sum \log H}{n * \sum (\log A)^2 - (\sum \log A)^2}$$

$$a = 10^{\frac{\sum \log H - b * \sum \log A}{n}}$$

$$R^2 = \left\{ \frac{n * \sum (\log A * \log H) - \sum \log A * \sum \log H}{\sqrt{[n * \sum (\log A)^2 - (\sum \log A)^2] * [n * \sum (\log H)^2 - (\sum \log H)^2]}} \right\}^2$$

TABLA DE AJUSTE

n	A (m ²)	Altura (H)	logA	logH	(logA) ²	(logH) ²	logA*logH	A ajust. (m ²)
0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
1	1 744,51	1	3,242	0,000	10,508	0,000	0,000	303,07
2	2 360,53	2	3,373	0,301	11,377	0,091	1,015	1 246,89
3	2 941,38	3	3,469	0,477	12,031	0,228	1,655	2 852,07
4	3 521,58	4	3,547	0,602	12,579	0,362	2,135	5 129,93
5	4 140,92	5	3,617	0,699	13,083	0,489	2,528	8 088,48
6	6 599,62	6	3,820	0,778	14,589	0,606	2,972	11 733,96
7	9 151,31	7	3,961	0,845	15,693	0,714	3,348	16 071,52
8	11 016,08	8	4,042	0,903	16,338	0,816	3,650	21 105,50
9	14 374,56	9	4,158	0,954	17,286	0,911	3,967	26 839,72
10	29 960,84	10	4,477	1,000	20,040	1,000	4,477	33 277,53
11	52 080,94	11	4,717	1,041	22,247	1,084	4,912	40 421,95
12	65 037,05	12	4,813	1,079	23,167	1,165	5,194	48 275,74
13	69 618,82	13	4,843	1,114	23,452	1,241	5,395	56 841,40
14	74 384,67	14	4,871	1,146	23,731	1,314	5,583	66 121,26
15	82 508,25	15	4,916	1,176	24,172	1,383	5,782	76 117,46
16	90 877,15	16	4,958	1,204	24,586	1,450	5,971	86 832,03
17	97 306,92	17	4,988	1,230	24,882	1,514	6,138	98 266,84
18	106 525,71	18	5,027	1,255	25,275	1,576	6,311	110 423,67
19	116 826,82	19	5,068	1,279	25,680	1,635	6,480	123 304,21
20	132 167,60	20	5,121	1,301	26,226	1,693	6,663	136 910,04
21	147 611,69	21	5,169	1,322	26,720	1,748	6,835	151 242,67
22	161 374,70	22	5,208	1,342	27,122	1,802	6,991	166 303,56
23	173 790,02	23	5,240	1,362	27,458	1,854	7,135	182 094,07
24	187 815,11	24	5,274	1,380	27,812	1,905	7,279	198 615,52
25	204 508,69	25	5,311	1,398	28,204	1,954	7,424	215 869,18
26	220 030,99	26	5,342	1,415	28,542	2,002	7,559	233 856,27
27	236 964,86	27	5,375	1,431	28,887	2,049	7,693	252 577,95
28	257 845,09	28	5,411	1,447	29,283	2,094	7,831	272 035,35
29	280 409,86	29	5,448	1,462	29,678	2,139	7,967	292 229,56
30	303 605,07	30	5,482	1,477	30,056	2,182	8,098	313 161,63
31	330 422,09	31	5,519	1,491	30,460	2,224	8,231	334 832,57
32	357 774,27	32	5,554	1,505	30,843	2,265	8,359	357 243,37
33	387 207,04	33	5,588	1,519	31,225	2,306	8,485	380 394,99
34	421 811,89	34	5,625	1,531	31,642	2,345	8,615	404 288,35
35	451 230,74	35	5,654	1,544	31,972	2,384	8,731	428 924,35
36	482 134,47	36	5,683	1,556	32,298	2,422	8,845	454 303,86
37	514 758,14	37	5,712	1,568	32,622	2,459	8,957	480 427,75
38	545 719,75	38	5,737	1,580	32,913	2,496	9,063	507 296,83
39	577 423,90	39	5,761	1,591	33,195	2,531	9,167	534 911,91
40	605 752,14	40	5,782	1,602	33,435	2,567	9,264	563 273,78
41	633 321,46	41	5,802	1,613	33,659	2,601	9,357	592 383,21
42	661 498,05	42	5,821	1,623	33,879	2,635	9,448	622 240,95
43	691 585,19	43	5,840	1,633	34,104	2,668	9,539	652 847,74
44	721 377,76	44	5,858	1,643	34,318	2,701	9,628	684 204,28
45	756 611,82	45	5,879	1,653	34,561	2,733	9,719	716 311,28
		Σ	226,102	56,078	1161,830	76,338	294,396	

Aplicando las formulas anteriores

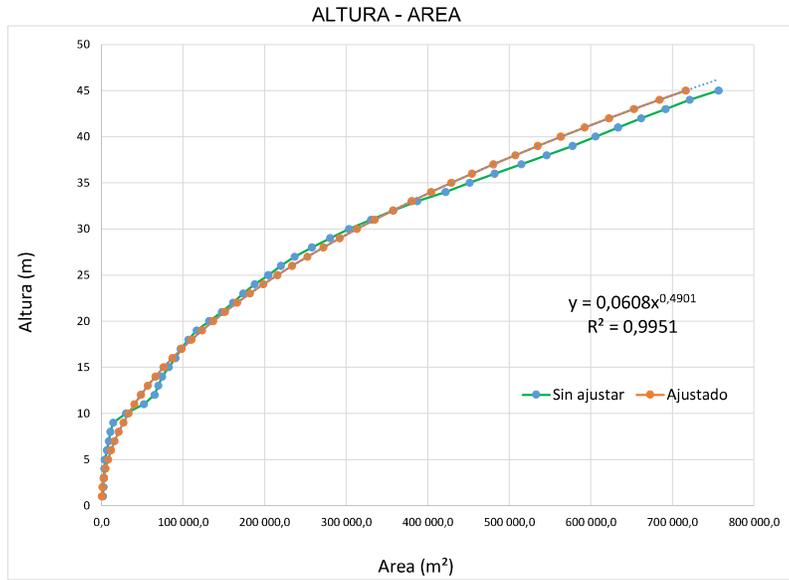
$$H = aA^b$$

a =	0,06080			0,49005
b =	0,49005	H =	0,06080 A	
R ² =	0,95912			

O tambien

$$A = \alpha H^\beta$$

α =	303,07			2,04061
β =	2,041	A =	303,070 H	



Ecuaciones para el ajuste de la curva Altura - Volumen

$$H = cV^d$$

$$\log H = \log c + d * \log V$$

Minimos cuadrados

$$\sum \log H = n * \log c + d * \sum \log V$$

$$\sum \log V * \log H = \log c * \sum \log V + d * \sum (\log V)^2$$

Resolviendo el sistema

$$d = \frac{n * \sum (\log V * \log H) - \sum \log V * \sum \log H}{n * \sum (\log V)^2 - (\sum \log V)^2}$$

$$c = 10^{\frac{\sum \log H - d * \sum \log V}{n}}$$

$$R^2 = \left\{ \frac{n * \sum (\log V * \log H) - \sum \log V * \sum \log H}{\left[\sqrt{n * \sum (\log V)^2 - (\sum \log V)^2} * \sqrt{n * \sum (\log H)^2 - (\sum \log H)^2} \right]} \right\}^2$$

TABLA DE AJUSTE

n	V (acum)	H	logV	logH	(logV) ²	(logH) ²	logV*logH	vol. Ajustado
0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00
1	0,00	1	-3,235	0,000	10,468	0,000	0,000	0,00
2	0,00	2	-2,581	0,301	6,660	0,091	-0,777	0,00
3	0,01	3	-2,278	0,477	5,189	0,228	-1,087	0,00
4	0,01	4	-2,071	0,602	4,288	0,362	-1,247	0,01
5	0,01	5	-1,909	0,699	3,645	0,489	-1,334	0,02
6	0,02	6	-1,753	0,778	3,074	0,606	-1,364	0,03
7	0,03	7	-1,594	0,845	2,540	0,714	-1,347	0,04
8	0,04	8	-1,449	0,903	2,100	0,816	-1,309	0,07
9	0,05	9	-1,317	0,954	1,734	0,911	-1,257	0,09
10	0,07	10	-1,155	1,000	1,335	1,000	-1,155	0,12
11	0,11	11	-0,957	1,041	0,916	1,084	-0,997	0,16
12	0,17	12	-0,772	1,079	0,597	1,165	-0,834	0,21
13	0,24	13	-0,627	1,114	0,393	1,241	-0,698	0,26
14	0,31	14	-0,511	1,146	0,261	1,314	-0,586	0,33
15	0,39	15	-0,413	1,176	0,170	1,383	-0,485	0,40
16	0,47	16	-0,325	1,204	0,106	1,450	-0,391	0,48
17	0,57	17	-0,246	1,230	0,061	1,514	-0,303	0,57
18	0,67	18	-0,174	1,255	0,030	1,576	-0,219	0,67
19	0,78	19	-0,107	1,279	0,012	1,635	-0,137	0,78
20	0,91	20	-0,043	1,301	0,002	1,693	-0,056	0,91
21	1,05	21	0,019	1,322	0,000	1,748	0,025	1,04
22	1,20	22	0,079	1,342	0,006	1,802	0,106	1,19
23	1,37	23	0,136	1,362	0,018	1,854	0,185	1,35
24	1,55	24	0,190	1,380	0,036	1,905	0,262	1,53
25	1,74	25	0,242	1,398	0,058	1,954	0,338	1,72
26	1,96	26	0,291	1,415	0,085	2,002	0,412	1,93
27	2,18	27	0,339	1,431	0,115	2,049	0,486	2,15
28	2,43	28	0,386	1,447	0,149	2,094	0,559	2,38
29	2,70	29	0,432	1,462	0,186	2,139	0,631	2,64
30	2,99	30	0,476	1,477	0,227	2,182	0,703	2,91
31	3,31	31	0,520	1,491	0,270	2,224	0,775	3,19
32	3,65	32	0,563	1,505	0,317	2,265	0,847	3,50
33	4,03	33	0,605	1,519	0,366	2,306	0,919	3,82
34	4,43	34	0,646	1,531	0,418	2,345	0,990	4,16
35	4,87	35	0,687	1,544	0,472	2,384	1,061	4,53
36	5,33	36	0,727	1,556	0,529	2,422	1,131	4,91
37	5,83	37	0,766	1,568	0,586	2,459	1,201	5,31
38	6,36	38	0,804	1,580	0,646	2,496	1,270	5,73
39	6,92	39	0,840	1,591	0,706	2,531	1,337	6,18
40	7,52	40	0,876	1,602	0,767	2,567	1,403	6,64
41	8,13	41	0,910	1,613	0,829	2,601	1,468	7,13
42	8,78	42	0,944	1,623	0,890	2,635	1,532	7,64
43	9,46	43	0,976	1,633	0,952	2,668	1,594	8,18
44	10,16	44	1,007	1,643	1,014	2,701	1,655	8,74
45	10,90	45	1,038	1,653	1,077	2,733	1,715	9,32
		Σ	-9,021	56,078	54,300	76,338	7,022	

Aplicando las formulas

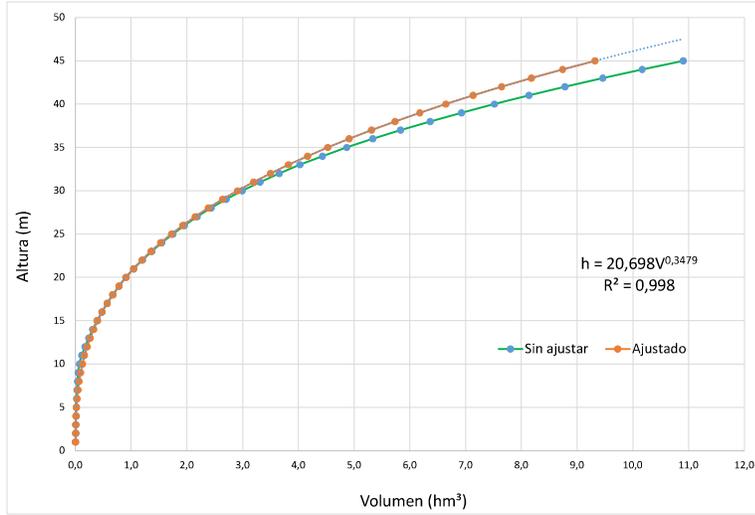
$$H = cV^d$$

c = 20,69758	0,34793
d = 0,34793	H = 20,69758 V
R ² = 0,9844	

O tambien

$$V = \alpha H^\beta$$

$\alpha = 0,00$	2,87412
$\beta = 2,874$	V = 0,00017 H



ANEXO 3:
Información climática,
estacion Sella
Quebradas
(SENHAMI).

RESUMEN CLIMATOLÓGICO
Período Considerado: 1980 - 2023

Estación: SELLA QDAS.
Provincia: MENDEZ
Departamento: TARIJA

Latitud S.: 21° 23' 11"
Longitud W.: 64° 40' 52"
Altura: 2.145 m.s.n.m.

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Precipitación	mm	145,1	122,6	92,5	25,6	4,4	0,8	1,5	3,6	10,6	28,5	59,6	122,1	616,9
Temp. Max. Media	°C	25,9	25,1	24,9	25,2	24,2	24,5	24,1	26,0	26,7	27,3	26,6	26,4	25,6
Temp. Min. Media	°C	13,3	12,9	12,2	10,3	6,2	4,0	3,5	5,2	7,7	10,9	12,2	13,2	9,3
Temp. Media	°C	19,6	19,0	18,6	17,8	15,2	14,2	13,8	15,6	17,2	19,1	19,4	19,8	17,4
Humed. Relativa	%	62,7	65,6	67,3	66,8	59,5	49,8	44,1	43,9	45,0	51,6	55,5	60,4	56
Evapo. Media	mm/día	5,38	4,97	4,50	4,04	3,49	3,29	3,43	4,24	5,04	5,59	5,60	5,60	4,60
V. max. media viento	km/hr	12,5	10,1	9,6	11,3	12,3	11,8	13,0	14,3	16,7	18,1	16,4	13,6	13,3
V. min. media viento	km/hr	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	1,8	1,8	1,9	2,1	2,4	1,9	1,4	1,7
V. media viento	km/hr	6,9	5,7	5,5	6,4	7,1	6,8	7,4	8,1	9,4	10,2	9,2	7,5	7,5

ALTURA DE PRECIPITACION (mm)

Estación: SELLA QDAS.
 Provincia: MENDEZ
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 23' 11"
 Long. W.: 64° 40' 52"
 Altura: 2.145 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1980	107,5	93,7	126,3	20,4	8,4	0	0	1,5	0	10	6	55,2	429,0
1981	135,5	149,5	49,6	4,3	0	0	0	24,1	2	9	48,7	113,1	535,8
1982	98,2	35,5	141,9	50,1	8,9	0	0	0	19,6	8,2	35,5	146,7	544,6
1983	61,7	18,3	12,2	8,9	1,6	0	8,2	0	4,3	21	78,7	113,6	328,5
1984	204,8	141,1	102	2	0	0	0	28,4	1,2	6	73,6		
1985													
1986								0	14,8	24,6	122,7	180,4	
1987	149,7	92,8	45,3	46,2	3,3	1,2	0	1	1,5	21,1	105,1	66,6	533,8
1988	138,2	88,5	201,4	29,5	2,9	1	0,3	1,4	3,6	16,5	40,7	218,8	742,8
1989	93	145,6	101,8	19,1	0	4,3	1,5	0	41,4	21,4	29	80,2	537,3
1990	168,2	120,7	49,4	17,8	3,1	0,4	0	2,8	3,1	17,6	192,3	171,8	747,2
1991	100,7	118,5	171,4	48,1	1,4	0	1,1	1,6	10,7	53,8	10	78,4	595,7
1992	168,1	120,7	45,1	1,4	0,0	0,0	3,0	0,0	5,6	8,1	114,9	117,1	584,0
1993	173,0	60,4	101,3	15,7	2,0	2,1	1,5	5,5	3,3	58,6	60,4	157,0	640,8
1994	74,4	148,7	35,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	49,3	63,4	106,6	504,2
1995	172,2	84,2	133,2	10,3	8,0	0,0	0,0	1,6	18,3	25,0	44,6	168,1	665,5
1996	127,7	115,6	69,4	18,4	36,4	0,0	0,0	9,5	20,0	13,6	71,1	121,6	603,3
1997	107,9	183,0	95,4									55,4	
1998	146,2	103,6	53,0		0,0	0,0	3,3	1,5	4,0	15,5	67,1	58,5	
1999	77,6	85,8	238,5	27,9	3,0	2,3	2,1	1,0	24,1	49,2	32,2	82,1	625,8
2000	258,4	111,7	124,4	26,6	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,2	16,5	101,9	644,1
2001	197,7	153,7	66,1	16,9	4,6	0,0	0,0	2,2	16,0	11,6	27,5	162,5	658,8
2002	74,3	144,6	106,9	22,4	2,5	2,2	0,0	0,0	4,5	91,9	52,2	40,9	542,4
2003	106,2	35,6	101,6	8,5	2,6	0,0	0,0	0,0	15,0	24,8	20,5	151,5	466,3
2004	79,6	90,1	107,3	2,3	17,2	2,4	2,7	3,0	34,4	10,0	40,6	142,5	532,1
2005	90,2	180,8	41,5	20,6	0,0	0,0	2,3	0,0	3,0	16,6	36,6	134,7	526,3
2006	154,0	133,9	97,8	41,3	6,0	0,0	0,0	0,5	6,0	61,0	65,7	82,6	648,8
2007	213,8	57,4	85,6	16,7	7,7	0,0	0,0	4,0	16,6	57,6	113,3	114,4	687,1
2008	207,2	56,1	81,1	22,3	0,0	0,0	0,0	7,5	6,5	34,6	55,8	313,1	784,2
2009	88,8	67,5	78,5	33,2	2,0	0,0	0,0	2,0	1,0	10,0	103,1	138,0	524,1
2010	141,7	226,3	86,0	32,5	16,0	0,0	0,0	0,0	10,0	7,0	41,0	67,0	627,5
2011	80,0	296,5	81,5	31,5	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	35,5	148,5	696,5
2012	213,0	211,5	67,5	67,5	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	26,5	77,0	141,0	806,0
2013	212,0	144,0	88,5	11,5	4,0	8,0	0,0	15,5	3,0	25,5	45,0	144,0	701,0
2014	147,9	125,0	47,5	27,5	4,0	4,0	0,0	6,0	6,0	24,3	69,0	106,0	567,2
2015	322,1	353,2	198,4	148,0	0,0	0,0	9,5	0,0	6,0	71,0	80,5	139,5	1328,2
2016	183,8	125,3	28,7	14,1	0,0	1,0	0,0	11,7	15,5	76,5	83,7	51,9	592,2
2017	92,6	65,6	138,0	33,5	0,0	0,0	1,6	0,0	22,6	13,9	44,2	83,0	495,0
2018	205,5	138,7	81,8	11,4	3,0	0,0	0,0	5,5	17,2	69,8	36,5	226,9	796,3
2019	129,1	117,7	55,3	35,3	8,3	0,0	16,2	9,6	0,0	42,1	79,6	53,7	546,9
2020	115,6	78,9	101,5	5,5	2,1	4,1	0,0	0,0	23,3	19,0	67,8	102,2	520,0
2021	192,4	118,0	73,9	26,0	6,7	0,0	7,6	0,0	21,8	8,2	68,3	133,1	656,0
2022	183,7	89,1	74,8	14,5	4,6	0,0	1,0	0,3			3,2	123,9	
2023	100,2		100,2	32,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	20,9	43,0	134,9	
MEDIA	145,1	122,6	92,5	25,6	4,4	0,8	1,5	3,6	10,6	28,5	59,6	122,1	616,9

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (°C)

Estación: SELLA QDAS.
 Provincia: MENDEZ
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 23' 11"
 Long. W.: 64° 40' 52"
 Altura: 2.145 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1991			22,5		26,4	23,7	24,3			26,0	24,2	28,4	
1992	23,9							23,5	24,5	26,7	25,1	25,5	
1993	25,2	23,5	24,7	26,5	27,1	25,3	23,9	24,6	25,9	27,1	26,6	25,6	25,5
1994	25,0	24,8	23,7	26,5	27,6	26,8	24,7	25,9	28,7	27,4	26,5	27,9	26,3
1995	26,3	25,5	25,2	27,2	24,3	28,0	27,0	28,2	26,2	27,0	25,5	26,3	26,4
1996	26,1	26,0	22,5	25,3	24,4	25,0	23,2	25,0	25,8	25,2	26,2	25,7	25,0
1997	26,1												
1998					23,1	23,7	23,5	24,8	25,5	26,6	25,6	26,0	
1999	25,0	26,1	24,6	21,9	22,2	21,6	21,8	24,7	27,6	23,1	23,0	24,8	23,8
2000	25,7	26,5	25,2	25,2	23,3	24,8	22,0	25,8	25,3	28,1	27,4	27,2	25,5
2001	26,9	25,3	25,7	25,5	23,6	21,4	24,9	27,6	26,3	27,2	27,8	26,0	25,7
2002	27,2	24,2	27,1	25,1	26,4	23,7	23,0	27,0	27,7	29,0	28,6	28,4	26,5
2003	27,6	28,3	25,1	25,7	24,8	25,5	22,4	23,9	27,4	27,4	28,4	27,9	26,2
2004	27,1	25,3	25,8	26,0	19,1	23,9	23,9	25,8	27,1	28,6	25,9	26,9	25,5
2005	26,9	24,4	25,4	25,7	28,0	29,4	25,3	28,0	23,9	27,3	28,1	28,0	26,7
2006	26,2	25,4	26,5	24,6	22,1	25,3	27,1	26,6	26,2		25,6	28,2	
2007	26,5	27,0	26,7	26,3	22,6	25,4	24,1	24,8	27,1	28,7	25,8	25,2	25,8
2008	23,9	24,1	23,6	23,9	22,9	21,9	25,2	25,3	23,9	26,1	25,5	22,4	24,0
2009	24,2	24,7	23,9	23,6	24,8	22,8	22,6	26,1	25,0	28,8	31,1	25,3	25,2
2010	25,8	26,2	26,2	23,9	22,7	24,1	21,0	24,5	27,8	25,2	26,7	27,6	25,1
2011	25,9	22,6	22,7	24,7	22,9	22,6	24,8	25,5	27,0	26,9	27,0	24,5	24,8
2012	24,8	25,1	24,9	24,1	23,8	23,4	23,2	26,7	28,8	28,9	26,2	29,8	25,8
2013	25,4	24,9	23,8	26,4	25,6	25,4	25,5	25,1	26,8	28,1	28,1	26,5	26,0
2014	25,6	24,8	25,7	25,4	24,7	24,8	23,9	26,9	29,3	29,2	26,5	27,4	26,2
2015	25,7	25,5	25,8	24,0	24,6	25,4	25,3	29,0	28,9	28,3	27,3	29,1	26,6
2016	29,3	28,8	25,2	29,1	22,0	19,9	25,0	25,6	24,2	26,6	25,3	27,5	25,7
2017	27,0	25,8	25,0	22,5	24,9	25,3	25,1	27,5	26,7	28,1	26,6	26,0	25,9
2018	24,7	22,8	24,1	26,7	26,2	23,3	25,1	24,9	29,1	25,6	24,8	24,7	25,2
2019	26,0	24,0	23,9	24,0	24,5	27,3	23,2	24,8	27,9	27,2	27,8	25,6	25,5
2020	26,5	24,4	25,5	25,5	25,9	26,8	25,6	25,8	26,6	27,8	26,5	25,7	26,1
2021	24,7	24,0	22,7	23,8	24,0	23,6	23,8	26,9	28,3	27,5	25,6	25,3	25,0
2022	26,7	25,5	25,4	26,8	23,2	25,3	28,5	26,2			25,9	24,9	
2023	25,1	23,4	25,2	25,0	25,2	24,3	25,5	28,6	30,1	30,8	28,8	27,5	26,6
MEDIA	25,9	25,1	24,9	25,2	24,2	24,5	24,1	26,0	26,7	27,3	26,6	26,4	25,6

TEMPERATURA MINIMA MEDIA (°C)

Estación: SELLA QDAS.
 Provincia: MENDEZ
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 23' 11"
 Long. W.: 64° 40' 52"
 Altura: 2.145 m.s.n.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1991			13,171		8,2806	6,4	5,0167			9,6	12,7	14,3
1992	13,6							4,8	7,0	11,0	11,1	13,7
1993	13,0	10,6	12,4	10,8	6,6	5,5	3,6	5,8	6,0	11,7	12,2	13,3
1994	13,2	13,1	10,9	10,6	8,7	4,8	3,9	6,3	10,2	12,5	12,7	13,4
1995	13,7	12,6	12,7	8,3	6,3	5,2	5,8	6,4	8,1	10,3	12,6	12,4
1996	13,4	13,2	11,0	11,1	7,4	2,4	3,2	6,5	6,7	8,4	12,4	13,1
1997	13,6											
1998					5,1	3,6	3,9	5,2	6,5	10,0	12,0	11,3
1999	12,4	12,5	12,8	9,0	5,8	1,7	1,7	3,9	8,4	9,7	10,0	12,7
2000	13,2	12,7	12,3	9,9	4,3	4,8	1,3	5,8	6,0	11,6	10,9	12,6
2001	12,8	12,9	12,1	10,0	4,0	2,6	3,5	6,1	7,7	11,2	12,0	11,5
2002	12,6	12,5	12,7	9,7	7,1	2,4	2,8	6,1	6,5	11,7	10,9	13,5
2003	13,1	12,4	12,2	9,1	8,6	5,8	4,0	4,3	7,9	12,1	13,0	14,3
2004	14,9	13,2	12,6	11,4	3,3	2,5	6,1	6,9	8,8	11,5	12,1	13,3
2005	13,0	12,4	12,0	11,5	8,2	5,5	2,7	6,8	5,4	10,9	12,8	13,5
2006	13,8	13,4	13,3	10,6	6,6	6,1	6,0	5,4	6,5		12,8	15,0
2007	15,0	14,2	13,8	10,9	5,0	5,3	2,8	3,5	9,3	12,4	11,6	13,2
2008	14,0	12,0	12,0	9,1	3,9	1,6	4,4	4,7	5,9	10,8	12,6	13,2
2009	12,6	13,2	12,0	10,6	6,8	1,4	2,8	4,4	6,7	10,5	15,2	14,8
2010	13,9	14,0	13,6	9,5	5,6	3,9	1,2	4,3	9,0	10,2	11,0	13,8
2011	13,9	13,4	12,4	10,6	5,6	4,2	3,9	4,5	7,6	10,8	12,9	12,8
2012	12,9	12,8	12,3	12,0	8,3	2,6	3,3	5,4	9,6	10,2	12,9	14,4
2013	12,9	13,2	11,8	8,4	7,0	5,4	3,5	3,7	5,8	9,0	11,8	12,7
2014	12,2	12,7	11,2	9,8	5,5	4,2	1,4	4,7	9,6	11,5	12,2	11,7
2015	13,2	13,3	12,6	12,1	6,1	4,6	3,0	6,1	8,6	9,8	12,0	13,8
2016	13,1	13,4	12,8	13,6	7,8	3,3	3,6	5,4	6,7	10,7	11,5	13,2
2017	13,4	13,1	12,5	10,0	7,5	3,5	4,2	5,4	9,0	10,7	12,5	13,9
2018	13,4	12,8	11,7	10,5	7,1	4,5	4,9	4,1	8,3	11,9	13,1	13,0
2019	13,9	12,1	12,4	10,6	6,1	5,4	3,9	3,8	8,1	10,8	12,9	12,4
2020	13,9	13,4	12,4	9,9	5,6	5,8	2,8	6,1	8,3	11,8	12,6	12,8
2021	13,0	13,1	11,3	10,3	5,3	2,7	3,7	4,0	9,2	10,7	12,5	13,8
2022	13,1	12,5	10,9	9,1	5,2	2,8	6,5	4,1			9,5	12,4
2023	12,5	11,9	11,9	9,0	6,6	3,1	4,0	6,3	9,2	11,0	14,2	14,7
MEDIA	13,3	12,9	12,2	10,3	6,2	4,0	3,5	5,2	7,7	10,9	12,2	13,2

EVAPORACION MEDIA (mm/dia)

Estación: SELLA QDAS.
 Provincia: MENDEZ
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 23' 11"
 Long. W.: 64° 40' 52"
 Altura: 2.145 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1991			3,7		3,7	3,1	3,4			5,3	4,9	6,0	
1992	4,7							3,8	4,6	5,4	5,3	5,2	
1993	5,2	4,8	4,4	4,3	3,9	3,4	3,4	4,0	5,0	5,4	5,6	5,3	4,6
1994	5,1	4,9	4,7	4,3	3,9	3,6	3,5	4,1	5,3	5,4	5,6	6,0	4,7
1995	5,4	5,1	4,5	4,6	3,5	3,7	3,7	4,6	4,8	5,5	5,3	5,7	4,7
1996	5,4	5,2	4,5	4,0	3,4	3,4	3,3	4,3	4,9	5,9	5,5	5,4	4,6
1997	5,6												
1998					3,4	3,2	3,3	4,0	4,8	5,5	5,3	5,7	
1999	5,3	5,3	4,4	3,5	3,2	3,0	3,1	4,1	5,1	4,7	4,9	5,2	4,3
2000	5,4	5,3	4,6	4,1	3,4	3,3	3,2	4,2	4,8	5,7	6,0	5,9	4,7
2001	5,7	5,0	4,7	4,1	3,5	3,0	3,5	4,5	4,9	5,5	6,0	5,7	4,7
2002	5,9	4,8	5,0	4,1	3,8	3,2	3,3	4,3	5,3	5,9	6,3	6,1	4,8
2003	5,9	5,9	4,6	4,2	3,4	3,4	3,2	3,9	5,1	5,4	6,1	5,8	4,7
2004	5,5	5,0	4,7	4,1	2,9	3,2	3,3	4,1	5,0	5,8	5,5	5,8	4,6
2005	5,7	4,9	4,7	4,1	4,0	3,9	3,6	4,5	4,6	5,5	5,9	6,0	4,8
2006	5,4	5,0	4,8	3,9	3,1	3,3	3,7	4,3	5,0		5,2	5,9	
2007	5,3	5,3	4,7	4,2	3,3	3,4	3,4	4,1	5,0	5,8	5,5	5,3	4,6
2008	4,7	4,8	4,2	3,9	3,4	3,0	3,5	4,1	4,6	5,3	5,3	4,4	4,3
2009	5,0	4,8	4,3	3,7	3,5	3,1	3,2	4,3	4,7	6,0	6,5	5,0	4,5
2010	5,3	5,1	4,7	3,9	3,3	3,3	3,1	4,0	5,1	5,1	5,8	5,8	4,5
2011	5,3	4,2	3,9	3,9	3,3	3,0	3,5	4,2	5,1	5,5	5,7	5,1	4,4
2012	5,1	4,9	4,5	3,7	3,3	3,2	3,3	4,4	5,4	6,0	5,5	6,4	4,6
2013	5,3	4,9	4,3	4,4	3,7	3,4	3,6	4,1	5,1	5,9	6,1	5,7	4,7
2014	5,5	4,9	4,8	4,2	3,6	3,3	3,4	4,4	5,4	6,0	5,6	6,1	4,8
2015	5,4	5,0	4,7	3,7	3,6	3,4	3,6	4,7	5,4	5,9	5,9	6,3	4,8
2016	6,4	5,9	4,5	4,5	3,0	2,7	3,5	4,2	4,5	5,4	5,3	5,9	4,6
2017	5,7	5,1	4,5	3,5	3,6	3,4	3,5	4,5	4,9	5,8	5,6	5,4	4,6
2018	5,0	4,3	4,4	4,3	3,7	3,1	3,5	4,1	5,5	5,0	5,0	5,1	4,4
2019	5,3	4,7	4,2	3,7	3,5	3,6	3,3	4,1	5,2	5,5	5,9	5,4	4,5
2020	5,5	4,7	4,6	4,1	3,8	3,5	3,6	4,2	5,0	5,6	5,6	5,4	4,6
2021	5,1	4,6	4,1	3,8	3,5	3,2	3,3	4,4	5,2	5,6	5,3	5,2	4,4
2022	5,6	5,1	4,8	4,4	3,4	3,4	3,9	4,3			5,8	5,3	
2023	5,3	4,7	4,7	4,1	3,6	3,3	3,6	4,6	5,6	6,4			
MEDIA	5,4	5,0	4,5	4,0	3,5	3,3	3,4	4,2	5,0	5,6	5,6	5,6	4,6

ANEXO 4:
**Cálculo de caudales
medios mensuales.**

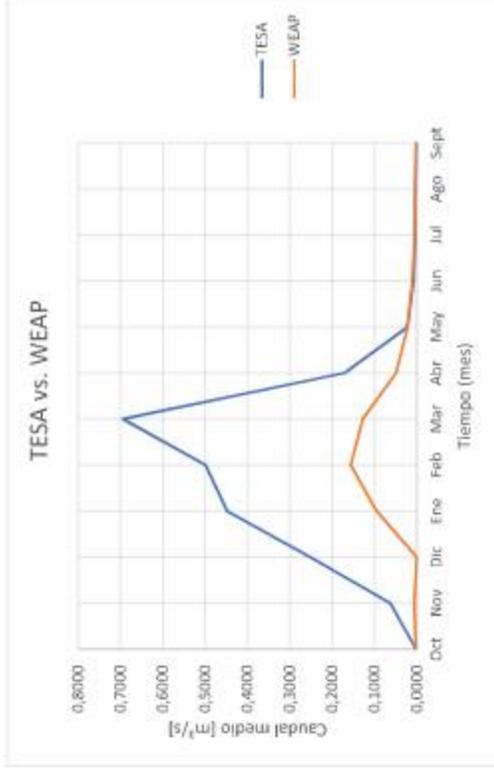
2 019	428 195,00	522 443,00	331 844,00	177 524,00	82 480,40	41 174,90	21 157,90	11 850,20	6 390,26	7 730,50	23 756,30	77 919,40
2 020	260 174,00	250 876,00	190 773,00	98 391,40	46 229,60	22 556,00	11 751,40	6 106,11	4 769,47	8 989,58	17 214,10	61 954,90
Vol medio (m3)	520 487,52	784 891,39	649 078,37	215 783,67	81 873,09	38 558,52	18 565,57	9 258,33	5 977,37	8 751,93	24 372,87	169 181,60
Desv.	395 019,78	602 867,28	456 130,13	129 487,69	32 485,77	14 538,95	6 536,97	2 773,05	1 484,27	4 745,36	13 511,61	249 651,58
% Probabilidad	0,75											
Vol 75% (m3)	254 050,73	378 263,59	341 423,27	128 445,55	59 961,78	28 752,15	14 156,45	7 387,94	4 976,24	5 551,23	15 259,43	794,17
% Probabilidad	0,5											
Vol 50% (m3)	520 487,52	784 891,39	649 078,37	215 783,67	81 873,09	38 558,52	18 565,57	9 258,33	5 977,37	8 751,93	24 372,87	169 181,60
% Probabilidad	0,25											
Vol 25% (m3)	786 924,32	1 191 519,19	956 733,46	303 121,79	103 784,41	48 364,90	22 974,69	11 128,73	6 978,49	11 952,63	33 486,31	337 569,03

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AÑO SECO													
$Q_{mm75\%}$ (m ³ /s)	0,09	0,16	0,13	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
$Q_{mm75\%}$ (l/s)	94,85	156,36	127,47	49,55	22,39	11,09	5,29	2,76	1,92	2,07	5,89	0,30	
AÑO PROMEDIO													
$Q_{mm50\%}$ (m ³ /s)	0,19	0,32	0,24	0,08	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	
$Q_{mm50\%}$ (l/s)	194,33	324,44	242,34	83,25	30,57	14,88	6,93	3,46	2,31	3,27	9,40	63,17	
AÑO HUMEDO													
$Q_{mm25\%}$ (m ³ /s)	0,29	0,49	0,36	0,12	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	
$Q_{mm25\%}$ (l/s)	293,80	492,53	357,20	116,95	38,75	18,66	8,58	4,15	2,69	4,46	12,92	126,03	
VOLUMEN DE APORTE DE LA CUENCA													
$V_{mm75\%}$ (m ³)	1 239 022,52											$V_{mm25\%}$ (m ³)	3 814 537,94
	$V_{mm50\%}$ (m ³)											2 526 780,23	

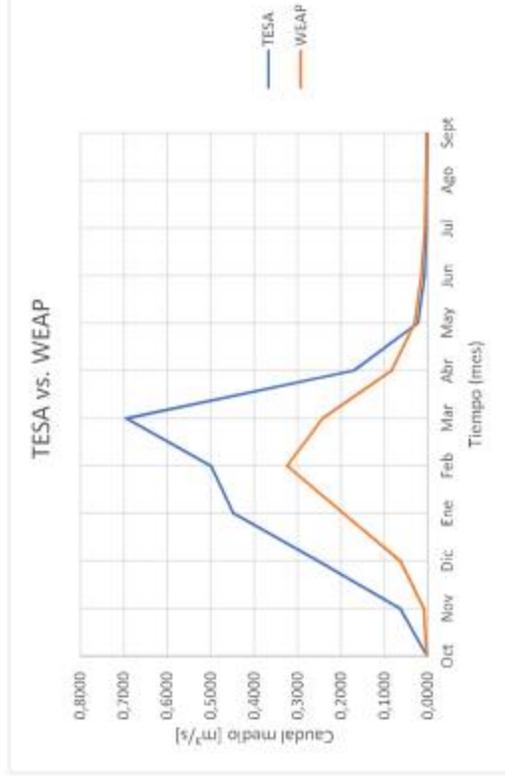
CAUDALES MEDIOS RUMICANCHA (75% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km ²)	28,94	31,47		
Oct	0,0019	0,0021	5 123,60	5 551,23
Nov	0,0631	0,0059	163 624,72	15 259,43
Dic	0,2525	0,0003	676 315,52	794,17
Ene	0,4476	0,0969	1 198 922,97	254 050,73
Feb	0,4993	0,1564	1 207 847,95	378 263,59
Mar	0,6944	0,1275	1 859 867,68	341 423,27
Abr	0,1703	0,0496	441 290,92	128 445,55
May	0,0230	0,0224	61 483,23	59 961,78
Jun	0,0077	0,0111	19 833,30	28 752,15
Jul	0,0038	0,0053	10 247,20	14 156,45
Ago	0,0038	0,0028	10 247,20	7 387,94
Sept	0,0019	0,0019	4 958,32	4 976,24
Suma	2,17	0,48	5 659 762,63	1 239 022,52
Promedio	0,18	0,04	471 646,89	103 251,88



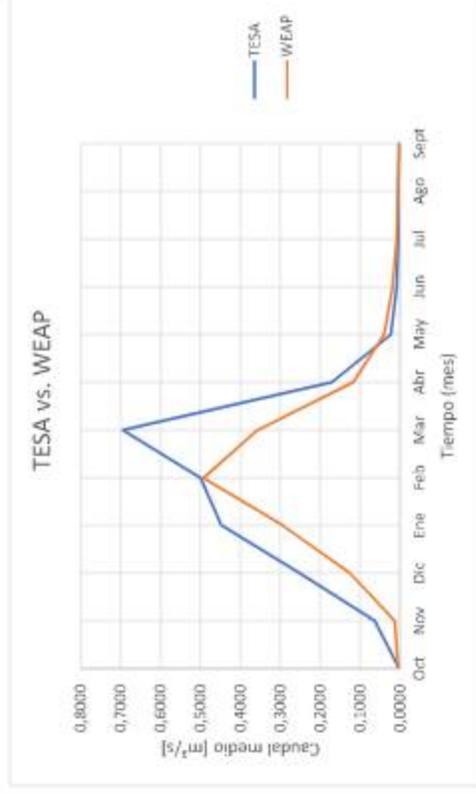
CAUDALES MEDIOS RUMICANCHA (50 % DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km ²)	28,94	31,47		
Oct	0,0019	0,0033	5 123,60	8 751,93
Nov	0,0631	0,0094	163 624,72	24 372,87
Dic	0,2525	0,0632	676 315,52	169 181,60
Ene	0,4476	0,1963	1 198 922,97	520 487,52
Feb	0,4993	0,3244	1 207 847,95	784 891,39
Mar	0,6944	0,2423	1 859 867,68	649 078,37
Abr	0,1703	0,0832	441 290,92	215 783,67
May	0,0230	0,0306	61 483,23	81 873,09
Jun	0,0077	0,0149	19 833,30	38 558,52
Jul	0,0038	0,0069	10 247,20	18 565,57
Ago	0,0038	0,0035	10 247,20	9 258,33
Sept	0,0019	0,0023	4 958,32	5 977,37
Suma	2,17	0,98	5 659 762,63	2 526 780,23
Promedio	0,18	0,08	471 646,89	210 565,02

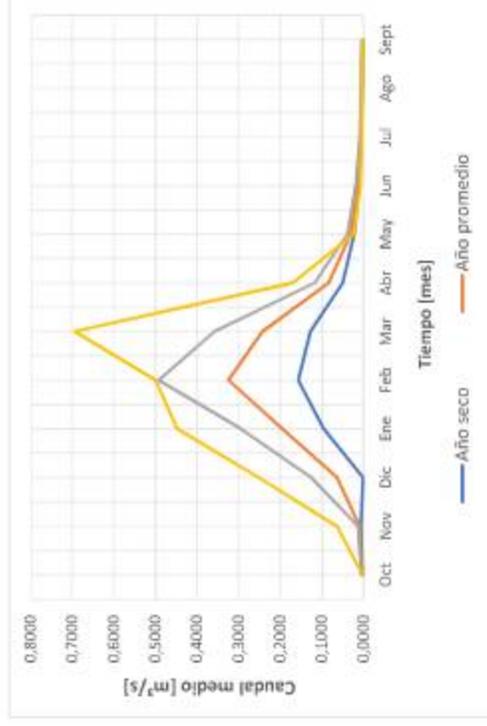


CAUDALES MEDIOS RUMICANCHA (25 % DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m³/s]		Aporte medio [m³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	28,94	31,47		
Oct	0,0019	0,0045	5 123,60	11 952,63
Nov	0,0631	0,0129	163 624,72	33 486,31
Dic	0,2525	0,1260	676 315,52	337 569,03
Ene	0,4476	0,2938	1 198 922,97	786 924,32
Feb	0,4993	0,4925	1 207 847,95	1 191 519,19
Mar	0,6944	0,3572	1 859 867,68	956 733,46
Abr	0,1703	0,1169	441 290,92	303 121,79
May	0,0230	0,0387	61 483,23	103 784,41
Jun	0,0077	0,0187	19 833,30	48 364,90
Jul	0,0038	0,0086	10 247,20	22 974,69
Ago	0,0038	0,0042	10 247,20	11 128,73
Sept	0,0019	0,0027	4 958,32	6 978,49
Suma	2,17	1,48	5 659 762,63	3 814 537,94
Promedio	0,18	0,12	471 646,89	317 878,16



ÁREA [km²]	Caudal medio [m³/s]		
	Año seco	Año promedio	Año húmedo
28,94	0,0021	0,0033	0,0045
31,47	0,0059	0,0094	0,0129
TESA	0,0003	0,0632	0,1260
WEAP	0,0949	0,1943	0,2938
TESA	0,1564	0,3244	0,4925
WEAP	0,1275	0,2423	0,3572
TESA	0,0496	0,0832	0,1169
WEAP	0,0224	0,0306	0,0387
TESA	0,0111	0,0149	0,0187
WEAP	0,0053	0,0069	0,0086
TESA	0,0028	0,0035	0,0042
WEAP	0,0019	0,0023	0,0027
Volumen [m³]	1 239 022,52	2 526 780,23	3 814 537,94
TESA	0,0019	0,0019	0,0019
WEAP	0,0019	0,0019	0,0019



VOLUMENES MEDIOS MENSUALES (TRASVASE CHAUPICANCHA)

Nº de días :	31	28	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					
1980	1 414 990,00	1 636 881,00	1 903 229,00	472 719,00	185 927,00	84 870,90	46 250,70	23 637,00	13 264,10	15 409,00	23 427,10	63 266,90					
1981	728 040,00	3 304 800,00	1 568 099,00	559 557,00	183 432,00	82 696,70	47 413,10	26 606,10	16 654,90	13 919,20	43 902,40	357 127,00					
1982	636 561,00	568 730,00	1 255 800,00	655 946,00	224 376,00	98 710,40	50 647,60	22 031,10	13 759,00	17 105,90	33 472,70	497 421,00					
1983	670 346,00	376 897,00	155 596,00	63 053,00	22 465,70	11 468,70	15 621,00	10 928,90	8 537,40	10 283,50	34 612,50	120 747,00					
1984	1 896 370,00	2 214 093,00	5 103 070,00	532 653,00	208 047,00	91 021,40	47 789,90	35 026,70	23 682,50	21 782,40	69 306,60	222 396,00					
1985	390 406,00	2 346 760,00	936 753,00	391 078,00	141 069,00	62 870,40	36 933,10	25 914,90	17 958,00	19 753,70	86 396,50	792 126,00					
1986	730 472,00	2 748 010,00	1 694 401,00	780 030,00	216 331,00	94 721,70	50 349,30	22 684,50	14 224,70	17 959,40	122 247,00	1 312 550,00					
1987	2 610 120,00	1 492 538,00	638 037,00	396 130,00	152 607,00	71 437,50	39 636,60	18 614,20	10 797,90	12 195,80	114 757,00	245 478,00					
1988	944 120,00	1 098 832,00	3 742 790,00	837 877,00	261 315,00	127 025,00	69 394,20	31 824,60	15 432,50	12 589,10	22 062,60	728 318,00					
1989	904 631,00	799 178,00	1 380 784,00	608 410,00	189 286,00	90 778,70	51 775,10	23 894,40	19 031,40	24 458,90	35 379,20	110 904,00					
1990	718 283,00	1 533 930,00	911 132,00	275 011,00	103 577,00	47 011,30	30 699,70	16 432,30	10 217,60	10 401,00	199 936,00	977 067,00					
1991	1 332 940,00	2 007 750,00	3 642 486,00	726 666,00	215 225,00	93 778,00	50 303,80	23 814,90	13 332,00	24 590,80	37 406,20	88 347,10					
1992	1 007 510,00	1 785 319,00	654 466,00	196 894,00	72 207,90	29 280,70	22 829,30	13 444,20	9 729,75	9 364,75	53 732,70	358 893,00					
1993	1 193 820,00	1 141 081,00	1 732 102,00	482 916,00	168 547,00	74 936,90	44 337,60	23 231,00	12 853,30	28 966,50	73 334,40	596 150,00					
1994	808 502,00	1 446 030,00	728 935,00	193 821,00	69 264,90	29 380,90	22 020,20	13 577,20	12 226,90	28 083,70	79 115,80	208 284,00					
1995	1 536 250,00	1 232 906,00	1 776 167,00	368 047,00	169 294,00	76 309,60	41 417,30	19 242,20	14 490,50	20 050,40	38 166,00	299 704,00					
1996	900 111,00	931 008,00	1 016 218,00	392 782,00	239 593,00	114 062,00	60 796,00	30 578,50	22 035,10	17 943,60	65 190,00	440 551,00					
1997	849 134,00	3 931 910,00	2 173 737,00	607 122,00	200 254,00	89 932,40	47 074,40	21 535,80	15 169,50	15 203,00	33 998,10	63 632,40					
1998	277 932,00	481 389,00	334 037,00	157 038,00	66 378,90	30 068,10	22 172,50	12 150,30	8 204,54	8 745,05	40 929,30	107 246,00					
1999	417 282,00	826 041,00	3 157 650,00	785 176,00	245 218,00	115 277,00	62 441,40	29 096,60	22 387,00	35 391,30	44 671,70	105 489,00					
2000	1 671 720,00	1 896 450,00	2 223 980,00	608 241,00	191 723,00	85 970,30	47 917,90	22 922,40	11 590,30	9 962,53	12 766,30	87 301,40					
2001	840 470,00	2 994 460,00	1 352 618,00	359 430,00	136 747,00	64 087,20	37 282,60	18 179,40	12 522,80	14 384,70	21 294,20	268 639,00					
2002	299 109,00	506 640,00	1 066 705,00	321 746,00	116 889,00	52 314,50	31 982,50	15 337,10	8 642,42	42 873,20	77 435,40	92 064,40					
2003	334 584,00	359 308,00	878 872,00	273 235,00	110 408,00	47 605,30	28 798,60	14 205,50	9 481,66	13 922,30	28 816,40	289 792,00					
2004	715 365,00	637 630,00	797 356,00	289 516,00	125 603,00	61 077,60	36 190,30	18 075,10	16 474,40	16 463,00	29 372,20	280 019,00					
2005	657 084,00	2 204 600,00	924 732,00	314 528,00	114 834,00	47 904,00	29 803,70	14 857,00	9 194,26	8 267,31	17 946,30	242 545,00					
2006	2 136 730,00	2 680 480,00	1 991 019,00	674 363,00	234 010,00	103 827,00	53 304,40	23 542,10	12 282,00	29 819,80	78 148,40	179 376,00					
2007	2 026 950,00	1 155 145,00	1 016 133,00	342 016,00	139 459,00	63 607,80	36 720,20	18 351,90	13 166,30	24 017,40	153 523,00	747 278,00					
2008	2 918 600,00	1 571 397,00	2 043 864,00	629 965,00	202 366,00	95 880,00	51 033,60	24 425,70	13 817,70	14 179,60	45 565,20	3 609 340,00					
2009	2 787 730,00	1 267 636,00	1 151 981,00	554 711,00	180 804,00	82 883,00	46 551,70	22 630,20	14 856,50	13 302,10	33 403,00	437 678,00					
2010	852 337,00	3 669 540,00	1 388 642,00	358 961,00	166 906,00	78 220,50	44 361,40	21 696,10	12 433,40	10 098,30	10 689,30	32 714,80					
2011	152 109,00	3 862 990,00	2 459 324,00	802 150,00	256 413,00	112 387,00	58 254,30	25 979,20	12 780,30	14 773,40	23 984,00	646 476,00					
2012	3 034 820,00	4 315 270,00	1 609 264,00	1 148 822,00	268 055,00	119 926,00	63 138,80	28 307,60	13 578,30	14 605,50	76 929,10	237 329,00					
2013	2 023 810,00	2 718 850,00	1 309 497,00	336 041,00	130 503,00	63 683,70	39 146,00	23 099,80	15 541,70	14 406,10	26 490,90	305 090,00					
2014	1 137 260,00	1 743 296,00	742 410,00	282 164,00	109 661,00	53 436,70	34 772,20	18 403,80	11 626,40	21 070,80	65 146,70	170 466,00					
2015	2 654 540,00	7 023 890,00	3 508 582,00	1 828 962,00	373 638,00	165 434,00	88 891,20	39 386,30	17 804,30	26 506,10	75 145,50	186 734,00					
2016	940 425,00	1 666 883,00	599 357,00	247 894,00	101 355,00	50 739,50	32 489,80	19 675,70	16 890,70	37 803,50	133 740,00	237 639,00					
2017	393 419,00	1 089 220,00	2 283 619,00	809 054,00	222 872,00	96 597,80	50 628,90	22 405,60	15 741,00	14 880,50	24 025,80	161 033,00					
2018	3 474 070,00	4 070 220,00	2 087 826,00	421 243,00	155 868,00	71 829,20	41 898,30	21 270,70	16 926,50	44 970,80	84 584,90	1 506 540,00					

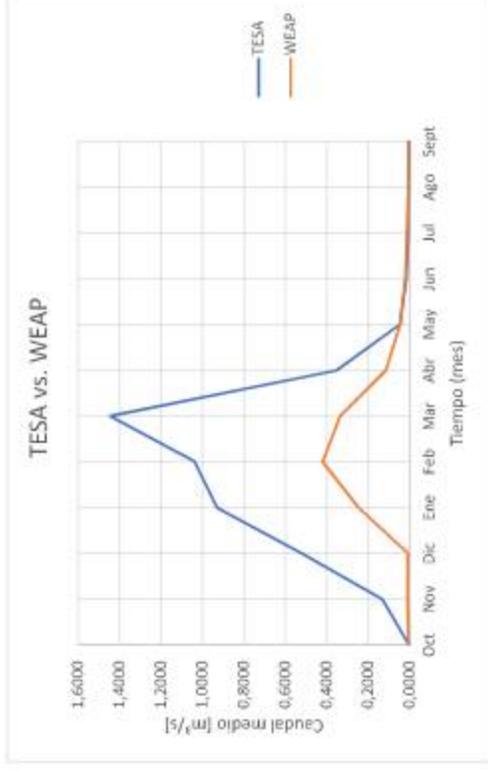
2 019	1 502 940,00	1 537 164,00	1 043 576,00	444 819,00	165 636,00	74 028,10	46 542,30	25 745,30	13 584,30	16 662,20	34 818,10	113 496,00
2 020	466 707,00	573 211,00	622 410,00	215 290,00	85 071,20	38 003,20	26 009,50	13 809,60	11 042,80	15 475,40	28 418,30	172 250,00
Vol medio (m3)	1 248 507,41	1 937 764,95	1 598 713,56	506 975,78	168 859,43	76 709,29	43 601,49	21 867,60	13 999,43	19 088,82	56 933,82	431 695,07
Dens.	867 620,42	1 366 427,75	1 038 765,89	311 038,66	67 957,82	30 667,33	14 164,79	6 164,20	3 669,14	9 075,00	40 859,61	606 760,59
% Probabilidad	0,75											
Vol 75% (m3)	663 301,33	1 016 123,44	898 076,62	297 183,39	123 022,57	56 024,49	34 047,48	17 709,91	11 524,64	12 967,83	29 374,44	22 778,52
% Probabilidad	0,5											
Vol 50% (m3)	1 248 507,41	1 937 764,95	1 598 713,56	506 975,78	168 859,43	76 709,29	43 601,49	21 867,60	13 999,43	19 088,82	56 933,82	431 695,07
% Probabilidad	0,25											
Vol 25% (m3)	1 833 703,50	2 859 406,47	2 299 350,51	716 768,17	214 696,29	97 394,08	51 155,50	26 025,29	16 474,22	25 209,81	84 493,21	840 611,63

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AÑO SECO													
$Q_{mm75\%}$ (m ³ /s)	0,25	0,42	0,34	0,11	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	
$Q_{mm75\%}$ (l/s)	247,65	420,02	335,30	114,65	45,93	21,61	12,71	6,61	4,45	4,84	11,33	8,50	
AÑO PROMEDIO													
$Q_{mm50\%}$ (m ³ /s)	0,47	0,80	0,60	0,20	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16	
$Q_{mm50\%}$ (l/s)	466,14	800,99	596,89	195,59	63,04	29,59	16,28	8,16	5,40	7,13	21,97	161,18	
AÑO HUMEDO													
$Q_{mm25\%}$ (m ³ /s)	0,68	1,18	0,86	0,28	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,31	
$Q_{mm25\%}$ (l/s)	684,63	1181,96	858,48	276,53	80,16	37,57	19,85	9,72	6,36	9,41	32,60	313,85	
VOLUMEN DE APORTE DE LA CUENCA													
$V_{mm75\%}$ (m ³)	3 182 134,65					6 124 711,65					$V_{mm25\%}$ (m ³) = 9 067 288,66		

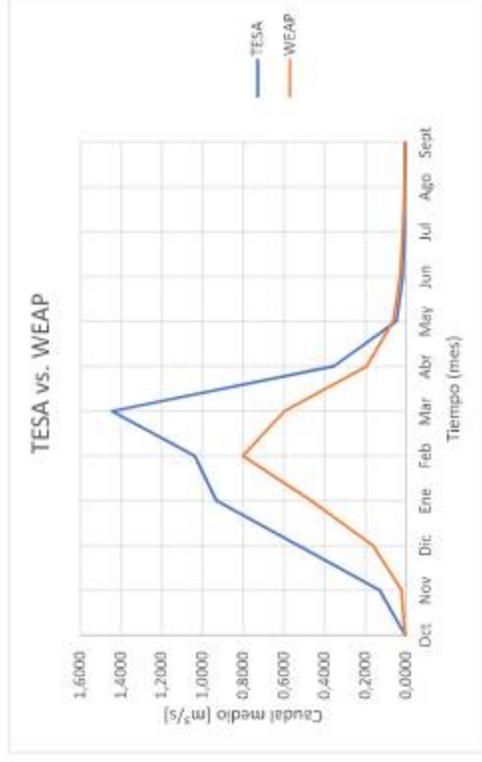
CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA CHAUPICANCHA (75% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m³/s]		Aporte medio [m³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	60,18	58,65		
Oct	0,0040	0,0048	10 654,40	12 967,83
Nov	0,1313	0,0113	340 253,48	29 374,44
Dic	0,5251	0,0085	1 406 381,06	22 778,52
Ene	0,9308	0,2476	2 493 130,07	663 301,33
Feb	1,0382	0,4200	2 511 689,35	1 016 123,44
Mar	1,4440	0,3353	3 867 547,93	898 076,62
Abr	0,3540	0,1147	917 653,33	297 183,39
May	0,0477	0,0459	127 852,82	123 022,57
Jun	0,0159	0,0216	41 242,85	56 024,49
Jul	0,0080	0,0127	21 308,80	34 047,48
Ago	0,0080	0,0066	21 308,80	17 709,91
Sept	0,0040	0,0044	10 310,71	11 524,64
Suma	4,51	1,23	11 769 333,62	3 182 134,65
Promedio	0,38	0,10	980 777,80	265 177,89



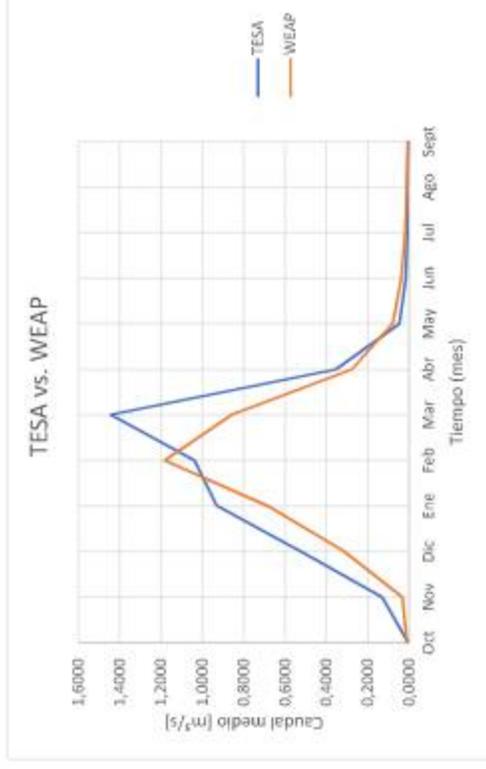
CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA CHAUPICANCHA (50% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m³/s]		Aporte medio [m³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	60,18	58,65		
Oct	0,0040	0,0071	10 654,40	19 088,82
Nov	0,1313	0,0220	340 253,48	56 933,82
Dic	0,5251	0,1612	1 406 381,06	431 695,07
Ene	0,9308	0,4661	2 493 130,07	1 248 502,41
Feb	1,0382	0,8010	2 511 689,35	1 937 764,95
Mar	1,4440	0,5969	3 867 547,93	1 598 713,56
Abr	0,3540	0,1956	917 653,33	506 975,78
May	0,0477	0,0630	127 852,82	168 859,43
Jun	0,0159	0,0296	41 242,85	76 709,29
Jul	0,0080	0,0163	21 308,80	43 601,49
Ago	0,0080	0,0082	21 308,80	21 867,60
Sept	0,0040	0,0054	10 310,71	13 999,43
Suma	4,51	2,37	11 769 333,62	6 124 711,65
Promedio	0,38	0,20	980 777,80	510 392,64

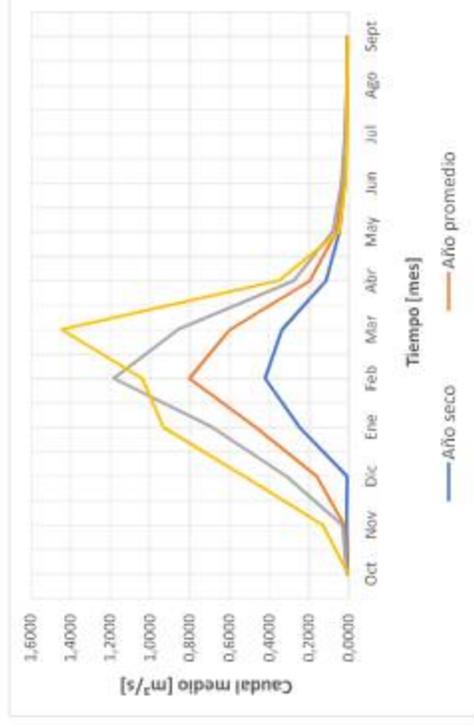


CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA CHAUPICANCHA (25% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	60,18	58,65		
Oct	0,0040	0,0094	10 654,40	25 209,81
Nov	0,1313	0,0326	340 253,48	84 493,21
Dic	0,5251	0,3138	1 406 381,06	840 611,63
Ene	0,9308	0,6846	2 493 130,07	1 833 703,50
Feb	1,0382	1,1820	2 511 689,35	2 859 406,47
Mar	1,4440	0,8585	3 867 547,93	2 299 350,51
Abr	0,3540	0,2765	917 653,33	716 768,17
May	0,0477	0,0802	127 852,82	214 696,29
Jun	0,0159	0,0376	41 242,85	97 394,08
Jul	0,0080	0,0198	21 308,80	53 155,50
Ago	0,0080	0,0097	21 308,80	26 025,29
Sept	0,0040	0,0064	10 310,71	16 474,22
Suma	4,51	3,51	11 769 333,62	9 067 288,66
Promedio	0,38	0,29	980 777,80	755 607,39



ÁREA [km ²]	Caudal medio [m ³ /s]		
	Año seco	Año promedio	Año húmedo
		58,65	60,18
Descripción:			TESA
Oct	0,0048	0,0071	0,0094
Nov	0,0113	0,0220	0,0326
Dic	0,0085	0,1612	0,3138
Ene	0,2476	0,4661	0,6846
Feb	0,4200	0,8010	1,1820
Mar	0,3353	0,5969	0,8585
Abr	0,1147	0,1956	0,2765
May	0,0459	0,0630	0,0802
Jun	0,0216	0,0296	0,0376
Jul	0,0127	0,0163	0,0198
Ago	0,0066	0,0082	0,0097
Sept	0,0044	0,0054	0,0064
Volumen [m³]	3 182 134,65	6 124 711,65	9 067 288,66
			11 769 333,62



VOLUMENES MEDIOS MENSUALES (TRASVASE NEGRO MUERTO - Sub Cuenca Negro Muerto)

Nº de días :	31	28	31	30	31	31	30	31	31	30	31	31	30	31	30	31	31
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					
1 980	559 041,00	550 101,00	572 266,00	157 898,00	66 817,20	26 888,80	14 797,50	7 832,66	4 678,86	5 915,19	9 541,58	27 569,40					
1 981	312 559,00	1 507 870,00	675 079,00	237 979,00	70 050,80	29 908,90	16 943,20	9 386,66	5 864,43	5 086,01	17 132,70	136 646,00					
1 982	267 200,00	249 575,00	528 970,00	257 236,00	84 696,60	35 451,20	17 648,80	7 491,60	4 896,81	6 504,32	13 249,30	210 711,00					
1 983	282 131,00	162 883,00	63 620,00	24 140,00	7 788,08	4 167,84	5 618,98	3 956,46	3 162,79	3 933,78	13 164,30	41 151,20					
1 984	891 813,00	735 258,00	2 009 080,00	195 524,00	74 952,20	30 777,90	15 908,90	12 187,80	8 304,36	8 916,55	29 767,40	89 916,50					
1 985	160 427,00	956 810,00	372 354,00	150 810,00	53 054,30	22 629,70	13 668,90	8 895,82	6 414,88	7 323,71	39 648,80	291 778,00					
1 986	266 241,00	1 188 190,00	696 624,00	320 289,00	84 185,20	34 732,50	17 856,70	7 781,75	4 914,23	6 284,98	48 742,00	639 101,00					
1 987	1 191 920,00	551 024,00	226 730,00	153 290,00	57 805,80	25 512,20	13 864,80	6 340,00	3 682,39	4 407,92	51 141,80	97 904,00					
1 988	339 845,00	427 601,00	1 336 650,00	332 355,00	96 479,40	44 412,70	23 537,40	10 444,90	5 049,17	4 288,75	7 805,68	316 811,00					
1 989	419 826,00	329 994,00	594 126,00	242 536,00	72 319,60	32 441,40	18 002,00	8 048,85	6 800,00	8 734,63	12 173,90	37 107,40					
1 990	267 747,00	585 330,00	344 675,00	98 477,70	34 681,30	14 663,20	9 930,56	5 275,20	3 328,26	3 402,82	81 913,60	377 992,00					
1 991	526 354,00	765 764,00	1 450 784,00	266 891,00	78 458,30	32 089,10	16 849,20	7 796,70	4 518,44	9 438,00	14 641,50	24 929,70					
1 992	333 121,00	606 150,00	207 386,00	64 260,90	21 377,90	7 695,55	6 961,47	4 179,09	3 225,54	3 297,56	22 417,30	143 442,00					
1 993	476 199,00	466 631,00	726 433,00	198 164,00	64 852,30	27 109,60	15 567,30	7 806,26	4 351,63	10 114,20	28 313,80	225 598,00					
1 994	282 988,00	524 203,00	231 231,00	62 915,60	19 781,20	7 540,55	6 634,96	3 919,77	4 164,48	10 815,30	26 814,80	73 079,40					
1 995	657 779,00	426 819,00	625 178,00	138 906,00	57 595,80	24 480,40	13 329,00	6 125,24	4 674,17	7 102,56	12 741,80	102 600,00					
1 996	455 276,00	377 438,00	361 415,00	132 794,00	86 599,70	41 653,10	21 395,30	10 542,00	6 643,96	5 977,90	20 252,80	150 760,00					
1 997	293 241,00	1 156 320,00	629 619,00	176 424,00	60 233,50	25 352,50	13 549,20	6 333,41	5 336,73	5 840,98	14 100,30	25 239,50					
1 998	116 640,00	187 709,00	125 096,00	56 369,50	27 552,60	9 584,98	7 464,89	4 086,99	2 860,23	3 587,98	17 573,90	47 970,30					
1 998	127 982,00	309 895,00	1 200 950,00	310 935,00	92 437,70	41 149,20	21 593,80	9 711,39	7 638,09	17 092,60	21 196,40	40 474,40					
2 000	974 794,00	833 513,00	896 847,00	254 804,00	75 163,60	31 727,40	17 082,80	7 860,09	3 927,28	3 519,77	5 047,14	27 659,20					
2 001	284 163,00	727 665,00	363 031,00	116 996,00	43 471,10	19 440,40	11 671,20	5 930,22	4 406,90	5 333,92	7 912,87	131 924,00					
2 002	138 034,00	279 562,00	448 282,00	130 245,00	45 074,10	19 040,70	11 403,00	5 324,05	2 994,76	18 790,20	31 443,50	38 342,40					
2 003	131 797,00	194 500,00	568 357,00	142 433,00	53 639,90	21 579,80	11 997,50	5 544,27	3 495,33	5 310,26	11 566,50	126 583,00					
2 004	247 604,00	230 860,00	297 044,00	102 404,00	42 675,80	19 932,80	12 104,50	6 147,81	5 452,06	5 823,78	11 624,20	108 794,00					
2 005	309 255,00	1 086 350,00	422 899,00	129 205,00	44 380,70	17 246,00	10 605,50	5 186,77	3 313,70	3 167,60	6 958,63	132 017,00					
2 006	957 124,00	1 053 610,00	852 615,00	276 173,00	90 540,40	38 147,80	19 104,30	8 209,88	4 209,45	9 610,68	26 558,20	60 151,50					
2 007	972 970,00	473 056,00	350 375,00	129 529,00	51 781,30	22 500,00	12 752,20	6 242,78	4 882,01	9 345,26	50 711,00	235 546,00					
2 008	1 184 500,00	617 601,00	655 864,00	217 736,00	69 718,40	31 091,90	16 328,10	7 857,07	4 685,36	5 596,65	20 549,80	1 614 730,00					
2 009	1 119 140,00	468 732,00	419 598,00	223 385,00	70 430,00	30 490,80	16 581,30	7 875,95	5 176,08	4 650,47	14 259,10	195 700,00					
2 010	366 369,00	1 520 350,00	541 092,00	137 230,00	61 335,60	27 838,00	15 541,40	7 474,25	4 401,33	3 894,51	4 265,58	15 087,90					
2 011	67 229,80	1 634 980,00	976 960,00	309 687,00	96 172,60	40 329,80	20 261,10	8 706,97	4 309,77	5 613,43	9 111,08	271 297,00					
2 012	1 183 040,00	1 558 350,00	548 444,00	405 206,00	97 572,60	40 969,40	21 047,20	9 292,43	4 542,14	4 868,71	28 896,60	77 763,10					
2 013	702 771,00	1 034 560,00	440 670,00	114 302,00	42 220,80	19 677,50	12 553,70	7 470,89	5 181,14	5 206,15	10 512,20	108 343,00					
2 014	428 147,00	664 304,00	292 963,00	104 003,00	38 609,40	17 909,80	11 853,30	6 150,43	4 022,68	8 711,89	27 929,90	64 303,30					
2 015	965 763,00	2 778 270,00	1 323 574,00	657 492,00	137 914,00	57 181,90	29 404,20	12 438,20	5 514,50	8 909,49	27 060,00	72 657,80					
2 016	358 071,00	676 541,00	231 393,00	91 489,50	35 160,70	16 258,70	10 526,20	6 475,13	5 357,29	12 813,30	39 225,10	62 930,50					
2 017	112 152,00	291 482,00	682 489,00	231 509,00	68 610,80	27 541,00	14 574,30	6 432,15	4 937,17	4 702,73	7 704,39	36 692,70					
2 018	587 560,00	914 958,00	611 767,00	136 567,00	47 871,70	20 287,30	12 063,50	6 151,15	5 306,75	16 539,30	27 030,70	397 096,00					

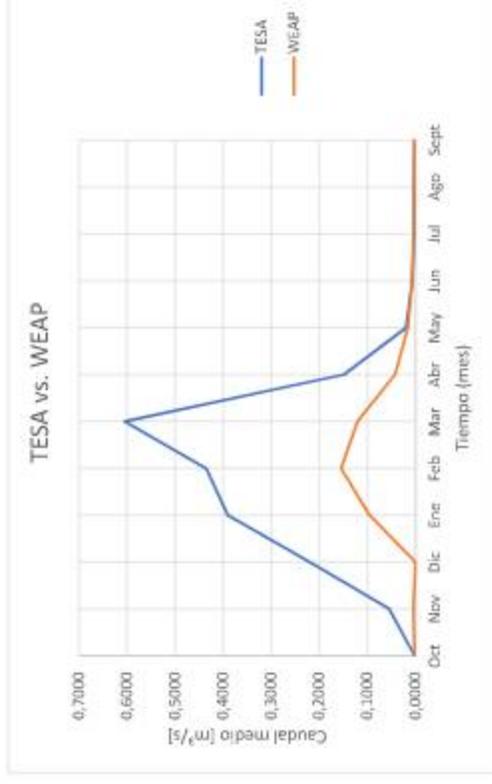
2 019	443 338,00	487 659,00	304 311,00	142 303,00	55 840,50	23 657,40	14 210,20	8 239,97	4 609,77	6 028,39	18 982,30	39 253,70
2 020	158 243,00	183 140,00	170 869,00	63 904,10	22 318,80	8 695,36	6 935,82	3 791,71	3 305,35	6 051,54	12 309,90	53 766,50
Vol medio (m ³)	485 373,04	726 234,34	594 577,80	187 676,18	60 761,52	26 091,83	14 627,91	7 242,55	4 769,27	7 135,46	21 999,81	170 034,62
Desp.	339 722,98	521 765,29	400 810,45	115 126,71	26 170,57	11 758,91	4 926,70	2 095,99	1 256,52	3 735,96	15 589,59	264 074,61
% Probabilidad	0,75											
Vol 75% (m ³)	256 233,37	374 309,00	324 235,26	110 024,39	43 109,74	18 497,81	11 304,90	5 828,83	3 921,77	4 615,59	11 484,80	0,00
% Probabilidad	0,5											
Vol 50% (m ³)	485 373,04	726 234,34	594 577,80	187 676,18	60 761,52	26 091,83	14 627,91	7 242,55	4 769,27	7 135,46	21 999,81	170 034,62
% Probabilidad	0,25											
Vol 25% (m ³)	714 512,71	1 078 159,68	864 920,35	265 327,96	78 413,30	33 685,85	17 950,92	8 656,28	5 616,78	9 655,33	32 514,83	348 150,24

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AÑO SECO													
$Q_{mm75\%}$ (m ³ /s)	0,10	0,15	0,12	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$Q_{mm75\%}$ (l/s)	95,67	154,72	121,06	42,45	16,10	7,14	4,22	2,18	1,51	1,72	4,43	0,00	
AÑO PROMEDIO													
$Q_{mm50\%}$ (m ³ /s)	0,18	0,30	0,22	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	
$Q_{mm50\%}$ (l/s)	181,22	300,20	221,99	72,41	22,69	10,07	5,46	2,70	1,84	2,66	8,49	63,48	
AÑO HUMEDO													
$Q_{mm25\%}$ (m ³ /s)	0,27	0,45	0,32	0,10	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	
$Q_{mm25\%}$ (l/s)	266,77	445,67	322,92	102,36	29,28	13,00	6,70	3,23	2,17	3,60	12,54	129,98	
VOLUMEN DE APORTE DE LA CUENCA													
$V_{mm 75\%}$ (m ³)	1 163 565,46					2 306 524,35					3 457 564,23		
	$V_{mm 50\%} =$ (m ³)					$V_{mm 25\%} =$ (m ³)							

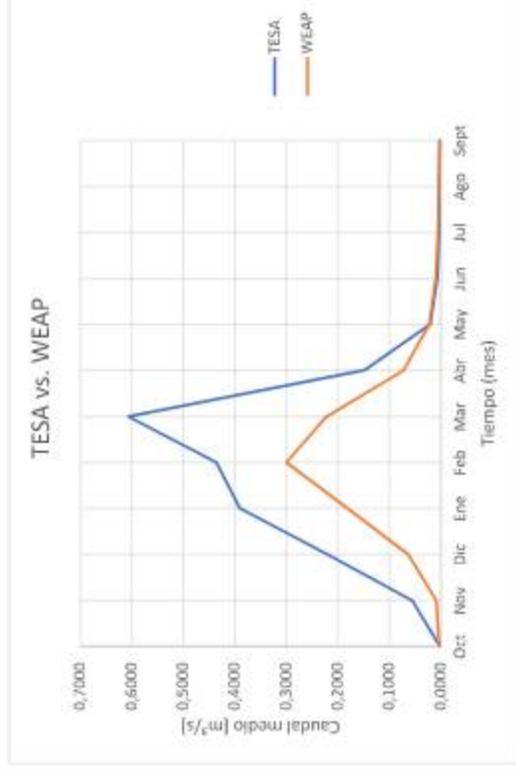
CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA NEGRO MUERTO (75% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA [km ²]	25,25	23,91		
Oct	0,0017	0,0017	4 470,32	4 615,59
Nov	0,0551	0,0044	142 761,72	11 484,80
Dic	0,2203	0,0000	590 081,79	0,00
Ene	0,3906	0,0957	1 046 054,08	256 233,37
Feb	0,4356	0,1547	1 053 841,08	374 309,00
Mar	0,6059	0,1211	1 622 724,91	324 235,26
Abr	0,1485	0,0424	385 024,04	110 024,39
May	0,0200	0,0161	53 643,80	43 109,74
Jun	0,0067	0,0071	17 304,45	18 497,81
Jul	0,0033	0,0042	8 940,63	11 304,90
Ago	0,0033	0,0022	8 940,63	5 828,83
Sept	0,0017	0,0015	4 326,11	3 921,77
Suma	1,89	0,45	4 938 113,56	1 163 565,46
Promedio	0,16	0,04	411 509,46	96 963,79



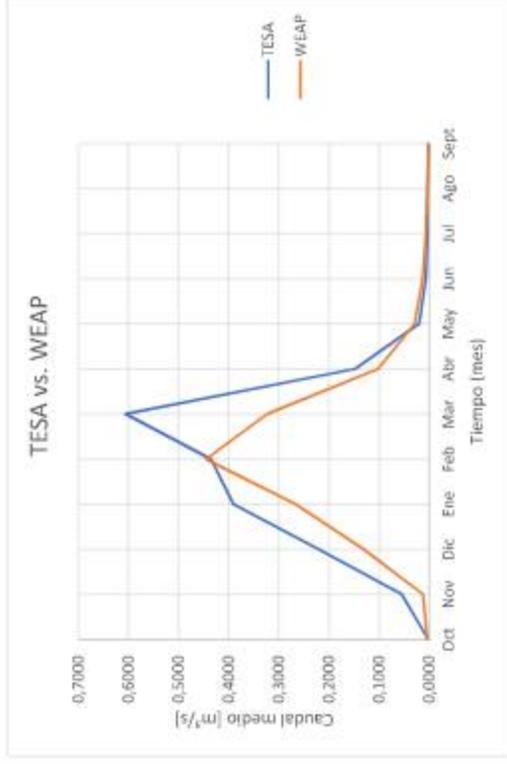
CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA NEGRO MUERTO (50% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA [km ²]	25,25	23,91		
Oct	0,0017	0,0027	4 470,32	7 135,46
Nov	0,0551	0,0085	142 761,72	21 999,81
Dic	0,2203	0,0635	590 081,79	170 034,62
Ene	0,3906	0,1812	1 046 054,08	485 373,04
Feb	0,4356	0,3002	1 053 841,08	726 234,34
Mar	0,6059	0,2220	1 622 724,91	594 577,80
Abr	0,1485	0,0724	385 024,04	187 676,18
May	0,0200	0,0227	53 643,80	60 761,52
Jun	0,0067	0,0101	17 304,45	26 091,83
Jul	0,0033	0,0055	8 940,63	14 627,91
Ago	0,0033	0,0027	8 940,63	7 242,55
Sept	0,0017	0,0018	4 326,11	4 769,27
Suma	1,89	0,89	4 938 113,56	2 306 524,35
Promedio	0,16	0,07	411 509,46	192 210,36

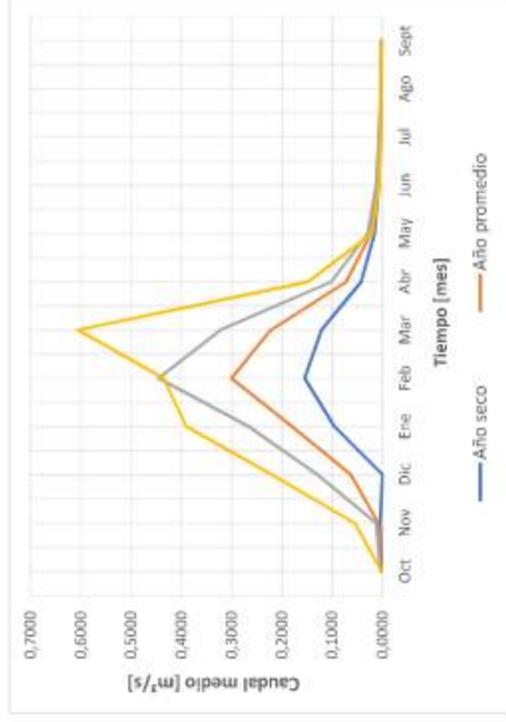


CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA NEGRO MUERTO (25% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m³/s]		Aporte medio [m³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	25,25	23,91		
Oct	0,0017	0,0036	4 470,32	9 655,33
Nov	0,0551	0,0125	142 761,72	32 514,83
Dic	0,2203	0,1300	590 081,79	348 150,24
Ene	0,3906	0,2668	1 046 054,08	714 512,71
Feb	0,4356	0,4457	1 053 841,08	1 078 159,68
Mar	0,6059	0,3229	1 622 724,91	864 920,35
Abr	0,1485	0,1024	385 024,04	265 327,96
May	0,0200	0,0293	53 643,80	78 413,30
Jun	0,0067	0,0130	17 304,45	33 685,85
Jul	0,0033	0,0067	8 940,63	17 950,92
Ago	0,0033	0,0032	8 940,63	8 656,28
Sept	0,0017	0,0022	4 326,11	5 616,78
Suma	1,89	1,34	4 938 113,56	3 457 564,23
Promedio	0,16	0,11	411 509,46	288 130,35



ÁREA [km²]	Caudal medio [m³/s]		
	Año seco	Año promedio	Año húmedo
		23,91	
Descripción:			TESA
Oct	0,0017	0,0027	0,0036
Nov	0,0044	0,0085	0,0125
Dic	0,0000	0,0635	0,1300
Ene	0,0957	0,1812	0,2668
Feb	0,1547	0,3002	0,4457
Mar	0,1211	0,2220	0,3229
Abr	0,0424	0,0724	0,1024
May	0,0161	0,0227	0,0293
Jun	0,0071	0,0101	0,0130
Jul	0,0042	0,0055	0,0067
Ago	0,0022	0,0027	0,0032
Sept	0,0015	0,0018	0,0022
Volumen [m³]	1 163 565,46	2 306 524,35	3 457 564,23
			4 938 113,56



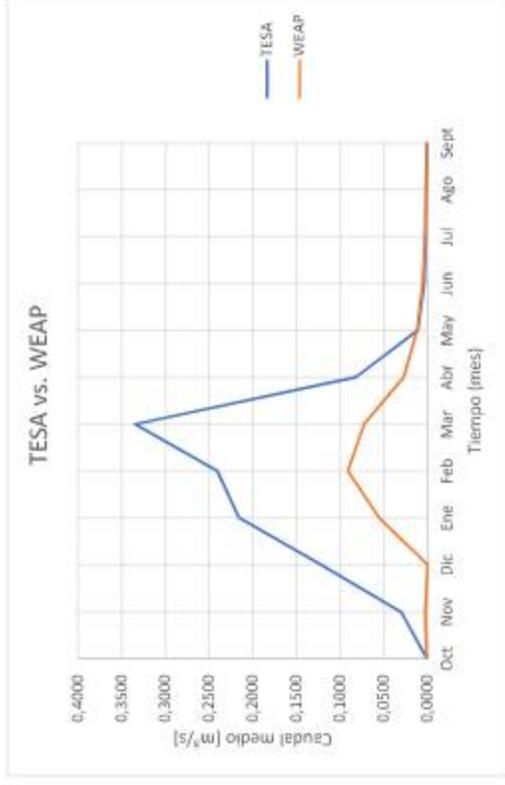
2 019	252 939,00	275 870,00	169 706,00	84 998,80	38 127,80	17 795,50	8 875,71	5 223,94	2 970,15	3 668,82	11 551,50	22 099,10
2 020	86 800,10	100 932,00	92 101,20	40 106,80	17 588,40	8 276,53	4 232,76	2 349,70	2 035,92	3 707,16	7 382,38	28 717,10
Vol medio (m ³)	281 580,60	427 227,36	355 037,23	117 400,69	42 500,21	19 906,42	9 550,19	4 773,49	3 088,91	4 397,54	12 979,43	97 567,63
Desv.	197 937,17	305 699,27	237 975,44	69 132,90	15 966,32	7 100,12	3 200,90	1 384,97	805,86	2 204,44	8 889,03	151 317,10
% Probabilidad	0,75											
Vol 75% (m ³)	148 074,01	220 361,85	194 525,24	70 771,26	31 731,10	15 117,46	7 391,22	3 839,34	2 545,37	2 910,67	6 983,88	0,00
% Probabilidad	0,5											
Vol 50% (m ³)	281 580,60	427 227,36	355 037,23	117 400,69	42 500,21	19 906,42	9 550,19	4 773,49	3 088,91	4 397,54	12 979,43	97 567,63
% Probabilidad	0,25											
Vol 25% (m ³)	415 087,19	634 092,87	515 549,23	164 030,13	53 269,33	24 695,38	11 709,17	5 707,64	3 632,46	5 884,41	18 974,99	199 629,46

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
AÑO SECO														
Q _{mm75%} (m ³ /s)	0,06	0,09	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Q _{mm75%} (l/s)	55,28	91,09	72,63	27,30	11,85	5,83	2,76	1,43	0,98	1,09	2,69	0,00		
AÑO PROMEDIO														
Q _{mm50%} (m ³ /s)	0,11	0,18	0,13	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04		
Q _{mm50%} (l/s)	105,13	176,60	132,56	45,29	15,87	7,68	3,57	1,78	1,19	1,64	5,01	36,43		
AÑO HUMEDO														
Q _{mm25%} (m ³ /s)	0,15	0,26	0,19	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07		
Q _{mm25%} (l/s)	154,98	262,11	192,48	63,28	19,89	9,53	4,37	2,13	1,40	2,20	7,32	74,53		
VOLUMEN DE APORTE DE LA CUENCA														
V _{mm 75%} = (m ³)	704 251,38						1 376 009,73						V _{mm 25%} = (m ³)	2 052 262,27

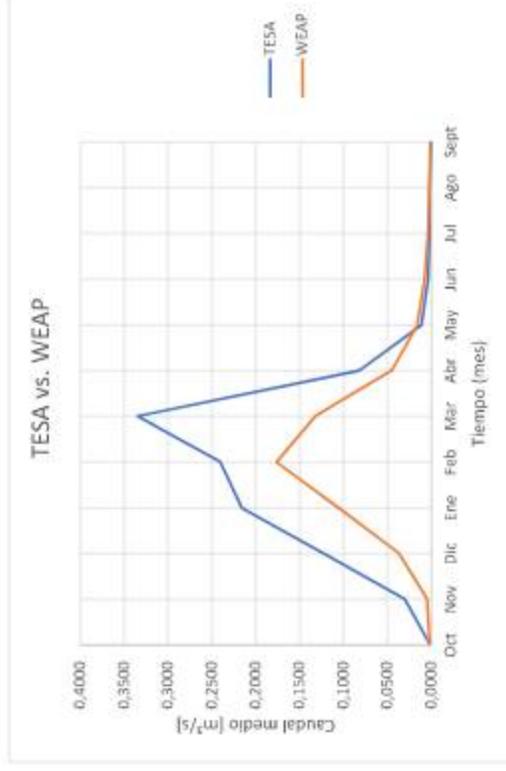
CAUDALES MEDIOS JARCAS (75% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	13,95	14,25		
Oct	0,0009	0,0011	2 469,74	2 910,67
Nov	0,0304	0,0027	78 872,32	6 983,88
Dic	0,1217	0,0000	326 005,58	0,00
Ene	0,2158	0,0553	577 918,98	148 074,01
Feb	0,2407	0,0911	582 221,11	220 361,85
Mar	0,3347	0,0726	896 515,35	194 525,24
Abr	0,0821	0,0273	212 716,25	70 771,26
May	0,0111	0,0118	29 636,87	31 731,10
Jun	0,0037	0,0058	9 560,28	15 117,46
Jul	0,0018	0,0028	4 939,48	7 391,22
Ago	0,0018	0,0014	4 939,48	3 839,34
Sept	0,0005	0,0010	1 206,17	2 545,37
Suma	1,05	0,27	2 727 001,61	704 251,38
Promedio	0,09	0,02	227 250,13	58 687,62



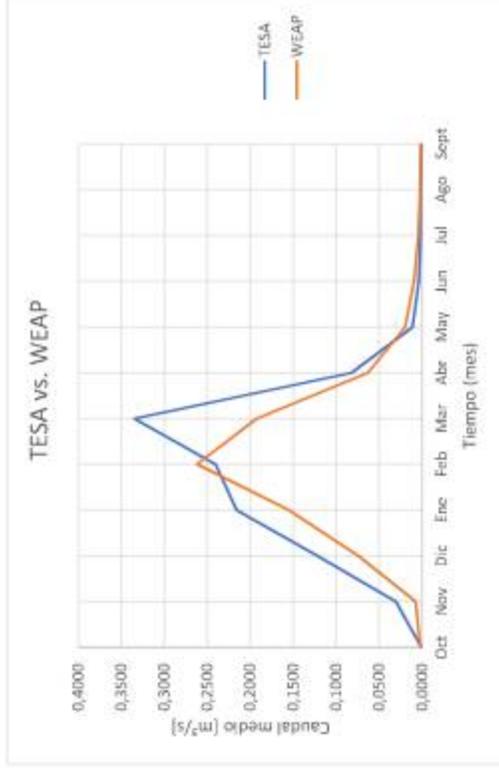
CAUDALES MEDIOS JARCAS (50 % DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	13,95	14,25		
Oct	0,0009	0,0016	2 469,74	4 397,54
Nov	0,0304	0,0050	78 872,32	12 979,43
Dic	0,1217	0,0364	326 005,58	97 567,63
Ene	0,2158	0,1051	577 918,98	281 580,60
Feb	0,2407	0,1766	582 221,11	427 227,36
Mar	0,3347	0,1326	896 515,35	355 037,23
Abr	0,0821	0,0453	212 716,25	117 400,69
May	0,0111	0,0159	29 636,87	42 500,21
Jun	0,0037	0,0077	9 560,28	19 906,42
Jul	0,0018	0,0036	4 939,48	9 550,19
Ago	0,0018	0,0018	4 939,48	4 773,49
Sept	0,0005	0,0012	1 206,17	3 088,91
Suma	1,05	0,53	2 727 001,61	1 376 009,73
Promedio	0,09	0,04	227 250,13	114 667,48

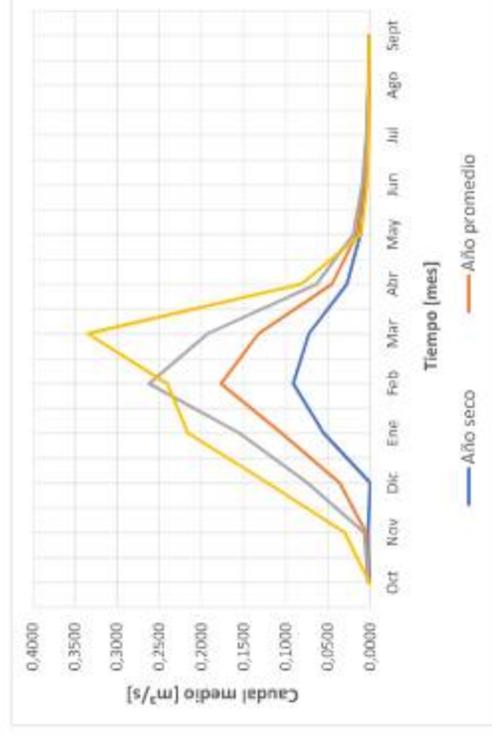


CAUDALES MEDIOS JARCAS (25 % DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km ²)	13,95	14,25		
Oct	0,0009	0,0022	2 469,74	5 884,41
Nov	0,0304	0,0073	78 872,32	18 974,99
Dic	0,1217	0,0745	326 005,58	199 629,46
Ene	0,2158	0,1550	577 918,98	415 087,19
Feb	0,2407	0,2621	582 221,11	634 092,87
Mar	0,3347	0,1925	896 515,35	515 549,23
Abr	0,0821	0,0633	212 716,25	164 030,13
May	0,0111	0,0199	29 636,87	53 269,33
Jun	0,0037	0,0095	9 560,28	24 695,38
Jul	0,0018	0,0044	4 939,48	11 709,17
Ago	0,0018	0,0021	4 939,48	5 707,64
Sept	0,0005	0,0014	1 206,17	3 632,46
Suma	1,05	0,79	2 727 001,61	2 052 262,27
Promedio	0,09	0,07	227 250,13	171 021,86



AREA [km ²]	Caudal medio [m ³ /s]		
	Año seco	Año promedio	Año húmedo
Descripción:		14,25	13,95
			TESA
Oct	0,0011	0,0016	0,0022
Nov	0,0027	0,0050	0,0073
Dic	0,0000	0,0364	0,0745
Ene	0,0553	0,1051	0,1550
Feb	0,0911	0,1766	0,2621
Mar	0,0726	0,1326	0,1925
Abr	0,0273	0,0453	0,0633
May	0,0118	0,0159	0,0199
Jun	0,0058	0,0077	0,0095
Jul	0,0028	0,0036	0,0044
Ago	0,0014	0,0018	0,0021
Sept	0,0010	0,0012	0,0014
Volumen [m ³]	704 251,38	1 376 009,73	2 052 262,27
			2 727 001,61



VOLUMENES MEDIOS MENSUALES (NEGRO MUERTO Y JARCAS)

Nº de días :	31	28	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC							
1980	891 987,00	880 431,00	916 981,00	258 185,00	103 656,00	47 302,90	24 429,40	12 925,50	7 662,57	9 546,82	15 289,80	43 748,00							
1981	491 104,00	2 386 446,00	1 079 303,00	386 143,00	118 636,00	52 167,50	28 022,00	15 538,50	9 634,15	8 271,17	27 294,60	215 015,00							
1982	422 602,00	387 541,00	842 440,00	414 456,00	141 303,00	61 128,40	29 095,50	12 411,80	8 037,89	10 518,90	21 188,70	330 572,00							
1983	446 612,00	260 621,00	105 627,00	43 628,20	17 852,20	9 654,39	9 236,51	6 476,25	5 146,45	6 348,45	20 924,30	65 115,70							
1984	1 402 163,00	1 169 513,00	3 203 740,00	317 627,00	126 822,00	53 955,60	26 421,90	20 096,50	13 632,30	14 443,80	47 389,20	142 380,00							
1985	254 487,00	1 534 727,00	596 556,00	246 411,00	91 081,90	40 498,50	22 593,70	14 670,10	10 521,40	11 862,60	62 793,40	459 348,00							
1986	423 005,00	1 887 133,00	1 113 660,00	517 532,00	141 032,00	60 237,20	29 550,50	12 959,20	8 117,49	10 211,80	77 005,00	1 005 537,00							
1987	1 893 413,00	882 297,00	367 107,00	250 248,00	98 334,90	44 988,10	22 943,30	10 538,20	6 083,87	7 174,27	80 554,10	154 943,00							
1988	537 463,00	679 821,00	2 127 229,00	535 966,00	160 309,00	75 661,90	38 836,10	17 370,80	8 387,32	7 035,15	12 580,80	495 753,00							
1989	664 141,00	526 574,00	948 199,00	391 934,00	121 629,00	56 371,70	29 707,90	13 374,30	11 167,00	14 163,80	19 579,70	58 937,40							
1990	421 681,00	926 690,00	551 274,00	163 036,00	61 464,70	27 350,50	16 468,00	8 757,61	5 488,18	5 550,95	128 382,00	595 009,00							
1991	835 590,00	1 220 355,00	2 314 843,00	432 422,00	132 313,00	56 038,20	27 955,70	13 001,70	7 488,13	15 225,50	23 492,40	39 783,90							
1992	523 609,00	959 865,00	334 057,00	108 060,00	40 093,10	16 288,50	11 564,80	6 926,67	5 302,03	5 376,27	35 457,10	225 555,00							
1993	751 938,00	742 316,00	1 158 962,00	321 908,00	110 088,00	47 742,60	25 767,10	12 975,50	7 209,05	16 286,50	45 096,40	355 148,00							
1994	417 198,00	833 575,00	372 017,00	105 934,00	37 641,40	15 919,60	11 032,80	6 496,14	6 805,96	17 324,40	42 656,30	115 744,00							
1995	1 037 423,00	679 788,00	999 011,00	277 184,00	98 376,80	43 557,90	22 088,10	10 197,00	7 699,16	11 499,00	20 424,00	161 497,00							
1996	718 046,00	600 740,00	578 155,00	217 318,00	143 953,00	70 640,00	35 128,80	17 422,20	12 557,00	9 768,66	32 279,10	237 415,00							
1997	463 953,00	1 834 257,00	1 006 407,00	287 790,00	102 616,00	45 006,40	22 490,10	10 552,00	8 775,46	9 499,92	22 541,80	40 248,70							
1998	184 127,00	297 682,00	201 488,00	94 748,20	41 285,80	19 034,10	12 324,50	6 755,13	4 701,00	5 825,63	27 883,60	75 943,50							
1999	202 315,00	490 541,00	1 905 073,00	500 645,00	153 956,00	70 275,10	35 636,40	16 154,20	12 565,80	27 479,50	34 009,10	64 493,40							
2000	1 535 775,00	1 326 944,00	1 434 414,00	413 006,00	126 532,00	55 377,90	28 312,20	13 108,60	6 529,38	5 772,48	8 169,74	43 773,20							
2001	446 236,00	1 150 730,00	580 764,00	192 441,00	75 315,00	35 151,40	19 334,10	9 845,65	7 251,02	8 660,65	12 733,00	206 825,00							
2002	218 789,00	443 614,00	713 364,00	213 115,00	78 271,70	34 439,40	18 876,30	8 852,01	4 949,85	29 860,30	50 085,70	61 169,80							
2003	208 686,00	309 060,00	902 293,00	232 142,00	91 996,50	38 785,80	19 861,90	9 227,54	5 778,38	8 608,32	18 514,40	198 854,00							
2004	391 407,00	367 787,00	474 399,00	168 756,00	73 554,50	35 882,60	19 979,80	10 182,40	8 927,10	9 454,25	18 611,70	171 113,00							
2005	488 271,00	1 721 867,00	677 570,00	212 278,00	77 288,80	31 889,50	17 635,60	8 646,42	5 483,20	5 385,34	11 173,60	206 864,00							
2006	1 508 629,00	1 676 869,00	1 364 296,00	447 082,00	151 065,00	65 812,20	31 609,60	13 689,90	7 001,24	15 503,50	42 333,10	95 499,30							
2007	1 534 137,00	754 323,00	562 798,00	212 557,00	88 675,80	40 262,50	21 133,50	10 392,90	8 044,33	15 072,00	80 220,60	371 418,00							
2008	1 875 322,00	986 711,00	1 051 301,00	353 454,00	117 651,00	54 014,70	27 059,40	13 080,10	7 766,15	9 120,18	32 740,90	2 540 987,00							
2009	1 784 812,00	753 095,00	675 408,00	362 566,00	118 992,00	53 080,00	27 451,40	13 113,20	8 563,56	7 617,60	22 785,60	307 285,00							
2010	579 506,00	2 413 668,00	867 334,00	225 612,00	104 693,00	49 015,80	25 739,90	12 445,30	7 291,69	6 384,40	6 937,63	24 014,00							
2011	106 109,00	2 576 800,00	1 558 521,00	500 802,00	160 452,00	69 296,20	33 506,90	14 518,00	7 167,14	9 142,76	14 675,20	424 758,00							
2012	1 869 686,00	2 483 780,00	880 630,00	653 733,00	162 542,00	70 284,10	34 796,60	15 474,20	7 546,50	7 954,69	45 821,80	123 131,00							
2013	1 108 467,00	1 644 602,00	706 876,00	188 677,00	74 061,80	35 864,00	20 795,70	12 373,10	8 538,95	8 486,50	16 873,80	170 330,00							
2014	675 334,00	1 054 915,00	470 426,00	171 870,00	67 885,10	32 871,10	19 599,90	10 196,40	6 629,65	14 015,40	44 399,90	101 973,00							
2015	1 522 735,00	4 420 720,00	2 119 556,00	1 057 556,00	227 390,00	96 666,00	48 469,40	20 675,80	9 174,46	14 445,40	43 153,60	115 233,00							
2016	565 627,00	1 074 196,00	372 772,00	151 894,00	61 953,20	29 819,50	17 443,30	10 711,80	8 791,89	20 557,60	62 304,00	100 062,00							
2017	178 253,00	462 334,00	1 084 291,00	373 890,00	115 964,00	48 473,90	24 120,00	10 704,20	8 126,13	7 675,10	12 398,20	58 074,00							
2018	923 141,00	1 451 401,00	978 146,00	224 270,00	83 122,80	36 689,80	20 028,80	10 235,40	8 721,62	26 467,50	43 168,80	624 327,00							

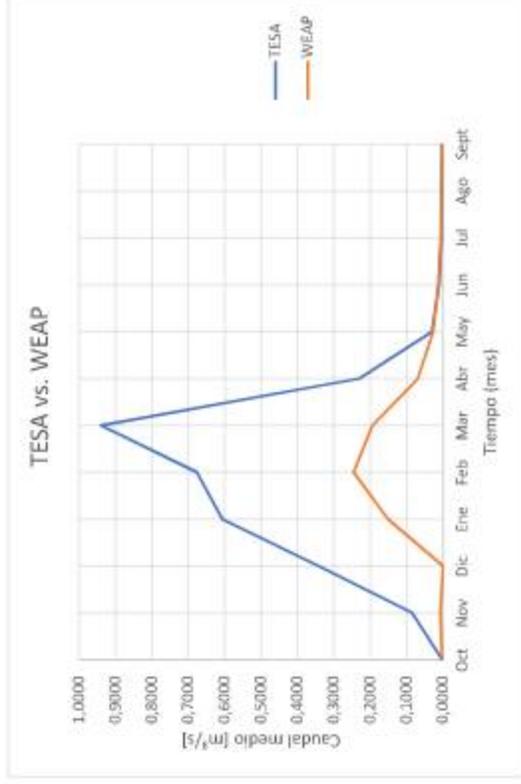
2 019	696 277,00	763 529,00	474 017,00	227 302,00	93 968,30	41 452,90	23 085,90	13 463,90	7 579,92	9 697,21	30 533,80	61 352,80
2 020	245 043,00	284 072,00	262 970,00	104 011,00	39 907,20	16 971,90	11 168,60	6 141,41	5 341,27	9 758,70	19 692,30	82 483,60
Vol medio (m3)	766 953,63	1 153 461,71	949 615,00	305 076,81	103 261,77	45 998,25	24 178,10	12 016,04	7 858,19	11 533,00	34 979,24	267 602,28
Dens.	537 633,29	828 435,16	638 761,60	184 253,33	42 132,44	18 356,11	8 176,58	3 480,10	2 061,71	5 939,93	24 477,29	415 990,19
% Probabilidad	0,75											
Vol 75% (m3)	404 325,49	584 690,68	518 776,85	180 799,83	74 843,87	33 617,24	18 696,80	9 668,74	6 467,59	7 526,58	18 469,56	0,00
% Probabilidad	0,5											
Vol 50% (m3)	766 953,63	1 153 461,71	949 615,00	305 076,81	103 261,77	45 998,25	24 178,10	12 016,04	7 858,19	11 533,00	34 979,24	267 602,28
% Probabilidad	0,25											
Vol 25% (m3)	1 129 581,78	1 712 232,73	1 380 453,15	429 353,80	131 679,67	58 379,26	29 659,39	14 363,33	9 248,79	15 539,42	51 488,92	547 778,70

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AÑO SECO													
$Q_{mm75\%}$ (m ³ /s)	0,15	0,25	0,19	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
$Q_{mm75\%}$ (l/s)	150,96	245,82	193,69	69,75	27,94	12,97	6,98	3,61	2,50	2,81	7,13	0,00	
AÑO PROMEDIO													
$Q_{mm50\%}$ (m ³ /s)	0,29	0,48	0,35	0,12	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	
$Q_{mm50\%}$ (l/s)	286,35	476,79	354,55	117,70	38,55	17,75	9,03	4,49	3,03	4,31	13,50	99,91	
AÑO HUMEDO													
$Q_{mm25\%}$ (m ³ /s)	0,42	0,71	0,52	0,17	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,20	
$Q_{mm25\%}$ (l/s)	421,74	707,77	515,40	165,65	49,16	22,52	11,07	5,36	3,57	5,80	19,86	204,52	
VOLUMEN DE APORTE DE LA CUENCA													
$V_{mm 75\%}$ (m ³)	1 867 883,23					3 682 534,01					5 509 758,93		
						$V_{mm 50\%} =$ (m ³)					$V_{mm 25\%} =$ (m ³)		

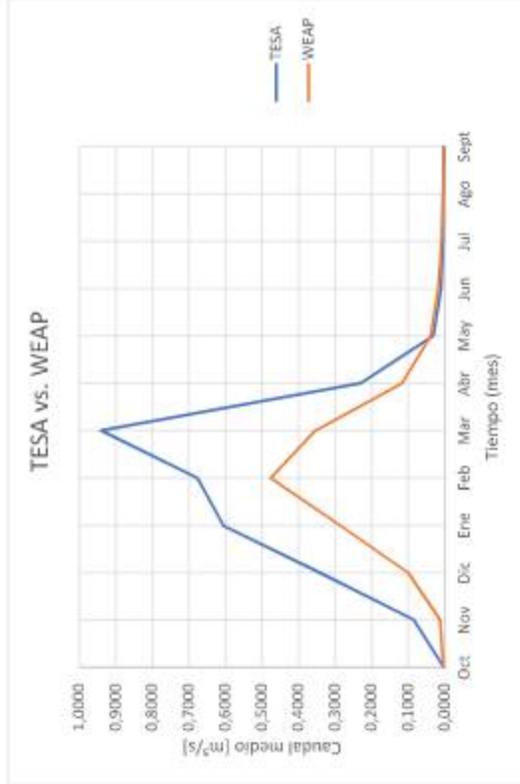
CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA JARCAS - NEGRO MUERTO (75% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA [km ²]	39,2	38,16		
Oct	0,0026	0,0028	6 940,06	7 526,58
Nov	0,0855	0,0071	221 634,04	18 469,56
Dic	0,3420	0,0000	916 087,37	0,00
Ene	0,6063	0,1510	1 623 973,06	404 325,49
Feb	0,6763	0,2458	1 636 062,19	594 690,68
Mar	0,9406	0,1937	2 519 240,26	518 776,85
Abr	0,2306	0,0698	597 740,29	180 799,83
May	0,0311	0,0279	83 280,67	74 843,87
Jun	0,0104	0,0130	26 864,73	33 617,24
Jul	0,0052	0,0070	13 880,11	18 696,80
Ago	0,0052	0,0036	13 880,11	9 668,74
Sept	0,0021	0,0025	5 532,28	6 467,59
Suma	2,94	0,72	7 665 115,17	1 867 883,23
Promedio	0,24	0,06	638 759,60	155 656,94



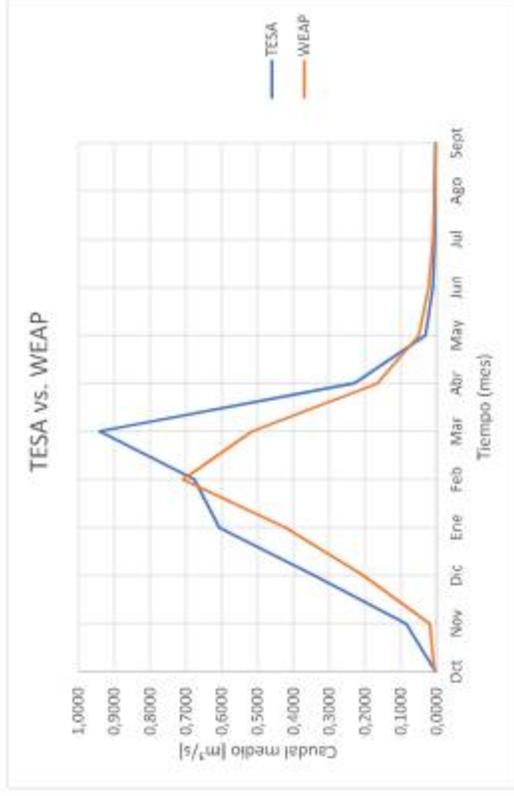
CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA JARCAS - NEGRO MUERTO (50% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m ³ /s]		Aporte medio [m ³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA [km ²]	39,2	38,16		
Oct	0,0026	0,0043	6 940,06	11 533,00
Nov	0,0855	0,0135	221 634,04	34 979,24
Dic	0,3420	0,0999	916 087,37	267 602,28
Ene	0,6063	0,2863	1 623 973,06	766 953,63
Feb	0,6763	0,4768	1 636 062,19	1 153 461,71
Mar	0,9406	0,3545	2 519 240,26	949 615,00
Abr	0,2306	0,1177	597 740,29	305 076,81
May	0,0311	0,0386	83 280,67	103 261,77
Jun	0,0104	0,0177	26 864,73	45 998,25
Jul	0,0052	0,0090	13 880,11	24 178,10
Ago	0,0052	0,0045	13 880,11	12 016,04
Sept	0,0021	0,0030	5 532,28	7 858,19
Suma	2,94	1,43	7 665 115,17	3 682 534,01
Promedio	0,24	0,12	638 759,60	306 877,83



CAUDALES MEDIOS OBRA DE TOMA JARCAS - NEGRO MUERTO (25% DE PERSISTENCIA)

Mes	Caudal medio [m³/s]		Aporte medio [m³]	
	TESA	WEAP	TESA	WEAP
AREA (km²)	39,2	38,16		
Oct	0,0026	0,0058	6 940,06	15 539,42
Nov	0,0855	0,0199	221 634,04	51 488,92
Dic	0,3420	0,2045	916 087,37	547 778,70
Ene	0,6063	0,4217	1 623 973,06	1 129 581,78
Feb	0,6763	0,7078	1 636 062,19	1 712 232,73
Mar	0,9406	0,5154	2 519 240,26	1 380 453,15
Abr	0,2306	0,1656	597 740,29	429 353,80
May	0,0311	0,0492	83 280,67	131 679,67
Jun	0,0104	0,0225	26 864,73	58 379,26
Jul	0,0052	0,0111	13 880,11	29 659,39
Ago	0,0052	0,0054	13 880,11	14 363,33
Sept	0,0021	0,0036	5 532,28	9 248,79
Suma	2,94	2,13	7 665 115,17	5 509 758,93
Promedio	0,24	0,18	638 759,60	459 146,58



ÁREA [km²]	Caudal medio [m³/s]		
	Año seco	Año promedio	Año húmedo
Descripción:			
Oct	0,0028	0,0043	0,0058
Nov	0,0071	0,0135	0,0199
Dic	0,0000	0,0999	0,2045
Ene	0,1510	0,2863	0,4217
Feb	0,2458	0,4768	0,7078
Mar	0,1937	0,3545	0,5154
Abr	0,0698	0,1177	0,1656
May	0,0279	0,0386	0,0492
Jun	0,0130	0,0177	0,0225
Jul	0,0070	0,0090	0,0111
Ago	0,0036	0,0045	0,0054
Sept	0,0025	0,0030	0,0036
Volumen [m³]	1 867 883,23	3 682 534,01	5 509 758,93
			7 665 115,17

