



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



TOMO N° 4

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA – QUÍMICA – BIOLÓGICA – HIDROBIOLÓGICA – MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012



Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

Consortio



V-5



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



TOMO N° 4

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA – QUÍMICA – BIOLÓGICA – HIDROBIOLÓGICA – MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

VCHI S.A.

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

Consortio

acciona
Ingeniería

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

TOMO N° 4

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

INDICE

	<i>Página</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
III. MARCO LEGAL	2
3.1 Clasificación de los Cursos de Aguas del Sistema en Zona de la Descarga del Embalse Pasto Grande	9
IV. METODOLOGÍA DEL MONITOREO DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE DESCARDA DEL EMBALSE PASTO GRANDE	9
4.1 Periodo De Monitoreo	9
4.2 Metodología	9
4.3 Niveles de Trabajo	10
4.3.1 Campo	10
4.3.2 A Nivel de Laboratorio	10
4.3.3 A Nivel de Gabinete	10
4.4 Consideraciones Generales del Muestreo	10
4.5 Metodología de Extracción, Preservación y Transporte	10
4.6 metodologías de Ensayos en laboratorio	11
4.7 Equipos y materiales	11
V. ESTACIONES DE CONTROL	12
VI. UBICACIÓN SATELITAL DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO	13

SECCIÓN A:

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

1. PERIODO DE EJECUCIÓN	15
2. PARÁMETROS DE CONTROL	15
3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA	16
3.1 Significancia de Calidad Física	16
3.2 Análisis de Resultados	17
4. FECHAS DE MONITOREO	18

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martina Sanguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

5.	CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DEL AS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE	18
6.	HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	34
7.	TENDENCIA HISTÓRICA EN AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE	35
8.	CONCLUSIONES	39
9.	RECOMENDACIONES	41

SECCIÓN B:

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

1.	CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA DESCARGA DE LA PRESA A LO LARGO DE SU RECORRIDO DESDE LA SALIDA HASTA ILO	42
1.1	Periodo de Ejecución	42
1.2	Estaciones de Control	42
1.3	Comunidades Hidrobiológicas	43
1.3.1	Fitoplancton en la Descarga Del Embalse Pasto Grande	43
1.3.2	Zooplancton en la Descarga del Embalse Pasto Grande	53
1.3.3	Perifiton en la Descarga del Embalse Pasto Grande	55
1.3.4	Macrophytas en la Descarga del Embalse Pasto Grande	58
1.4	Abundancia De Comunidades Hidrobiológicas en la Descarga del Embalse Pasto Grande	59
1.5	Influencia Del PH Sobre Las Comunidades Hidrobiológicas en la Descarga	60
2.	DETERMINACIÓN DE FICOTOXINAS Y CLOROPHYLA A EN LOS AFLUENTES DEL EMBALSE PASTO GRANDE	66
2.1	Relación De Fitoxinas, Clorophyla en la Descarga del Embalse Pasto Grande	69
3.	CARACTERIZACION MICROBIOLÓGICA EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE	70
4.	BIOENSAYOS DE TOXICIDAD EN LAS DEACARGAS DEL EMBALSE PASTO GRANDE	74
5.	INDICES BIOLÓGICOS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE	75
6.	CONCLUSIONES	83

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

TOMO N°4

“CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA - QUÍMICA – BIOLÓGICA- HIDROBIOLÓGICA - MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE”

I. INTRODUCCIÓN

El Embalse Pasto Grande, representa para la Región Moquegua, la fuente de agua que abastece a la población en sus diferentes necesidades, domésticas y económicas, y juega un rol muy importante en la protección del ecosistema de la zona, en el cuidado de la flora, fauna natural y del paisaje del ecosistema de la zona.

La alteración de la calidad actual de las aguas del embalse, obedece a la calidad deteriorada de sus principales afluentes aportantes con contaminación de tipo natural como de origen antropogénica.

El impacto negativo producido en las aguas del embalse, generaron gran mortandad de especies de alevinos de truchas y de especies hidrobiológicas, constituyendo un problema serio de afectación de tipo local y regional, por la presencia de compuestos químicos de origen natural y antrópico, así como de microorganismos no deseados. Estas alteraciones implican para el presente Estudio, desde un reconocimiento de la alteración de la calidad de las aguas hasta un proceso de recuperación.

Como es de conocimiento, la caracterización de la calidad de las aguas se realiza mediante un programa de monitoreo en puntos representativos que ayudan a la identificación de la problemática existente de las aguas que se encuentran en el embalse Pasto Grande. El estudio realizado en esta parte del proyecto, se basa en metodologías normadas a nivel nacional para el aseguramiento y confiabilidad de la calidad de los resultados.

El procedimiento de la toma de muestras y mediciones de calidad in situ, se realiza según Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (R.D N° 182-2011-ANA). Los ensayos físicos y químicos se realizan en un laboratorio acreditado según Norma ISO/IEC 17025 y registrado por el INDECOPI a nivel nacional.

La caracterización de las aguas en la descarga del embalse Pasto Grande, es parte del Programa de Monitoreo General del Sistema Pasto Grande, que incluye desde los afluentes principales, el embalse mismo y la descarga de las aguas para los múltiples usos de la población. Se efectúa en dos periodos estacionales, durante el periodo de lluvias también llamado periodo de avenidas y el periodo de estiaje o de ausencia de lluvias.

En la presente caracterización en la zona de descarga de aguas del Embalse Pasto Grande, se incluye la evaluación de los manantiales y su efecto de remediación natural de los bofedales existentes en el tramo alto y medio de la descarga

Los resultados de los ensayos de calidad, son evaluados con el Control de Calidad a nivel de gabinete, mediante expresiones de balances iónicos, así como la caracterización de las aguas se evalúan con índices que caracterizan los tipos de aguas analizadas. En el presente volumen, se desarrolla la caracterización física, química y biológica de las aguas correspondientes al Embalse Pasto Grande.

CONSORCIO V-5


Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5


Ing. Martha Aranguen Carhajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la calidad física, química, biológica, hidrobiológica y microbiológica de las aguas que se descargan del Embalse Pasto Grande, a fin de evaluar el cumplimiento a la normatividad vigente según los Estándares Nacionales de la Calidad del Agua, aguas que son utilizadas por la población de Moquegua en el consumo humano y actividades económicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◇ Ubicar las estaciones de control propuestas en el Programa de Monitoreo y actualizar su ubicación con datos georeferenciados.
- ◇ Efectuar tomas de muestras de aguas en los tramos alto medio y bajo, de descarga del embalse Pasto Grande, con mediciones de calidad física in situ, bajo el procedimiento que indica la normatividad vigente.
- ◇ Efectuar el procedimiento de conservación y transporte de las muestras a los Laboratorios para la ejecución de los ensayos propuestos en el Programa de Monitoreo del actual Estudio.
- ◇ Ejecución por los laboratorios seleccionados, los parámetros solicitados para la caracterización de las aguas..
- ◇ Efectuar la caracterización de las aguas de la descarga del embalse Pasto Grande desde su salida hasta las Pampas San Antonio.
- ◇ Evaluar los niveles de remoción metálica existente en los componentes naturales del Sistema del Embalse Pasto Grande.

III. MARCO LEGAL

Las aguas superficiales de la descarga del Embalse Pasto Grande, serán referenciadas a los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECA) Categoría 3, para cursos de aguas y clasificadas de acuerdo al uso previsto.

Para referenciar la calidad de las aguas se cumplirá con evaluar según la Regulación vigente, para las categorías de uso: Categoría 1: Aguas de Uso Poblacional y Recreacional, valores a ser utilizados cuando se comparen con los resultados de la calidad física y química de las aguas que se usan en las plantas de tratamiento de agua potable. Categoría 2: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, valores a ser utilizados cuando se comparen los resultados de la calidad física y química de las aguas de la descarga del embalse, cuando estas están siendo utilizadas para aguas de riego y de bebida de animales. Categoría 4: Conservación Del Medio Acuático, valores a ser utilizados cuando se comparen los resultados de la calidad física y química de las aguas de la descarga del embalse con los valores para aguas de conservación de río de costa.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Neufren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

TABLA N°1
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECA)
D.S. 002-2008-MINAM

Categoría 1: Agua de uso Poblacional y Recreacional

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1.00	1.00	Ausencia de película visible	""
Cianuro libre	mg/L	0.005	0.022	0.022	0.022	0.022
Cianuro Wad	mg/L	0.08	0.08	0.08	0.08	""
Cloruros	mg/L	250	250	250	"	"
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Conductividad	uS/cm	1500	1600	**	**	**
DBO5	mg/L	3	5	10	5	10
DQO	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	0.5	na	0.5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0.003	0.01	0.1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15	**	**
Materiales Flotantes	mg/L	Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N	1.5	2	3.7	**	**
Olor	mg/L		aceptable		aceptable	
Oxígeno disuelto	mg/L	>=6	>=5	>=4	>=5	>=4
pH	Unidades de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6-9 (2.5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0.05	**	**	0.05	**
Turbiedad	N.T.U.	5	100	**	100	**
INORGANICOS						
Aluminio	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	**
Antimonio	mg/L	0.006	0.006	0.006	0.006	**
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.01	**

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	0.7	**
Berilio	mg/L	0.004	0.04	0.04	0.04	**
Boro	mg/L	0.5	0.5	0.75	0.5	**
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.01	0.01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo total	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	**
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	**
Hierro	mg/L	0.3	1	1	0.3	**
Manganeso	mg/L	0.1	0.4	0.5	0.1	**
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.001	**
Níquel	mg/L	0.02	0.025	0.025	0.02	**
Plata	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	**
Selenio	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	**
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Vanadio	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGANICOS						
I. COMPUESTOS ORGANICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	mg/l	0.05	0.2	0.2		
Trihalometanos	mg/l	0.1	0.1	0.1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)						
1,1,1-Tricloroetano -71-55-6	mg/l	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -75-35-4	mg/l	0.03	0.03	**	**	**
1,2 Dicloroetano -107-06-2	mg/l	0.03	0.03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno -95-50-1	mg/l	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -87-68-3	mg/l	0.006	0.006	**	**	**
Tetracloroetano -127-18-4	mg/l	0.04	0.04	**	**	**
Tetracloruro de carbono -56-23-5	mg/l	0.002	0.002	**	**	**
Tricloroetano-79-01-6	mg/l	0.07	0.07	**	**	**
BTX						
Benceno -71-43-2	mg/l	0.01	0.01	**	**	**

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Etilbenceno – 100-41-4	mg/l	0.3	0.3	**	**	**
Tolueno –108-88-3	mg/l	0.7	0.7	**	**	**
Xilenos – 1330-20-7	mg/l	0.5	0.5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/l	0.0007	0.0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/l	0.009	0.009	**	**	**
Triclorobenceno (Totales)	mg/l	0.02	0.02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/l	0.0001	0.0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)						
Aldrin - 309-00-2	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin - 60-57-1	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfan	mg/l	0.000056	0.000056		**	**
Endrin	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro –76-44-8	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/l	0.00003	0.00003		**	**
Lindano	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos						
Aldicarb (restringido)	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/l	0.000001	0.000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100 ml	0	2 000	20 000	200	1 000

PARAMETRO	unidad	Aguas destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas a la recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 ml	0	0		200	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organism o/Litro	0	0		0	
Giardia duodenalis	Organism o/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/ 100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/ 100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

NMP/100ML: Número mas probable en 100 ml

* Contaminación Orgánica Persistente (COP)

** Se entenderá que para esta categoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

TABLA Nº 02
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECA)
D.S. 002-2008-MINAM

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales

PARAMETROS	UNIDAD	CATEGORÍA 3	
		PARÁMETRO PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO	BEBIDAS DE ANIMALES
pH	unidad	6.5-8.4	6.5-8.4
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2.000	5.000
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=5
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	370	--
Carbonatos	mg CaCO ₃ /L	5	--
Cloruros	mg/L	100-700	--
Fluoruros	mg/L	1	2
Sulfatos	mg/L	300	500
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05
Cianuro WAD	mg/L	0,1	0,1
N-Nitratos	mg/L	10	50

CONSORCIO V-5


Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5


Ing. Martha Manguren Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

PARAMETROS	UNIDAD	CATEGORÍA 3	
		PARAMETRO PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO	BEBIDAS DE ANIMALES
N-Nitrito	mg/L	0,06	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	40	40
MEH	mg/L	1	1
Fenoles	mg/L	0,001	0,001
SAAM	mg/L	1	1
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5.000	5.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.000	1.000
Escherichia coli	NMP/100 mL	100	--
Enterococos fecales	NMP/100 mL	20	--
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	--
Vibrio cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	--
Huevos de helmintos	Huevos/Litro	<1	--
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,05	0,1
Bario	mg/L	0,7	--
Berilio	mg/L	--	0,1
Boro	mg/L	6	5
Cadmio	mg/L	0,005	0,01
Calcio	mg/L	200	--
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cromo	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	1	1
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	150	150
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,001
Níquel	mg/L	0,2	0,2
Plata	mg/L	0,05	0,05
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,05	0,05
Sodio	mg/L	200	--
Zinc	mg/L	2	24

TABLA N° 03
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECA)
D.S. 002-2008-MINAM
Categoría 4: Conservación Del Medio Acuático

PARÁMETROS	Unidades	LAGUNAS Y LAGOS	RIOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas		Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.02	0.02	0.05	0.05	0.08
Temperatura	° Celsius					
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	mg/L	6.5-8.5	6.5-8.5		6.8-8.5	6.8-8.5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25 100	30,000
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	1	-----
Cadmio	mg/L	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005
Cianuro Libre	mg/L	0.022	0.022	0.022	0.022	-----
Clorofila A	mg/L	10	-----	-----	-----	-----
Cobre	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.05	0.06
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Fenoles	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	-----
Fosfato Total	mg/L	0.4	0.5	0.5	0.5	0.031-0.093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	mg/L	Ausente				
Mercurio	mg/L	0.0001	0.0001	0.001	0.001	0.001
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	5	10	10	10	0.07 – 0.28
Nitrógeno Total	mg/L	1.6	1.6	1.6	-----	-----
Níquel	mg/L	0.025	0.025	0.025	0.002	0.0082
Plomo	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.0081	0.0081
Silicatos	mg/L	-----	-----	-----	-----	0.14-0.7
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S indisoluble)	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.06
Zinc	mg/L	0.03	0.03	0.3	0.03	0.081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml (*)	1000	2000		1000	≤30
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2000	3000		2000	

(*): NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml

CONSORCIO V-5

Ing Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. María Inés Carvajal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUAS DEL SISTEMA EN ZONA DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

Según la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA de Clasificación de los Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos Costeros, clasifica para algunos cursos de agua de la zona de estudio los que se muestra seguidamente en la Tabla N°4.

Tabla N°4
Clasificación de los Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos Costeros
R.J. N°202-2010-ANA

CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES, RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS					
N° Cuerpo De Agua	Cuerpo De Agua	Categoría	Clase	Código De Cuenca	Cuenca A La Que Perteneces El Recurso
13185-1+	Río Carumas	Categoría 3	Clase 3	13185	Medio Tambo
13172	Río Ilo – Osmore - Moquegua	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
13172-2*	Río Torata	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
13172-3*	Río Tumilaca	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
13172-6*	Quebrada Millune	Categoría 3	Clase 3	13172	Ilo - Moquegua
Lagos					
13186	Laguna Pasto Grande	Categoría 4	Clase Especial	1318	Tambo

La presente clasificación sirve para correlacionar los valores de calidad establecidos en los ECAS, en el cumplimiento y protección de la calidad de los cursos de aguas.

IV. METODOLOGÍA DEL MONITOREO DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

4.1 PERIODO DE MONITOREO

El monitoreo de las aguas para su caracterización, se lleva a cabo en los dos periodos estacionales, en los meses representativos de avenidas o de lluvias y en estiaje.

4.2 METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de la caracterización de las aguas, se utilizaron los procedimientos de acuerdo a las recomendaciones presentadas en la Normatividad vigente y en base a los "Métodos Estandarizados" que proporciona los procedimientos de tomas, preservación de muestras, materiales de los recipientes y máximo tiempo de almacenamiento permisible para los parámetros de calidad del agua y sedimentos.

Los documentos también suministran algunos lineamientos generales sobre la recolección y manipulación de muestras.

Las actividades se realizan siguiendo la secuencia prevista en el programa de monitoreo aprobado por el proyecto, las cuales se detallan a continuación:

- ◇ Planificación previa y cronograma de actividades.

CONSORCIO V-6

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Anguilen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

- ◇ Trabajo de campo, que implica: medición de parámetros. "in situ", toma de muestras de agua en los puntos determinados, observaciones ambientales complementarias, identificación de actividades contaminantes.
- ◇ Llenado de la cadena de custodia.
- ◇ Embalaje y transporte de muestras por cada laboratorio.
- ◇ Entrega de muestras de agua al laboratorio.
- ◇ Recepción de resultados de análisis de agua.
- ◇ Interpretación y ejecución del informe de monitoreo.
- ◇ Socialización de resultados.

4.3 NIVELES DE TRABAJO

Para la caracterización de las aguas del Sistema que conforma el Embalse Pasto Grande, se realizó en varios niveles de trabajo: campo, laboratorio y gabinete.

4.3.1 CAMPO

Donde se procede a:

- ◇ Reconocimiento de la problemática.
- ◇ Inspección y reconocimiento de las estaciones de Control y/o Muestreo.
- ◇ Acondicionamiento de los puntos de muestreo.
- ◇ Ejecución del Programa de Muestreo.
- ◇ Mediciones de calidad in situ de las aguas.
- ◇ Toma de muestras, preservación y transporte de muestras.

4.3.2 A NIVEL DE LABORATORIO

- ◇ Ejecución de Ensayos Físicos de las aguas y sedimentos.
- ◇ Ejecución de Ensayos Químicos de las aguas y sedimentos.

4.3.3 A NIVEL DE GABINETE

- ◇ Evaluación de resultados
- ◇ Diagnóstico de la calidad de aguas
- ◇ Elaboración de Informes

4.4 CONSIDERACIONES GENERALES DEL MUESTREO

El objetivo general de un programa de muestreo es coleccionar una porción de agua representativa de la composición verdadera del agua a caracterizar. Con el objeto de asegurar la validez y calidad de los datos resultantes en el estudio de caracterización de las aguas, se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- ◇ Formular los objetivos particulares del programa de muestreo.
- ◇ Colectar muestras representativas.
- ◇ Desarrollar un adecuado manejo y preservación de las muestras.
- ◇ Llevar a cabo un adecuado programa de análisis

4.5 METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE

Se mantiene la normatividad nacional vigente y los lineamientos establecidos por la Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU., así como los recomendados en los "Métodos Estándar" (2005) considerados como guía sobre los procedimientos para la extracción, preservación de muestras, procedimientos, materiales para los recipientes y máximo tiempo de almacenamiento permisibles para los parámetros de calidad del agua.

4.6 METODOLOGÍAS DE ENSAYOS EN LABORATORIO

Se procederá a indicar y/o supervisar la relación de ensayos y métodos certificados a utilizarse en los laboratorios certificados ante INDECOPI, tales como Envirolab Perú S.A.C. e ICMA S.A.

4.7 EQUIPOS Y MATERIALES

Se presenta seguidamente la relación de material básico utilizado en la tomas, preservación y transporte de muestras.

Cuadro N°1
Relación de Equipos y Materiales de Campo

EQUIPOS Y MATERIALES	
Brazo telescópico muestreador	Tablero de campo (3)
Draga p/ muestrear sedimentos (1) (c)	Botas Musleras (para el personal de campo)
Turbidímetro	Lupa (1)
pHmetro	Botiquín de emergencia p/campo (2)
Medidor de Oxígeno Disuelto	Frascos de plástico de 120 ml, boca ancha/tapa rosca (12)
Conductímetro	Papel tissue (2 cajas) (l)
Conos Imhoff	Plumones punta fina tinta indeleble (6) (c)
Multiparámetro pH, OD, CE, T° (l)	Chaleco salvavidas (4) (c)
Frascos extras para muestras determinadas in situ.	Pabito 1 ovillo) (c)
Sustancias preservantes:	Frascos de plástico boca angosta tapa rosca de 100 ml (12) (c)
Ácido Nítrico conc., p.a. 250 ml	Cronometro
Ácido sulfúrico conc. H ₂ SO ₄ , p.a.250 ml	Bomba de vacío 01
Hidróxido de sodio p.a. NaOH, 1+1 HNO ₃ . (lentejas 250 gr	Papel filtro de 0.45 micras de diámetro de poro.
Ácido clorhídrico conc., HCL p.a.250 ml	Plumones punta fina tinta indeleble (6) (l)
Acetato de zinc 2N/100mL,	Almohadilla refrigerantes
Gotero	Etiquetas adhesivas (laboratorio contratado)
Coolers grandes.	Envases de plástico de 1.0 litro, doble tapa, boca ancha 500
Hielo	Envase de plástico de 0.5 litro, doble tapa, boca ancha.100
Balde plástico transparente de 5 l de capacidad (3) (l)	Frasco de vidrio sin color de 1 litro 100
Muestreador mango largo o extensible (l)	Frasco de vidrio color ámbar de 0.5 lit 100
Muestreador de profundidad (l)	Cooler (disponibles) 15
guantes quirúrgicos talla 7: (24 pares) (l)	Refrigerantes bolsas 60
guantes quirúrgicos talla 7: (24 pares) (l)	Balde de plástico de 1 galón 02
guantes quirúrgicos talla 7: 1/2-8 (24 pares) (l)	Soga de nylon de 15 m 01
soguilla de nylon: 50 m (l)	Cinta de embalaje transparente s/ color,2 pulg de ancho 50
arnés (1) (l)	Plumones de tinta indeleble punta fina color rojo y azul 06
línea de vida (1) (l)	
agua destilada (l)	
pizetas de plástico (3) (l)	
cinta maskingtape de 1": 1 rollo (l)	
bolsas plástico de 2 kg(100) (l)	
bolsas plástico de 1 kg (100) (l)	

V. ESTACIONES DE CONTROL

Las estaciones de control fueron las establecidas en los Términos de Referencia (TdR), procediendo a su ubicación según la leyenda establecida, y registrándose con datos georeferenciados, datos que se muestran en el Cuadro N°2.

En cada estación de control se tomaron muestras de aguas representativas de los cursos superficiales, Se incluye en la toma de muestras, aguas de manantiales de incidencia en la calidad de los ríos.

Se contabilizó un total de 32 muestras de agua. Seguidamente se presentan las estaciones de control donde se realizó la toma de muestras de aguas.

Cuadro N°2
ESTACIONES DE MUESTREO EN LOS TRAMOS DE DESCARGA DE
LAS AGUAS DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTACION	PROCEDENCIA	COORDENADAS UTM (19K)	
		NORTE	ESTE
E-60	Salida de Embalse Pasto Grande.	0368863	8150747
E-61	Aguas de Filtración del Túnel Jachacuesta	0340343	8138977
E-62	A 500m. De Salida del Túnel Jachacuesta.	0339668	8138561
E-63	Manantial Chaullapujo 1, Pampas Humalso.	0338480	8137177
E-64	Manantial Chaullapujo 2, Pampas Humalso.	0338176	8136953
E-65	Antes de Bocatoma Humalso.	0334793	8137357
E-66	Canal Humalso, aproximadamente a la mitad de su longitud.	0328804	8135132
E-67	Canal Humalso, 500m. Antes de la rápida de Chilligua.	0323626	8133250
E-68	Río Chilligua, antes de confluencia con descarga rápida.	0323552	8132335
E-69	Río Chilligua, después de confluencia con descarga rápida.	00322841	8132644
E-70	Río Otorá 30m antes de la bocatoma del canal Pasto Grande.	0298543	8112826
E-71	Río Torata antes de la unión del Río Mollesaja con descarga rápida.	0300095	8108770
E-72	Bocatoma Torata Estuquiña.	0296757	8104302
E-73	Río Tumilaca, altura de Barraje (antes de mezcla con descarga de canal).	0298795	8100406
E-74	Canal Pasto Grande a la altura del barraje.	0298764	8100549
E-75	Ingreso a planta Chen Chen.	0295661	8097774
E-76	Salida a la planta de tratamiento Chen Chen.	0295611	8097793
E-77	Río Moquegua, altura puente Montalvo.	0290154	8095546
E-78	Río Moquegua, espejos, final del valle.	0286442	8079860

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Angélica Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 94763

ESTACION	PROCEDENCIA	COORDENADAS UTM (19K)	
		NORTE	ESTE
E-79	Río Osmore, sector Canuto - Algarrobal (antes de captación EPS, Ilo).	0266529	8057220
E-80	Río Osmore, Fundo Chiribaya.	0256742	8049440
E-81	Ingreso a la planta de Tratamiento Pampa Inalámbrica.	0254799	8049441
E-82	Salida a la Planta de tratamiento Pampa Inalámbrica.	0254771	8049424
E-83	Ingreso a la Planta de Tratamiento Cata Catas proveniente Río Osmore (Pasto Grande).	0251348	8044550
E-83 (A)	Ingreso a la Planta de Tratamiento Cata Catas (Proveniente del Río Locumba (ITE)).	0251348	8044550
E-84	Salida a la Planta de Tratamiento Cata Catas.	0251249	8044453
E-85	Pampa San Antonio (punto de entrega a la Pampa)		

VI. UBICACIÓN SATELITAL DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Con las coordenadas determinadas en campo, se presenta la ubicación satelital de las estaciones de muestreo, en la zona de descarga del embalse Pasto Grande.

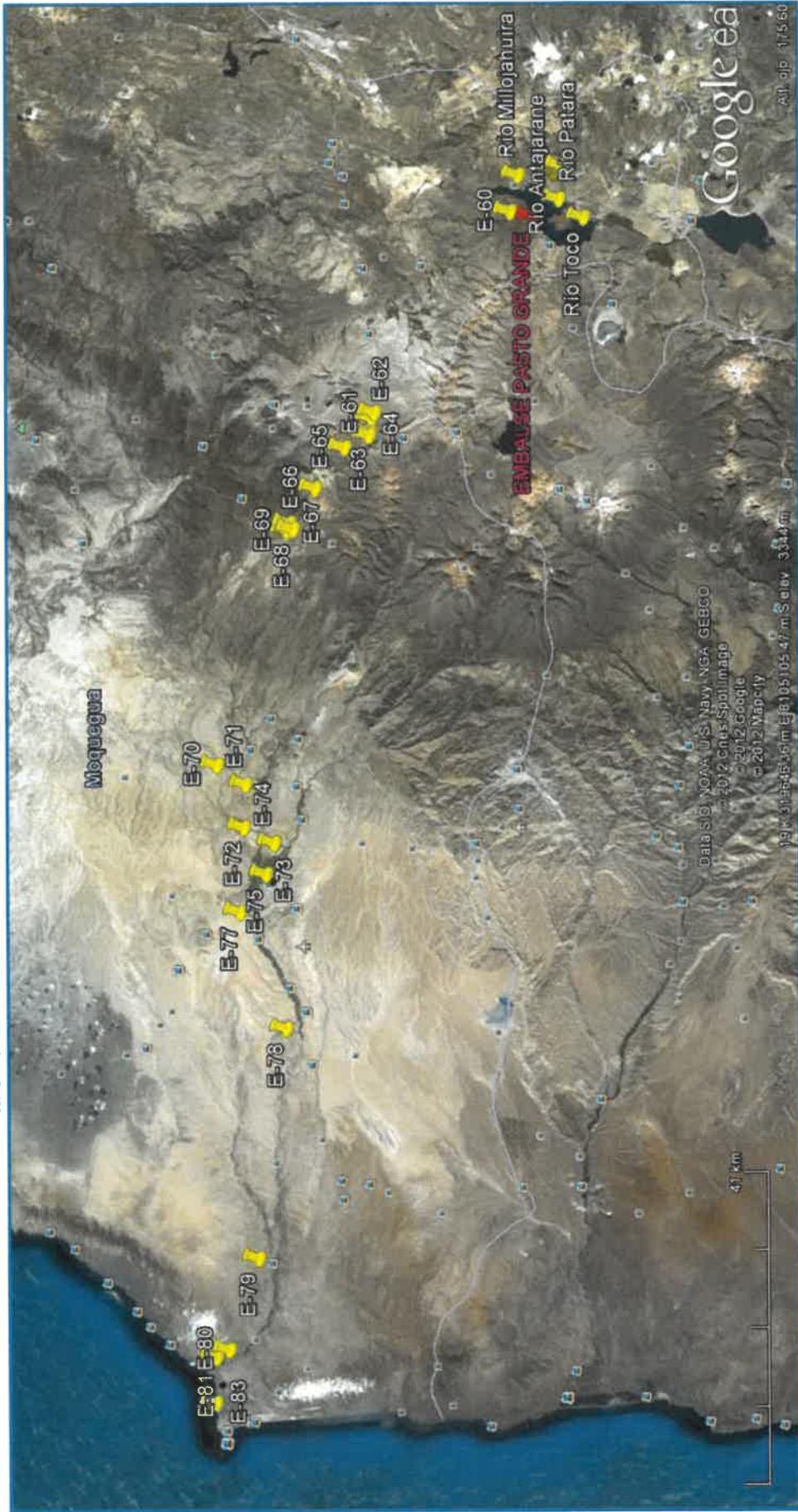
CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 34763

FIGURA N°1
VISTA SATELITAL DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO
MONITOREO EN PERIODO DE AVENIDAS Y ESTIAJE -2012



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6536

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Anguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



SECCIÓN A

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

VCHI S.A.

Consorcio

acciona
Ingeniería

V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Tanguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

SECCIÓN A:**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE****1. PERIODO DE EJECUCIÓN**

Periodo de I Monitoreo: Abril – Mayo 2012

Periodo de II Monitoreo: Julio - Agosto 2012

2. PARÁMETROS DE CONTROL

En la caracterización de las aguas del embalse, se consideraron los siguientes parámetros, de acuerdo a un Programa de parámetros de control aprobados por la Supervisión del Proyecto.

Cuadro N°A-1
Parámetros Físicos Y Químicos Para La Caracterización De Las Aguas.

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	
pH	Aluminio
Temperatura	Arsénico
Turbiedad	Boro
Conductividad Específica	Bario
Color verdadero	Berilio
Oxígeno Disuelto	Bismuto
Sólidos Totales Disueltos	Calcio
Dureza Total	Cadmio
Cloruros	Cobalto
Sulfatos	Cromo
Fosforo Total	Cromo + 6
N-Nitratos	Cobre
Fluoruros	Hierro
Sulfuro	Potasio
Cianuro Total	Litio
Cianuro wad	Magnesio
DBO	Manganeso
DQO	Molibdeno
Sílice	Sodio
Transparencia	Níquel
Cloroformo	Fósforo
Bromodiclorometano	Plomo
Dibromoclorometano	Antimonio
Bromoformo	Selenio
N - Amoniacal	Silicio
Vanadio	Estaño

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

15

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	
Zinc	Estroncio
Plata	Titanio
Mercurio	Talio
-----	Oro

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA

Los resultados de la calidad física y química informados por el Laboratorio de Envirolab Perú, incluyen los datos medidos en campo, tales como: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en las aguas tomadas de la descarga del Embalse de su extenso recorrido.

3.1 SIGNIFICANCIA DE CALIDAD FÍSICA

La medición de la calidad física in situ de las aguas, permite identificar rápidamente la probable calidad y el posible potencial de contaminación de las aguas. Seguidamente se describe brevemente la significancia de los parámetros de calidad física medida en campo:

- **pH**

Parámetro de medición rápida que expresa el tipo de agua en función a sus iones hidronio presentes, puede ser ácida a partir de valores menores a un pH de 7 unidades estándar (u.e.) o alcalina a partir de valores mayores a un pH de 7.00 u.e., denominándose aguas ácidas de propiedades corrosivas o alcalinas de propiedades incrustantes, respectivamente.

- **Temperatura**

De acuerdo a los periodos estacionales, el periodo estacional de lluvias y de estiaje, son caracterizados por temperaturas bajas por la altura (msnm) donde se ubica la zona de estudio del Embalse Pasto Grande. Se considera que la temperatura debe disminuir por efecto climático con respecto al periodo de estiaje, parámetro que influye notablemente en la vida acuática del Embalse por la relación directa proporcional con el oxígeno disuelto en las aguas.

- **Conductividad eléctrica**

Parámetro que indica el paso de la corriente eléctrica a través de la cantidad de sales disueltas presentes en el agua; la conductividad eléctrica se correlaciona directamente proporcional al contenido de sales disueltas.

- **Oxígeno disuelto**

El nivel de oxígeno en las aguas es un indicador del grado de contaminación, la mayor concentración de oxígeno disuelto favorece la vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática. La calificación de las aguas en función al nivel del oxígeno disuelto es:

Tabla N°A-1
Calificación de Calidad de Aguas & Oxígeno Disuelto

Nivel de Oxígeno disuelto (mg/L)	Calidad de agua
0.0 a 4.0	Mala
4.1 a 7.9	Aceptable
8.0 a 12.0	Buena
12.0 a más	Sobresaturada

- Dureza del agua**

La dureza de las aguas indican la cantidad de sales carbonatas estables presentes en las aguas, que contiene la sumatoria de la dureza cálcica y la dureza magnésica. Se puede expresar en forma conjunta como carbonato de calcio. Los niveles de durezas varían de acuerdo a su procedencia, caso de aguas de lluvias son aguas blandas con valores menores de 15 mg/L y se consideran blandas hasta niveles de 50 mg/L, o en el caso de moderadamente blandas a riachuelos que recorren suelos limpios libres de cacitas o dolomitas. Generalmente las aguas de pozo varían entre 200 a 1000 mg/L, considerándose desde ligeramente duras hasta muy duras, valores que limitan el uso de sus aguas. El problema de elevado contenido de dureza en las aguas es por las incrustaciones (sarro) que pueda presentarse en su uso.

Tabla N°A-2
Calificación de Calidad de Aguas & Dureza Total

Clasificación de Tipos de Aguas	Dureza Total (expresado como Carbonato de Calcio) mg/L
Blanda	0 – 50
Moderadamente blanda	50 – 100
Ligeramente dura	100 – 200
Moderadamente dura	200 – 300
Dura	300- 450
Muy dura	>450

3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para un mejor Diagnostico de la calidad de las aguas de la descarga del embalse Pasto Grande, en base a los ensayos y/o análisis y evaluación de los resultados emitidos por el laboratorio, se realizan gráficos de hidroquímica, tipo pie, Schouller, barras Collins, isolíneas, para los diferentes rangos de valores de los parámetros de pH, conductividad y para los metales las concentraciones de mayor incidencia o significancia en las aguas, tales como: hierro, arsénico y aluminio, entre otros, que ayudan a la evaluación espacial de la calidad del agua, visualizando el nivel de concentración y/o contaminación o incremento en el tiempo.

Los diagramas de pie ubicados en los mapas, corresponden a los resultados de calidad de las estaciones ubicadas a lo largo de los afluentes para las microcuencas de los ríos, seguido en el

embalse y descarga del embalse. Estas representaciones nos indican la variabilidad de la concentración de los parámetros que presentan mayor incidencia en las aguas.

La calidad de las aguas en las zona de descarga del embalse Pasto Grande, se evalúa teniendo como referencia los lineamientos establecidos en el DS N°002-2008 MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" para las Categorías, 1 (A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional), Categoría 3 (Aguas para Riego de vegetales y bebida de animales) y Categoría 4 (Conservación del medio acuático, lagunas y lagos), de acuerdo a su uso en la zona.

4. FECHAS DE MONITOREO

Se muestran las fechas de ejecución de la toma de muestras en los cuadros de calidad física y química para los dos periodos estacionales.

Se indica que la Estación correspondiente al punto de muestreo E-85 Estación de Pampas San Antonio, ubicado en la descarga del canal techado, corresponden a igual calidad de las aguas que ingresan a la Planta de Tratamiento cata Catas E-83, por cuanto en coordinación se procedió a no realizar su monitoreo al no ser representativo para la evaluación de la variabilidad de la calidad de las aguas.

5. CALIDAD FISICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

En el presente capítulo se evalúa la calidad de las aguas en la descarga, para los tramos de la cuenca alta, media y baja del Embalse Pasto Grande, con la interpretación de los resultados de calidad para los dos periodos estacionales de monitoreo, el de lluvias o de avenida y el de estiaje o de sequía.

Los monitoreos se realizaron, para el periodo de avenidas en el mes de abril y mayo y para el periodo de estiaje en el mes de julio del 2012, tal como se describe en el cuadro correspondiente.

Para evaluar la calidad del agua de la cuenca Pasto Grande, se realizó el monitoreo desde la salida del embalse Pasto Grande hasta la salida de las plantas de tratamiento considerando el muestreo de 24 puntos a lo largo de su recorrido. Seguidamente según estaciones pre determinadas se toman muestras en el manantial Chaupillapujo, el río Chilligua, el río Otorá, el río Torata, bocatomas, río Tumilaca, río Moquegua, Río Osmore y las aguas de las plantas de tratamiento, entre otros.

Las características principales de los resultados de las mediciones de campo y de los reportes del laboratorio, evaluados según el ECA respectivo, se describen a continuación:

Parámetros Físicos y Químicos:

Las características principales de los resultados de las mediciones de campo y de los reportes del laboratorio, evaluados según el ECA respectivo, se detallan a continuación

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Anguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

18

Cuadro NºA-2 CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE - PERIODO DE AVENIDAS - ABRIL 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	pH	Temperatura	Turbidez	Conductividad Específica	Color Verdadero	Oxígeno Disuelto	Demanda de Oxígeno Biológica	Demanda Química de Oxígeno
ECA: Categoría 3	Riego/ Bebidas de animales	6.5-8.5/ 6.5-8.4	---	---	<2000/ ≤5.000	---	>=4/ >5	15/ ≤=15	40/40
Descarga del Embalse Pasto Grande									
E-60	22/04/2012	4.3	10	4.4	445	<5	5.1	N.D.	N.D.
E-61	23/04/2012	7.8	11	N.D.	53	<5	6.1	N.D.	N.D.
E-62	23/04/2012	7.5	11	0.5	115	<5	6.0	N.D.	N.D.
E-63	23/04/2012	7.5	11	N.D.	152	<5	6.1	N.D.	N.D.
E-64	23/04/2012	7.9	10	N.D.	127	<5	6.1	N.D.	N.D.
E-65	23/04/2012	7.9	9	2.6	137	<5	6.2	N.D.	N.D.
E-68	24/04/2012	7.3	7	3.3	158	10	6.0	N.D.	N.D.
E-69	24/04/2012	7.0	8	5.1	118	<5	6.1	N.D.	N.D.
E-70	24/04/2012	6.8	17	4.3	262	<5	5.9	N.D.	N.D.
E-71	24/04/2012	6.7	18	10.5	389	<5	5.5	N.D.	N.D.
E-72	24/04/2012	7.4	19	21.0	562	10	6.1	N.D.	N.D.
E-73	24/04/2012	7.1	22	14.5	283	<5	4.9	N.D.	20
E-74	24/04/2012	8.2	21	11.5	361	<5	5.3	N.D.	24
E-75	24/04/2012	7.7	21	5.6	358	<5	5.8	N.D.	20
E-76	24/04/2012	7.3	20	2.3	399	<5	6.0	N.D.	24
E-77	24/04/2012	7.5	22	3.6	861	<5	5.8	N.D.	20
E-78	24/04/2012	7.7	23	1.6	1451	<5	5.8	N.D.	24
E-79	25/04/2012	8.1	24	0.8	1406	<5	6.1	N.D.	20
E-80	25/04/2012	8.0	27	0.9	1567	5	5.5	N.D.	24
E-81	25/04/2012	8.0	22	0.8	1430	<5	6.1	N.D.	20
E-82	25/04/2012	7.8	23	N.D.	1422	<5	5.5	N.D.	28
E-83	25/04/2012	8.0	22	2.0	1424	<5	5.9	N.D.	20
E-83 (A)	25/05/2012	8.2	22	95.0	2216	<5	5.9	N.D.	28
E-84	25/04/2012	7.2	23	0.2	2011	<5	5.9	N.D.	24

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguiz Carballo
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Cuadro NºA-3 CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE – PRIODO DE ESTIAJE - JULIO 2012

ESTACION	Fecha de Muestreo	Unidad	Caudal (L/s)	pH	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad Específica uS/cm	Color Verdadero UC	Oxígeno Disuelto mg/l	Demanda de Oxígeno		Demanda Química de Oxígeno mgO2/L
										DBO5 mg/L	DQO mgO2/L	
	ECA: Categoría 3		Riego/Bebidas de animales	u.e. 6.5-8.5/ 6.5-8.4	---	---	<2000/ ≤5.000	---	>=4/ >5	15/ <=15	40/40	
E-60	06/07/2012		2234	3.8	5.5	4.4	441	<5	4.9	N.D.	N.D.	N.D.
E-61	10/07/2012		1218	7.9	12	0.2	57.6	<5	5.4	N.D.	N.D.	N.D.
E-62	10/07/2012		2510	6.1	8	1.2	256.4	<5	5.7	2	N.D.	N.D.
E-63	10/07/2012		238	7.2	12	0.2	136.7	<5	5.7	N.D.	N.D.	N.D.
E-64	10/07/2012		200	7.9	13	0.2	124.2	<5	5.6	N.D.	N.D.	N.D.
E-65	10/07/2012		4930	7.6	9	3.6	202.8	<5	5.7	3	N.D.	N.D.
E-66	10/07/2012		6980	7.9	8	4.2	207.5	<5	5.6	2	N.D.	N.D.
E-67	10/07/2012		6660	7.4	8	5.8	208.7	<5	5.3	2	N.D.	N.D.
E-68	10/07/2012		390	7.9	9	2.4	229.9	<5	5.5	3	N.D.	N.D.
E-69	10/07/2012		5830	7.8	8	3.4	212.3	<5	5.8	2	N.D.	N.D.
E-70	10/07/2012		19480	8.2	15	8.2	216.8	<5	5.4	4	N.D.	N.D.
E-71	11/07/2012		13745	8.4	13	6.1	399.0	<5	5.2	3	N.D.	N.D.
E-72	11/07/2012		10920	8.2	13	13.7	337.0	<5	5.3	3	N.D.	N.D.
E-73	11/07/2012		1890	8.5	17	8.7	335.0	<5	4.3	3	N.D.	N.D.
E-74	11/07/2012		10930	8.7	14	9.4	328.7	<5	5.2	3	N.D.	N.D.
E-75	11/07/2012		3105	8.3	14	8.2	318.0	<5	5.3	3	N.D.	N.D.
E-76	11/07/2012			8.1	13	2.9	402.2	<5	5.6	N.D.	N.D.	N.D.
E-77	11/07/2012		3497	8.3	22	5.0	813.0	<5	6.0	N.D.	N.D.	N.D.
E-78	11/07/2012		23730	8.4	23	2.1	1316	<5	5.6	N.D.	N.D.	N.D.
E-79	12/07/2012		8170	9.0	19	0.5	1463	<5	5.7	N.D.	28	28
E-80	12/07/2012		7515	8.7	22	1.3	1613	<5	5.5	N.D.	28	28
E-81	12/07/2012		557	8.5	19	0.5	1538	<5	5.7	N.D.	24	24
E-82	12/07/2012		---	8.2	22	0.8	1419	<5	4.8	N.D.	28	28
E-83	12/07/2012		---	8.5	19	0.3	1354	<5	5.9	3	28	28

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

ESTACION	Fecha de Muestreo	Caudal (L/s)	pH	Temperatura	Turbidez	Conductividad Específica	Color Verdadero	Oxígeno Disuelto	Demanda de Oxígeno		Demanda Química de Oxígeno
									DBO ₅	DQO	
ECA: Categoría 3	Unidad	Riego/ Bebidas de animales	u.e.	°C	NTU	uS/cm	UC	mg/l	mg/L	mgO ₂ /L	
E-83 (A)	12/07/2012	-----	6.5-8.5/ 6.5-8.4 8.7	-----	-----	<2000/ ≤5.000	-----	>=4/ >5	15/ ≤=15	40/40	
E-84	12/07/2012	-----	7.6	20	4.5	2157	<5	4.9	2	24	
				20	0.3	1731	<5	5.0	N.D.	52	

Fuente: Emvirolab Perú

CUADRO N°A-4 PARÁMETROS INORGÁNICOS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE PERIODO DE LLUVIAS - JULIO 2012

ESTACION	FECHA DE MUESTREO	Sólidos Totales Disueltos	Dureza Total	Cloruro	Sulfato	Fósforo Total	Nitrato	Fluoruro	Sulfuros	Sílice (SiO ₂)	Descarga del Embalse Pasto Grande	
											mg/l	mg/l
ECA: Categoría 3 Riego / Bebida animales		-----	-----	-----	300/500	1/-	50/50	1/2	0.05/0.05	-----		
E-60	22/04/2012	303	73.7	49.70	105.8	N.D.	N.D.	0.23	N.D.	27.8		
E-61	23/04/2012	36	30.3	1.00	5.6	0.062	0.58	0.05	N.D.	52.1		
E-62	23/04/2012	80	22.6	9.00	27.3	0.035	0.61	0.07	N.D.	45.6		
E-63	23/04/2012	100	48.8	1	32.4	0.033	0.55	0.10	N.D.	53.5		
E-64	23/04/2012	95	28.3	1.80	25.5	0.051	0.12	0.09	N.D.	51.8		
E-65	23/04/2012	100	32.7	5.10	25.3	0.054	0.38	0.10	N.D.	47.1		
E-66	24/04/2012	107	47.6	2.70	34.3	0.025	0.10	0.11	N.D.	36.4		
E-69	24/04/2012	85	36.9	2.20	22.5	0.039	0.17	0.07	N.D.	34.1		
E-70	24/04/2012	195	86.9	12.20	43.0	0.052	0.41	0.13	N.D.	33.8		
E-71	24/04/2012	292	162.7	25.60	56.2	0.104	1.24	0.17	N.D.	47.3		
E-72	24/04/2012	380	176.6	42.70	87.6	N.D.	2.35	0.19	N.D.	44.7		
E-73	24/04/2012	194	95.2	14.40	73.0	N.D.	3.36	0.18	N.D.	36.3		
E-74	24/04/2012	248	123.8	22.7	77.38	N.D.	2.41	0.18	N.D.	36.8		

CONSORCIO V-5:

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

ESTACION	FECHA DE MUESTREO	Sólidos Totales Disueltos	Dureza Total	Cloruro	Sulfato	Fósforo Total	Nitrato	Fluoruro	Sulfuros	Silice (SiO ₂)
E-75	24/04/2012	245	111.1	21.70	71.6	N.D.	3.83	0.19	N.D.	37.7
E-76	24/04/2012	269	123.0	31.30	75.7	0.044	4.91	0.19	N.D.	37.0
E-77	24/04/2012	640	282.7	76.2	173.1	0.095	5.91	0.33	N.D.	47.8
E-78	24/04/2012	1078	486.1	184.5	296.5	0.022	5.81	0.36	N.D.	46.1
E-79	25/04/2012	1080	414.7	190.5	283.8	0.020	2.09	0.29	N.D.	43.8
E-80	25/04/2012	1198	452.4	207.6	328.7	0.038	1.28	0.31	N.D.	43.0
E-81	25/04/2012	1083	431.5	184.5	217.0	0.040	1.76	0.29	N.D.	42.7
E-82	25/04/2012	1081	411.6	194.5	223.1	0.016	1.99	0.29	N.D.	42.1
E-83	25/04/2012	1097	415.6	179.5	277.8	0.037	1.84	0.28	N.D.	43.6
E-83 (A)	25/05/2012	1674	500.9	324.9	371.3	0.444	1.43	0.48	N.D.	48.5
E-84	25/04/2012	1700	474.2	299.8	367.0	0.011	2.19	0.41	N.D.	42.2

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CUADRO N° A-5 PARÁMETROS INORGÁNICOS DE LA CUENCA PASTO GRANDE - PERIODO DE ESTIAJE - JULIO 2012

ESTACION	FECHA DE MUESTREO	Sólidos Totales Disueltos mg/l	Dureza Total mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	Fósforo Total mg/l	Nitrato mg/l	Fluoruro mg/l	Sulfuros mg/l	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA: Categoría 3										
E-60	06/07/2012	327	68.4	48	104	0.01	0.08	0.26	N.D.	27.6
E-61	10/07/2012	37	84	1.1	1.1	N.D.	0.29	0.08	N.D.	49.7
E-62	10/07/2012	184	43.1	28.7	43.6	0.03	0.33	0.17	N.D.	41.7
E-63	10/07/2012	101	36.2	1.1	26.5	0.03	0.34	0.13	N.D.	56.6
E-64	10/07/2012	92	27.9	1.4	16.4	0.036	0.30	0.12	N.D.	56.3
E-65	10/07/2012	148	38	18.7	40.0	0.035	0.24	0.15	N.D.	45.7
E-66	10/07/2012	149	38.0	18.4	38.7	0.004	0.28	0.15	N.D.	45.5
E-67	10/07/2012	149	36.7	18.5	38.9	0.04	0.27	0.18	N.D.	45.1
E-68	10/07/2012	162	61.8	3.3	57.7	0.04	N.D.	0.15	N.D.	42.4
E-69	10/07/2012	150	41.6	17.8	45.9	0.04	0.65	0.15	N.D.	45.5
E-70	10/07/2012	192	66.5	21.5	45.0	0.03	0.36	0.17	N.D.	45.0

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carhaja
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Tomo 4: CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTACION	FECHA DE MUESTREO	Sólidos Totales Disueltos mg/l	Dureza Total mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	Fósforo Total mg/l	Nitrato mg/l	Fluoruro mg/l	Sulfuros mg/l	Silice (SiO ₂) mg/L
ECA: Categoría 3		—	—	—	500	—	50	2	0.05	—
E-71	11/07/2012	361	194	37.3	47.8	N.D.	4.27	0.20	N.D.	42.4
E-72	11/07/2012	304	178	32.6	51.8	N.D.	5.06	0.18	N.D.	42.4
E-73	11/07/2012	235	125.5	19.2	59.5	0.009	0.13	0.21	N.D.	37.6
E-74	11/07/2012	291	119.5	30.4	49.2	0.009	4.21	0.18	N.D.	40.1
E-75	11/07/2012	285	120.3	29.1	43.7	0.009	0.81	0.18	N.D.	40.7
E-76	11/07/2012	281	119.9	32.3	43.7	0.009	0.87	0.18	N.D.	38.9
E-77	11/07/2012	616	271	75.2	131.1	0.010	4.18	0.33	N.D.	44.0
E-78	11/07/2012	995	488	190.5	223.4	0.009	5.47	0.36	N.D.	38.3
E-79	12/07/2012	1070	451.0	230	227.0	N.D.	2.10	0.31	N.D.	30.2
E-80	12/07/2012	1165	478.0	261	227.0	N.D.	1.59	0.32	N.D.	30.7
E-81	12/07/2012	1121	463.0	247	232.6	N.D.	2.91	0.30	N.D.	29.0
E-82	12/07/2012	1110	439.0	243	233.4	N.D.	2.57	0.30	N.D.	31.4
E-83	12/07/2012	1115	471.0	252	236.1	N.D.	N.D.	0.30	N.D.	28.0
E-83 (A)	12/07/2012	1604	554.0	332	301.2	0.754	1.27	0.54	N.D.	47.5
E-84	12/07/2012	1300	477.0	276	293.2	N.D.	2.04	0.37	N.D.	27.2

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

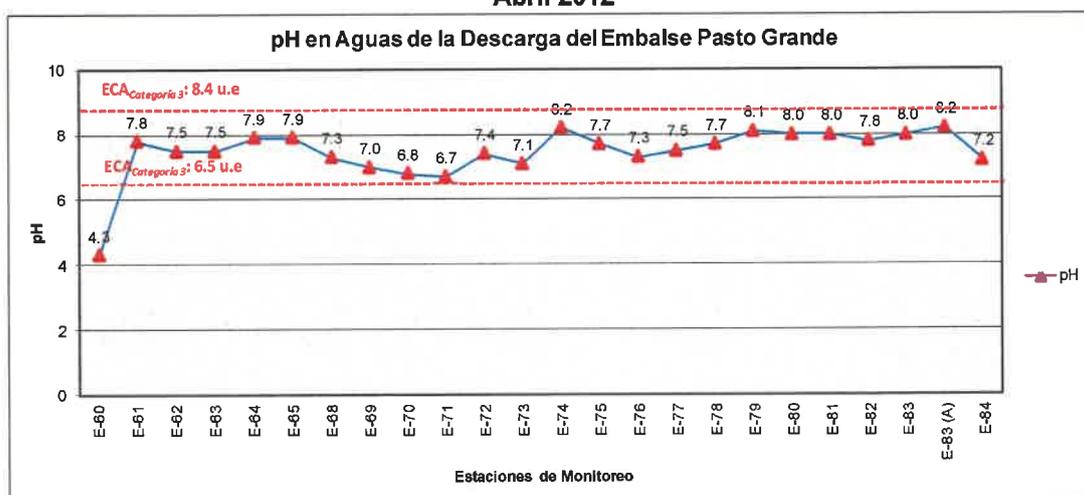
EVALUACIÓN DE RESULTADOS

pH

En el periodo de avenidas, evaluando la calidad del pH en las aguas de la cuenca media y baja del Sistema Pasto Grande, se observa que el pH a la salida del embalse es ácido y menor al ECA establecido para las Categorías 3 y 4, (4.3 u.e. en el estación E-60); en la zona del túnel Jachacuesta recibe las filtraciones alcalinas del túnel y a la salida del túnel, recibe las aguas alcalinas de los manantiales Chaullapujo 1 y 2; lo que cambia las características iniciales del agua de la salida del embalse. El agua del embalse se neutraliza llegando a registrar valores dentro del lineamiento establecido en el ECA para aguas Categoría 3, tal como se muestra en el Gráfico N° 1.66, *pH en Aguas en la Zona de Descarga del Embalse Pasto Grande*.

Se observa en el siguiente gráfico la variación del pH en la cadena conformada adicionalmente por los afluentes y a la entrada y salida de las plantas de tratamiento de agua potable, aguas en el rango neutro de pH que ingresan a las instalaciones a ser tratadas. Las aguas en todo su recorrido se encuentran en el rango establecido en los ECAs Categoría 3.

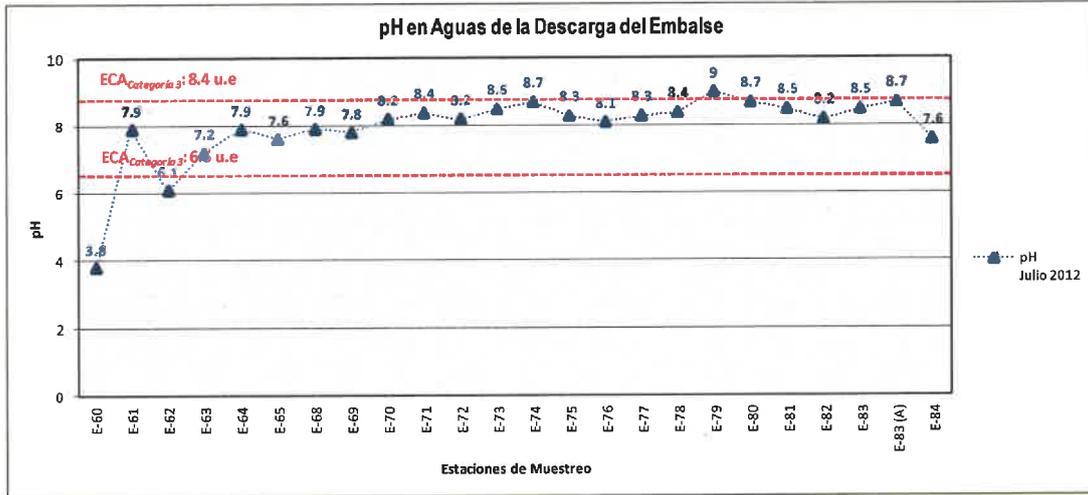
Gráfico N°A-1
pH en las Aguas en la Zona de Descarga del Embalse Pasto Grande - Periodo de Lluvias
Abril 2012



En el periodo de estiaje, evaluando la calidad del pH en las aguas de la descarga del embalse Pasto Grande, se observa que el pH a la salida del embalse es ácido y menor al ECA establecido (3.8 u.e. en el punto E-60); sin embargo conforme va avanzando y recibiendo afluentes el valor del pH se neutraliza llegando a registrar valores alcalinos por encima del lineamiento establecido en el ECA para aguas Categoría 3, tal como se muestra en el Gráfico 2.67, *pH en Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande*.

Cabe mencionar que los valores registrados en el monitoreo de Julio 2012 son mayores que los valores reportados en la primera campaña (Abril 2012).

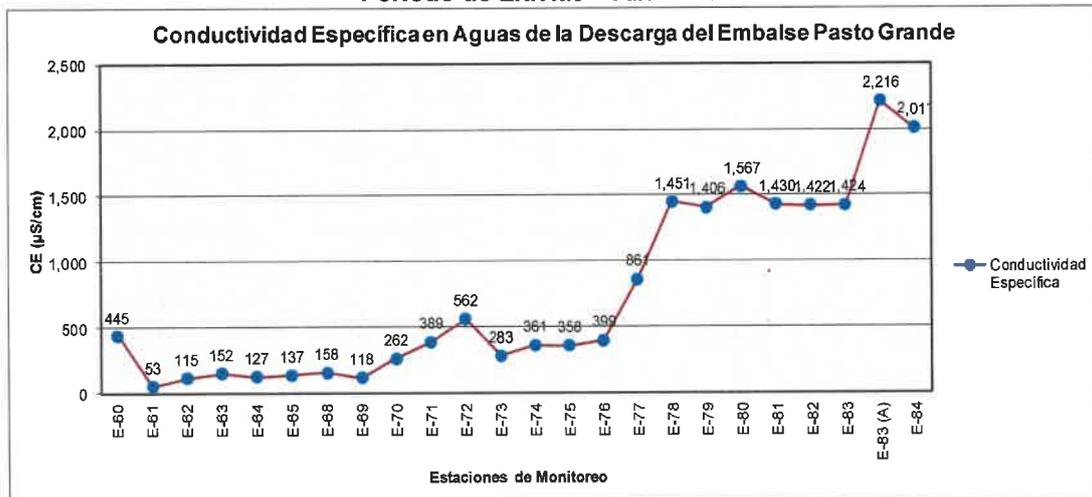
Gráfico N°A-2
pH en Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande – Periodo de Estiaje Julio 2012



Conductividad Específica

En el periodo de avenidas, con respecto a los valores de conductividad registrados a lo largo de la cuenca Pasto Grande, se observa que la conductividad ha ido incrementándose conforme discurre aguas abajo desde la salida del embalse hasta llegar a las plantas de tratamiento. Esto se debería a los aportes de afluentes con mayor disolución de minerales así como a la mineralización de la zona durante su recorrido. Se inicia el incremento con las aguas del río Otorá y seguidamente con las aguas del río Torata. Se detecta mayor incremento con las aguas del río Moquegua E-77 y E-78, que incrementan la conductividad de las aguas. Adicionalmente las aguas del río Osmore en la E-80 contribuyen al incremento de la conductividad. Estas aguas son captadas por las plantas de Tratamiento con valores de conductividad mayor de 1400 uS/cm, valor próximo al Límite de los ECAs (1600 uSm/cm) para abastecimiento de aguas crudas a una planta de tipo convencional.

Gráfico N°A-3
Conductividad Eléctrica en Aguas de la Cuenca Pasto Grande
Periodo de Lluvias – Abril 2012



CONSORCIO V-5

Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

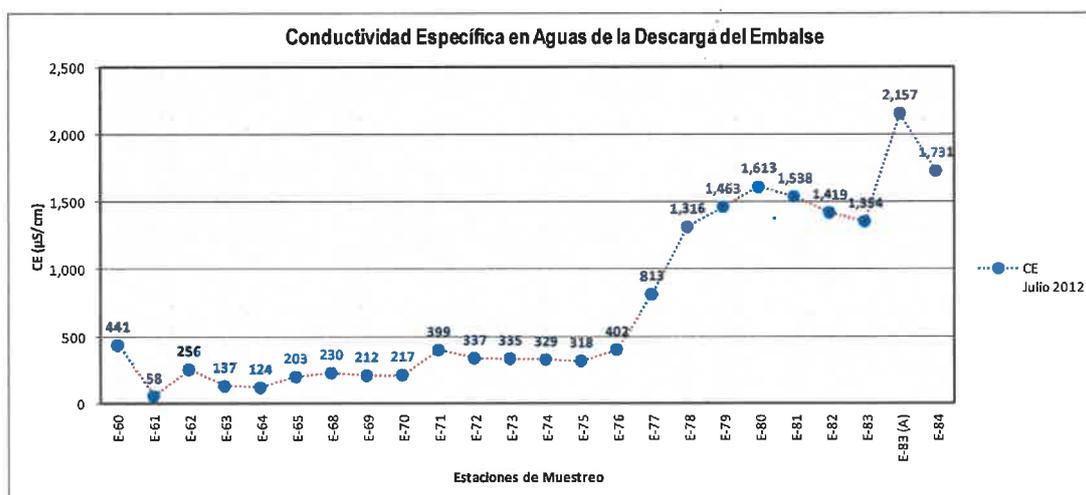
CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguren Carvajal
 INGENIERA QUÍMICA
 C.I.P. 34763

En periodo de estiaje, la calidad del agua en la descarga del embalse Pasto Grande, evaluadas con respecto a los valores de conductividad registrados a lo largo de la cuenca, se observa que la conductividad ha ido incrementándose conforme discurre aguas abajo desde la salida del embalse hasta llegar a las plantas de tratamiento. Esto se debería a los aportes de afluentes con mayor disolución de minerales así como a la mineralización de la zona durante su recorrido.

Asimismo, la tendencia creciente desde la parte alta de la cuenca hasta las estaciones ubicadas en la parte baja de la cuenca se mantiene desde el primer monitoreo realizado en la época de Avenidas (Abril 2012).

Gráfico N°A-4
Conductividad Eléctrica en Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande - Julio 2012



Oxígeno Disuelto

De acuerdo a las mediciones realizadas en campo para la fecha de muestreo, la concentración de oxígeno disuelto en las aguas se encuentra en el rango de 4.9 a 6.1 mg/L, rango que según la clasificación de calidad de aguas, son consideradas como aguas de calidad aceptable, aguas que da lugar a la vida acuática y la aireación de la posible materia orgánica y de metales presentes.

Evaluación de los Parámetros Inorgánicos

Los parámetros inorgánicos de la cuenca Pasto Grande, evaluados con los estándares establecidos en el ECA (Categoría 3 – Riego y Bebida de animales) se muestran en el Cuadro *Parámetros Inorgánicos de la Cuenca Pasto Grande*, donde se observa que las calidades aguas en las estaciones de muestreo superan los ECAs.

CUADRO N° A-5 CONCENTRACIONES DE METALES Y NO METALES TOTALES EN LAS AGUAS DE LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE – PERIODO DE LLUVIAS – ABRIL 2012

ESTACION	Aluminio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cobre	Hierro	Magnesio	Manganeso	Níquel	Fósforo	Plomo	Zinc	Mercurio
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ECA: Categoría 3 - Riego/ Bebida de Animales	5/ 5	0.05/ 0.1	0.7/ —	0.005/ 0.01	0.2/ 0.5	1/ 1	150/ 150	0.2/ 0.2	0.2/ 0.2	1/ —	0.05/ 0.05	2/ 24	0.001/ 0.001
Descarga del Embalse Pasto Grande													
E-60	2.071	0.010	0.045	0.003	0.014	0.634	4.004	1.027	0.012	0.01	N.D.	0.222	N.D.
E-61	0.021	0.028	0.003	N.D.	N.D.	0.030	1.106	N.D.	N.D.	0.07	N.D.	1.179	N.D.
E-62	0.327	0.015	0.011	N.D.	N.D.	0.105	1.593	0.164	N.D.	0.05	N.D.	0.688	N.D.
E-63	0.006	0.025	0.003	N.D.	N.D.	0.003	3.083	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	0.299	N.D.
E-64	0.025	0.036	0.002	N.D.	N.D.	0.050	2.093	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.776	N.D.
E-65	0.254	0.029	0.010	N.D.	N.D.	0.258	2.549	0.069	N.D.	0.05	N.D.	0.528	N.D.
E-68	0.354	N.D.	0.023	N.D.	N.D.	0.407	3.014	0.035	N.D.	0.04	N.D.	0.227	N.D.
E-69	0.505	N.D.	0.019	N.D.	N.D.	0.371	2.600	0.019	N.D.	0.05	N.D.	0.437	N.D.
E-70	0.419	N.D.	0.035	N.D.	N.D.	0.256	4.032	0.017	N.D.	0.06	N.D.	0.050	N.D.
E-71	0.617	N.D.	0.056	N.D.	N.D.	0.371	5.389	0.031	N.D.	0.09	N.D.	0.083	N.D.
E-72	0.796	N.D.	0.057	N.D.	N.D.	0.511	5.585	0.045	N.D.	0.10	N.D.	0.041	N.D.
E-73	1.107	N.D.	0.035	N.D.	0.022	0.730	8.118	0.096	N.D.	0.06	N.D.	0.091	N.D.
E-74	0.806	N.D.	0.039	N.D.	0.015	0.472	0.946	0.071	N.D.	0.06	N.D.	0.031	N.D.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aranguen Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

Tomo 4: CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

E-75	0.896	N.D.	0.040	N.D.	0.017	0.558	8.816	0.062	N.D.	0.06	N.D.	0.046	N.D.
E-76	0.163	N.D.	0.037	N.D.	0.005	0.344	10.310	0.004	N.D.	0.02	N.D.	0.020	N.D.
E-77	0.228	N.D.	0.070	N.D.	0.009	0.169	12.010	0.093	N.D.	0.11	N.D.	0.133	N.D.
E-78	0.109	N.D.	0.079	N.D.	0.009	0.143	22.210	0.134	N.D.	0.04	N.D.	0.036	N.D.
E-79	0.135	N.D.	0.073	N.D.	0.007	0.211	22.460	0.123	N.D.	0.04	N.D.	0.228	N.D.
E-80	0.043	N.D.	0.068	N.D.	0.005	0.205	24.180	0.136	N.D.	0.03	N.D.	0.156	N.D.
E-81	0.192	N.D.	0.075	N.D.	0.007	0.205	22.660	0.078	N.D.	0.03	N.D.	0.093	N.D.
E-82	0.013	N.D.	0.075	N.D.	0.006	0.075	24.320	0.002	N.D.	0.01	N.D.	0.261	N.D.
E-83	0.181	N.D.	0.076	N.D.	0.007	0.213	22.650	0.100	N.D.	0.03	N.D.	0.107	N.D.
E-83 (A)	5.227	0.459	0.085	N.D.	0.018	3.255	40.160	0.233	N.D.	0.28	N.D.	0.113	N.D.
E-84	0.014	N.D.	0.061	N.D.	0.004	0.014	35.830	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.046	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

CUADRO N° A-5 CONCENTRACIONES DE METALES Y NO METALES TOTALES EN LAS AGUAS DE LA ZONA DE DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE – PERIODO DE ESTIAJE - JULIO 2012

STACION	Fecha de Muestreo	Aluminio Total mg/l	Arsénico Total mg/l	Bario Total mg/l	Cadmio Total mg/l	Cobre Total mg/l	Hierro Total mg/l	Magnesio Total mg/l	Manganeso Total mg/l	Níquel Total mg/l	Fósforo Total mg/l	Plomo Total mg/l	Zinc Total mg/l	Mercurio Total mg/l
ECA: Categoría 3		5	0.1		0.01	0.5	1	150	0.2	0.2		0.05	24	0.001
E-60	06/07/2012	2.715	N.D.	0.52	0.002	0.014	0.628	5.560	1.000	0.014	N.D.	N.D.	0.223	N.D.
E-61	10/07/2012	0.024	0.030	0.001	N.D.	N.D.	0.012	1.383	0.001	N.D.	0.07	N.D.	0.028	N.D.
E-62	10/07/2012	1.468	0.016	0.030	N.D.	0.009	0.361	3.105	0.680	0.008	0.05	N.D.	0.230	N.D.
E-63	10/07/2012	0.006	0.033	0.003	N.D.	N.D.	0.004	3.540	N.D.	0.001	0.06	N.D.	0.010	N.D.
E-64	10/07/2012	0.020	0.045	0.002	N.D.	N.D.	0.023	2.284	0.002	N.D.	0.05	N.D.	0.027	N.D.
E-65	10/07/2012	0.893	0.024	0.022	N.D.	0.007	0.254	0.938	0.431	0.005	0.05	N.D.	0.081	N.D.
E-66	10/07/2012	0.899	0.023	0.022	N.D.	0.005	0.258	2.941	0.431	0.005	0.04	N.D.	0.063	N.D.
E-67	10/07/2012	0.909	0.024	0.022	N.D.	0.005	0.240	2.973	0.428	0.004	0.04	N.D.	0.118	N.D.

CONSORCIO V-5

Ing Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing Martha Aranguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 44763

Tomo 4: CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

STACION	Fecha de Muestreo	Aluminio Total mg/l	Arsénico Total mg/l	Bario Total mg/l	Cadmio Total mg/l	Cobre Total mg/l	Hierro Total mg/l	Magnesio Total mg/l	Manganeso Total mg/l	Níquel Total mg/l	Fósforo Total mg/l	Plomo Total mg/l	Zinc Total mg/l	Mercurio Total mg/l
E-68	10/07/2012	0.244	N.D.	0.028	N.D.	0.003	0.364	3.720	0.031	N.D.	0.04	N.D.	0.034	N.D.
E-69	10/07/2012	0.873	0.021	0.023	N.D.	0.005	0.249	3.004	0.393	0.004	0.05	N.D.	0.107	N.D.
E-70	10/07/2012	0.626	0.016	0.032	N.D.	0.003	0.247	3.767	0.126	N.D.	0.05	N.D.	0.073	N.D.
E-71	11/07/2012	0.214	N.D.	0.046	N.D.	0.006	0.163	4.828	0.015	N.D.	0.08	N.D.	0.054	N.D.
E-72	11/07/2012	0.412	0.012	0.041	N.D.	0.003	0.231	4.479	0.045	N.D.	0.07	N.D.	0.044	N.D.
E-73	11/07/2012	0.920	N.D.	0.050	N.D.	0.013	0.342	4.358	0.085	N.D.	0.06	N.D.	0.037	N.D.
E-74	11/07/2012	0.356	N.D.	0.048	N.D.	0.008	0.160	4.438	0.044	N.D.	0.06	N.D.	0.030	N.D.
E-75	11/07/2012	0.375	0.013	0.041	N.D.	0.005	0.187	4.389	0.049	N.D.	0.06	N.D.	0.018	N.D.
E-76	11/07/2012	0.367	0.013	0.034	N.D.	0.004	0.081	4.281	0.012	N.D.	0.03	N.D.	0.040	N.D.
E-77	11/07/2012	0.107	0.013	0.061	N.D.	0.003	0.176	9.074	0.035	N.D.	0.06	N.D.	0.019	N.D.
E-78	11/07/2012	0.092	N.D.	0.067	N.D.	0.004	0.094	21.030	0.037	N.D.	0.03	N.D.	0.063	N.D.
E-79	12/07/2012	0.039	N.D.	0.143	N.D.	N.D.	0.078	43.175	0.056	N.D.	N.D.	N.D.	0.042	N.D.
E-80	12/07/2012	0.011	N.D.	0.060	N.D.	N.D.	0.062	21.000	0.033	N.D.	0.01	N.D.	0.013	N.D.
E-81	12/07/2012	0.011	N.D.	0.070	N.D.	N.D.	0.022	19.460	0.006	N.D.	N.D.	N.D.	0.024	N.D.
E-82	12/07/2012	0.010	N.D.	0.064	N.D.	N.D.	0.171	19.270	0.001	N.D.	N.D.	N.D.	0.101	N.D.
E-83	12/07/2012	0.012	N.D.	0.071	N.D.	N.D.	0.019	19.850	0.005	N.D.	N.D.	N.D.	0.015	N.D.
E-83 (A)	12/07/2012	4.437	0.518	0.105	N.D.	0.027	6.291	31.940	0.400	N.D.	0.52	0.014	0.139	N.D.
E-84	12/07/2012	0.010	N.D.	0.049	N.D.	N.D.	0.017	22.330	0.002	N.D.	N.D.	N.D.	0.037	N.D.

Fuente: Envirolab Perú

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Aránguez L. Araya
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34783

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Se analiza seguidamente las aguas en la zona de descarga del Embalse, las concentraciones de los parámetros que presentan concentraciones superiores a los valores establecidos en los ECA.

La calidad de las aguas a la salida del Embalse –E-60, se encuentra en el rango aceptable para casi la totalidad de los metales, exceptuando al manganeso que supera los ECAs, aun así en el recorrido de las aguas y sus aportes, la concentración del manganeso disminuye hasta llegar a valores menores de los ECAs Categoría 1-A2 y Categorías 3 y 4.

Las aguas en la zona media y baja de la cuenca Pasto Grande, presentaron concentraciones de arsénico, aluminio, hierro y magnesio por debajo del lineamiento establecido en el ECA para aguas de Categoría 3 (bebida de animales).

Las aguas al ingreso a la Planta de Tratamiento Cata Catas, que recibe el aporte del Río Locumba (canal ITE) correspondiente a la estación E-83(A), registró concentraciones superiores al estándar establecido; tal como se muestra en los siguientes gráficos:

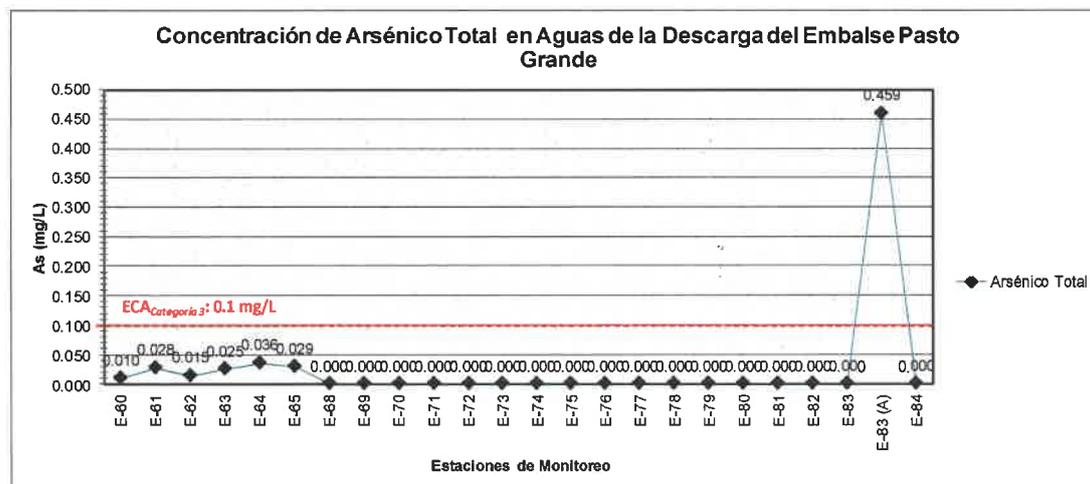
Arsénico:

Para el periodo de avenidas o lluvias, las concentraciones de arsénico se encuentran menores o no detectables (ausencia) a los valores fijados en los ECAs.

Se observa que el punto 83-A, aguas provenientes del Canal lte, segundo ingreso de aguas a la Planta de Tratamiento de agua potable Cata Catas, reporta elevada cantidad de arsénico, que supera el ECA establecido.

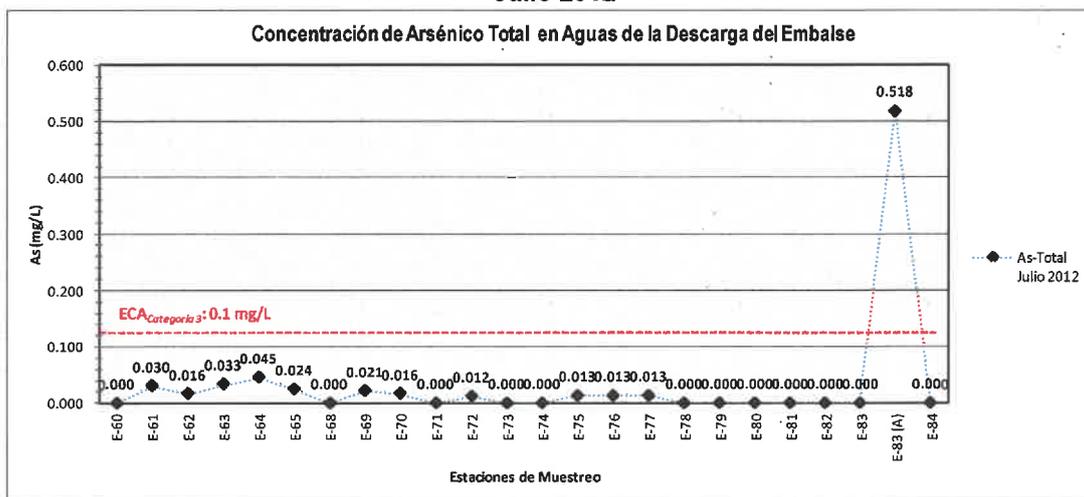
Se muestra el Gráfico *Concentración de arsénico Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande*.

Gráfico N°A-5
Concentración de Arsénico en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande -
Periodo de Avenida



En el periodo de estiaje, la calidad en las aguas de la cuenca Pasto Grande que se reportaron similares tendencias con respecto al monitoreo realizado durante la época de lluvias (Abril 2012).

Gráfico N°A-6
Concentración de Arsénico en Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande
Julio 2012



Aluminio:

Para el periodo de avenidas y de estiaje, las concentraciones de aluminio se encuentran menores o no detectables (ausencia) a los valores fijados en los ECAs. Se observa que el punto 83-A, aguas provenientes del Canal Ite, segundo ingreso de aguas a la Planta de Tratamiento de agua potable Cata Catas, reporta elevada cantidad de arsénico, que supera el ECA establecido.

Se observa que en la estación E-83(A) correspondiente al canal Ite, presenta concentración elevada de aluminio.

Se muestra el Gráfico Concentración de aluminio en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande, en las zonas alta, media y baja de la descarga.

Gráfico N°A-7
Concentración de Aluminio en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande -
Periodo de Avenida

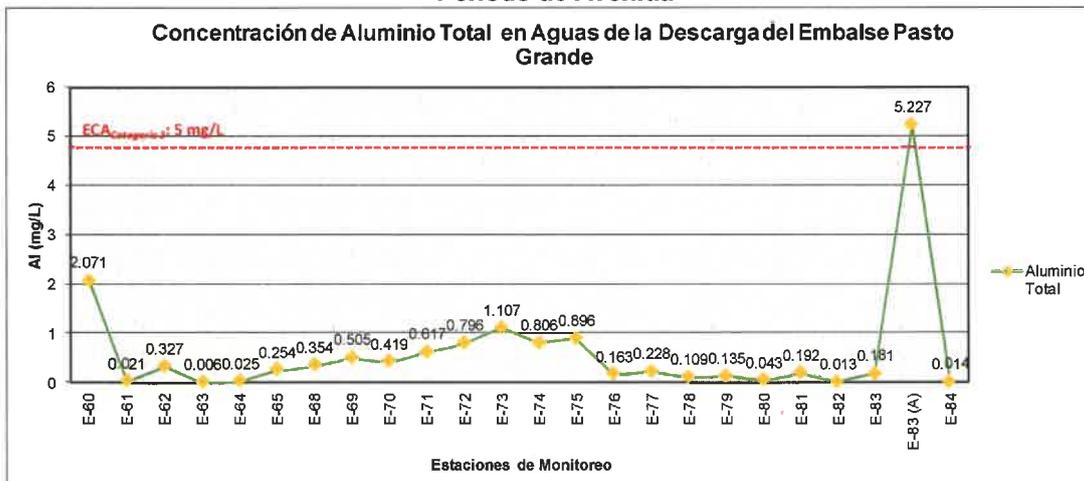
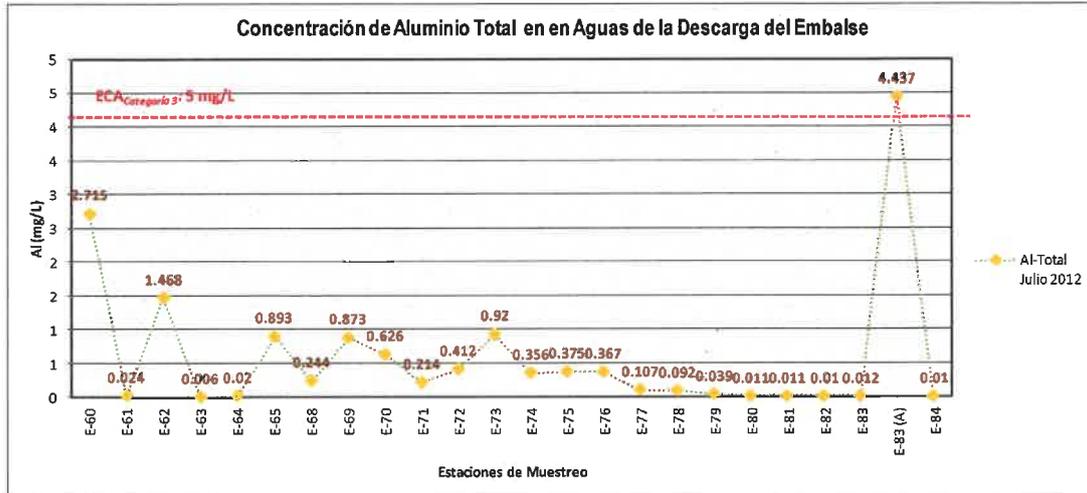


Gráfico N°A-8
Concentración de Aluminio en Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande – Julio 2012



Hierro:

Las concentraciones de hierro no sobrepasan los valores fijados en los ECAs, para los dos periodos estacionales, a excepción de las aguas en la estación E-83(A) correspondiente al canal lte, que presenta concentración elevada de hierro.

Seguidamente se muestran en los gráficos siguientes *Concentración de Hierro en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande* para los dos periodos estacionales.

Gráfico N°A-9
Concentración de Hierro en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande Periodo de Avenida – Abril – Mayo 2012

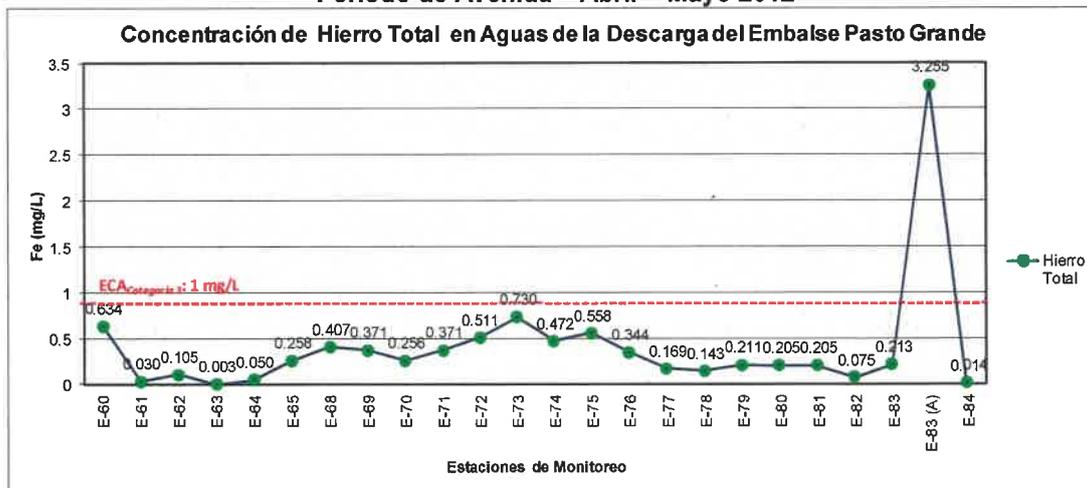
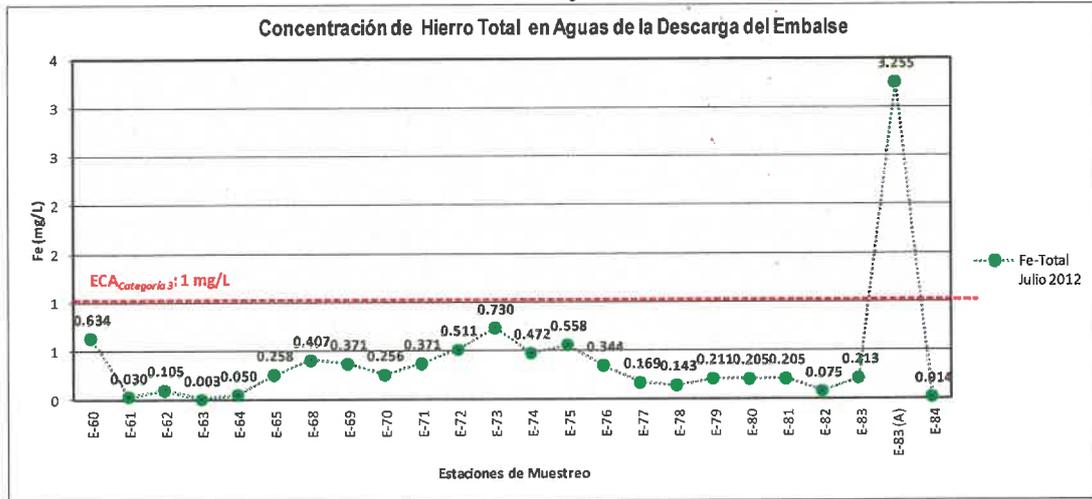


Gráfico N°A-10
Concentración de Hierro en Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande –
Periodo de Estiaje - Julio 2012



Manganeso:

La concentración de Manganeso en las aguas en la zona media y baja de la descarga de las aguas el Embalse Pasto Grande, se muestra que la concentración a la salida del embalse y en la estación del canal Ite- E-83(A), únicos puntos de muestreo, que se encuentran en nivel superior del estándar establecido, recuperándose a valores aceptables por la afluencia de aguas alcalinas y por la bioremediación que ocurre en su trayectoria

Se muestran seguidamente los gráficos correspondientes de las variaciones de las concentraciones.

Gráfico N°A-11
Concentración de Manganeso en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande
Periodo de Avenida – Abril – Mayo 2012

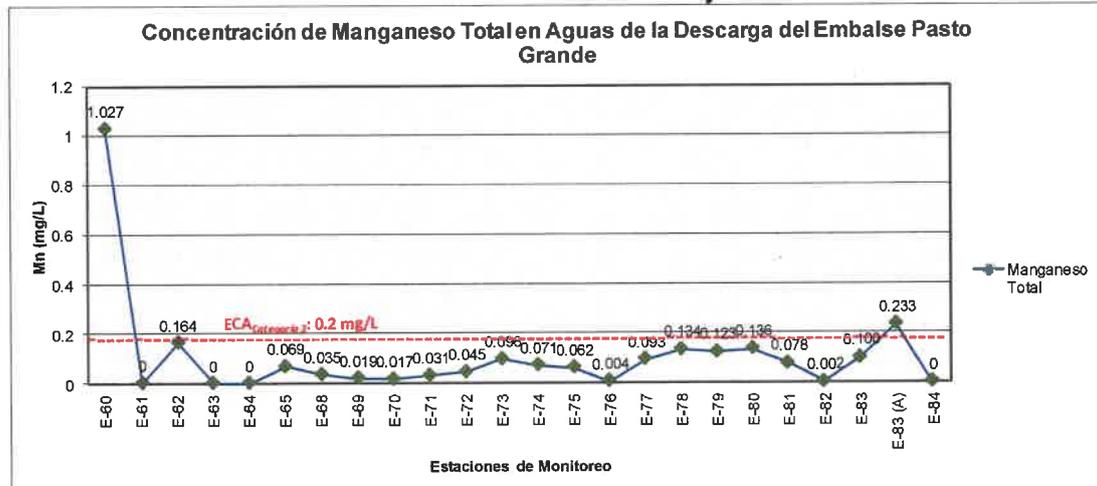
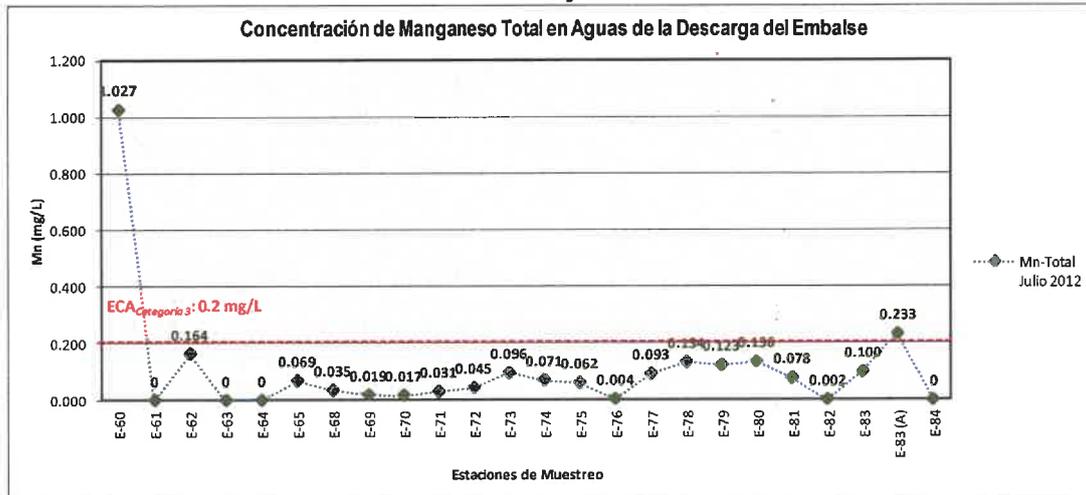


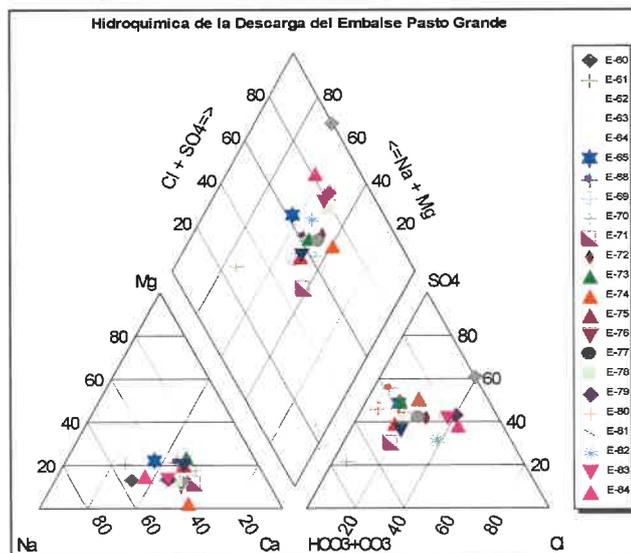
Gráfico N°A-12
Concentración de Manganeso en las Aguas de la Descarga del Embalse Pasto Grande
Periodo de Estiaje - Julio 2012



6. HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La clasificación del agua en función de las concentraciones de iones mayoritarios se representó en el diagrama de PIPER para toda la zona. Los diagramas Piper se define como un triángulo equilátero en el que se representa las concentraciones en mili equivalentes por litro de los cationes mayoritarios como el Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+ (en ocasiones $Na^+ + K^+$) y aniones mayoritarios como el HCO_3^- , SO_4^{2-} y Cl^- , cuya finalidad es determinar la familia química del agua. Su proporción refleja el origen e historia de residencia de agua subterránea. Un número de diferentes factores controlan la composición química del agua subterránea, siendo los controles más importantes, la litología del lecho rocoso y la mineralización de sulfuros.

Gráfico N°A-13
Hidroquímica en la Descarga del Embalse Pasto Grande - Periodo de Avenida



Las aguas que descargan el embalse Pasto Grande son en su mayoría sódicas-cálcicas-bicarbonatadas-cloruradas, con predominio de los iones bicarbonato y sulfato a lo largo de todo su recorrido.

CONSORCIO V-5

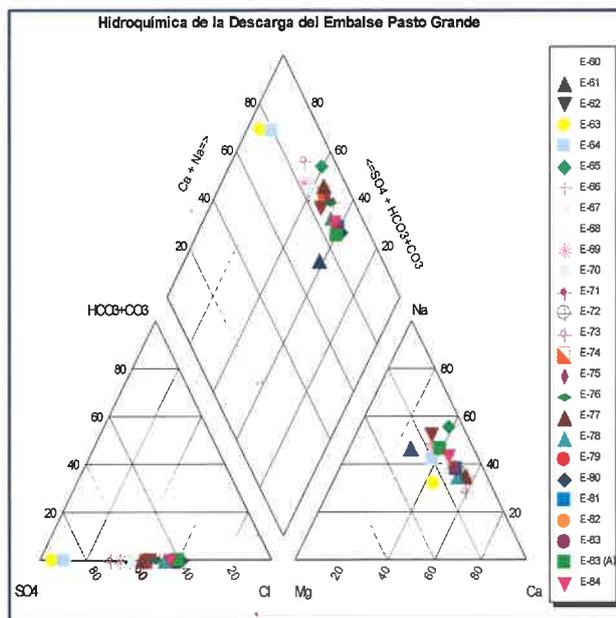
Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Anguren Carhujal
 INGENIERA QUÍMICA
 CIP. 34763

Gráfico N°A-14
Hidroquímica en Aguas de la Descarga del Embalse
Pasto Grande Julio 2012

La hidroquímica en las aguas superficiales a lo largo de la salida del embalse; en el monitoreo realizado en Julio 2012; son en su mayoría sódicas-cálcicas-bicarbonatadas-cloruradas, con predominio de los iones bicarbonato y sulfato a lo largo de todo su recorrido.



7. TENDENCIA HISTÓRICA EN AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

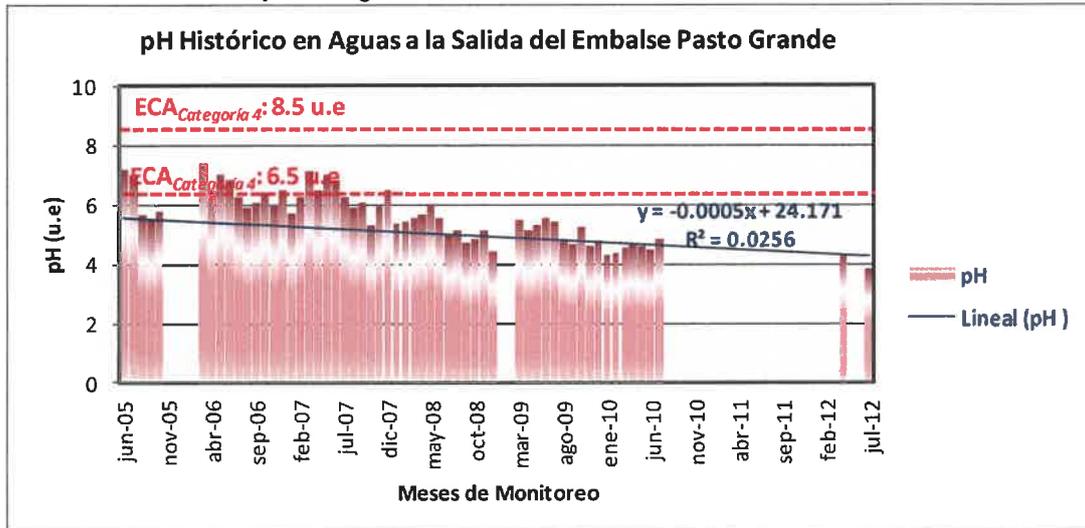
La tendencia histórica de los valores de pH, sólidos totales disueltos, sulfato, aluminio y hierro en las aguas del embalse Pasto Grande se presentan en gráficos temporales que muestran la tendencia de la calidad del agua a lo largo de los monitoreos realizados.

Tendencia del pH:

La variabilidad temporal de la calidad del agua a la salida del embalse Pasto Grande, evaluados con los registros históricos de pH y correlacionados con los resultados de la periodo Estiaje (Julio 2012); tal como se muestra en el Gráfico N° 3.77, *Tendencia del pH en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande*, presenta un tendencia decreciente con pendiente negativa de -0.0005.

Asimismo, tal como se registró en la Sección 1 (Variación Histórica en el Embalse Pasto Grande – Periodo de Avenida – Abril 2012), la tendencia decreciente se mantiene con los resultados de ambos eventos (periodo Estiaje y de Avenidas).

Gráfico N°A-15
Tendencia del pH en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande - Julio 2012

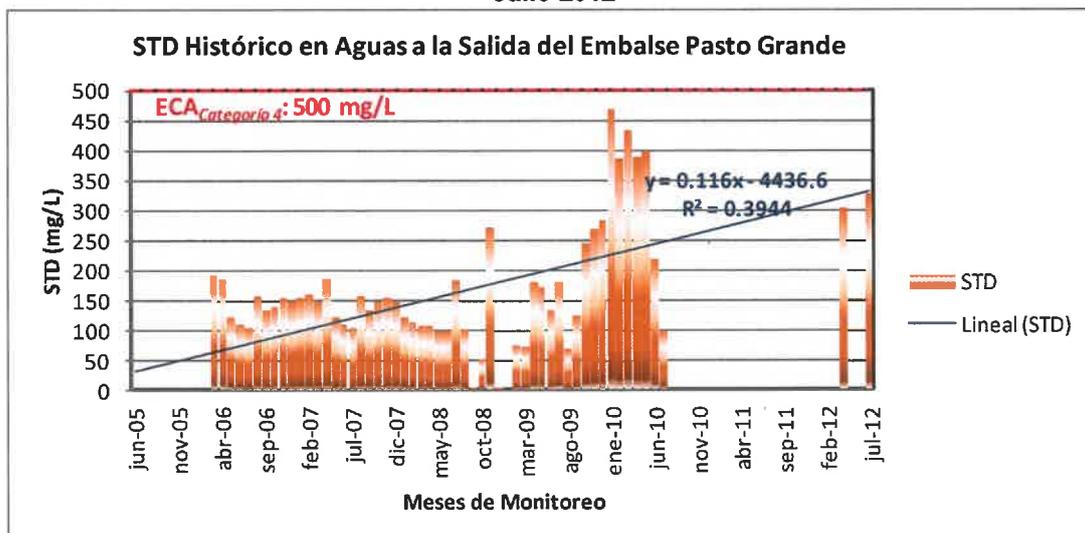


Tendencia de STD:

Tal como se observa en el Gráfico N° 3.78, *Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande*, durante los primeros años de monitoreo a la salida del embalse se reportaron concentraciones de sólidos totales disueltos por debajo de 150 mg/L; siendo actualmente valores mayores a 250 mg/L indicando así una tendencia positiva a lo largo de los años con una pendiente de 0.116.

Cabe mencionar que tanto los resultados de monitoreo de la periodo de Avenida (Abril 2012) y los resultados de monitoreo de la periodo Estiaje (Julio 2012) reportaron valores cuya tendencia indican que ascienden a lo largo de los años de monitoreo.

Gráfico N°A-16
Tendencia del Sólidos Totales Disueltos en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande - Julio 2012

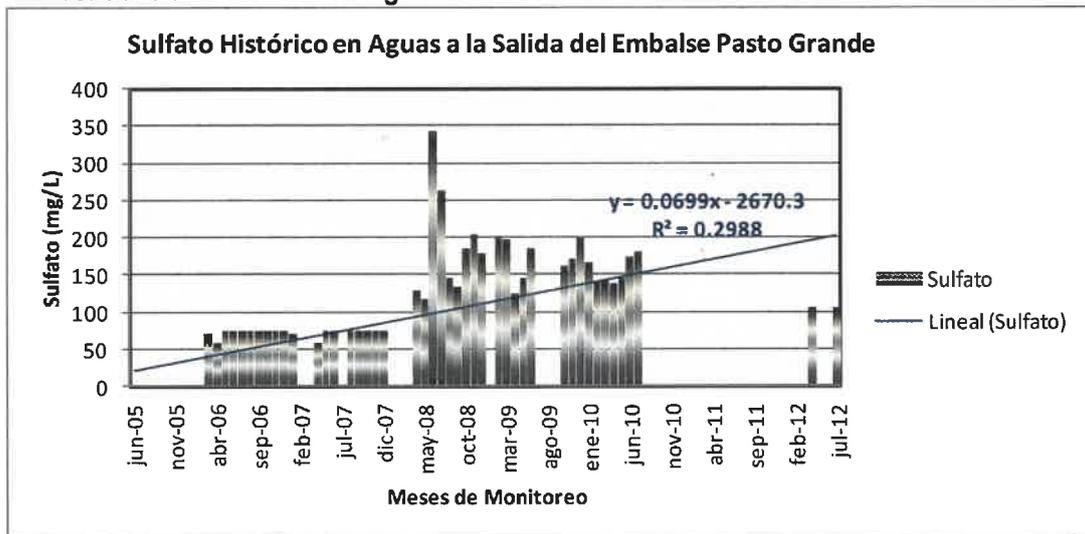


Tendencia de Sulfato:

La variabilidad espacial de las concentraciones de sulfato en las aguas de la Micro Cuenca; correlacionándola con los datos del monitoreo de la periodo Estiaje (Julio 2012), tal como se indica en el Gráfico N° 3.79, *Tendencia del Sulfato en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande*, tienden a incrementarse ligeramente con una pendiente positiva de 0.0699.

Cabe mencionar que correlacionando la tendencia histórica con los resultados de Abril 2012 (periodo de Avenida) la tendencia fue similar (pendiente positiva); por lo que se concluye que los monitoreos del año 2012 están dentro de la variabilidad histórica.

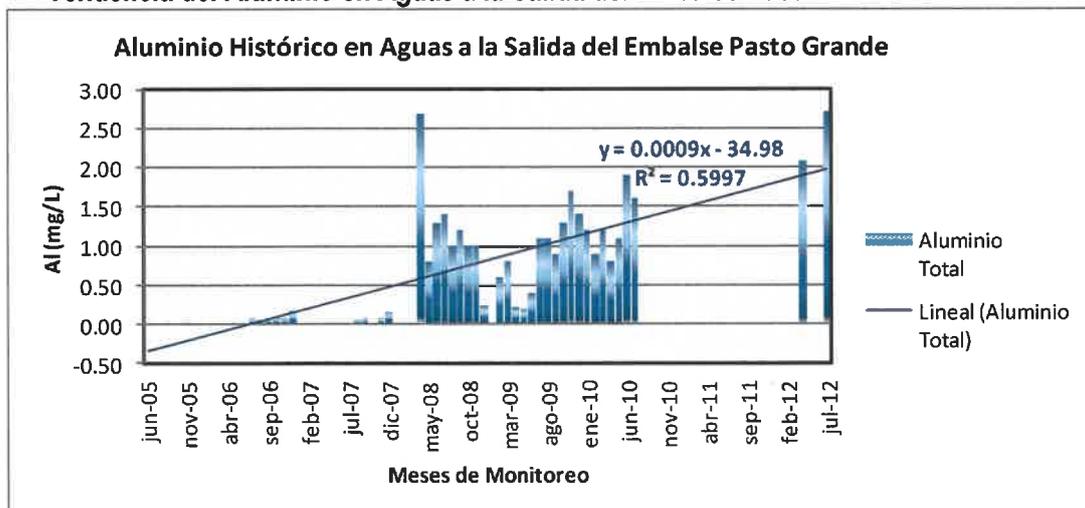
Gráfico N°A-17
Tendencia del Sulfato en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande - Julio 2012



Tendencia de Aluminio:

Los registros históricos de concentración de aluminio correlacionados con el monitoreo de periodo Estiaje (Julio 2012), tal como se muestra en el Gráfico N° 3.80, *Tendencia del Aluminio en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande*, presentan una pendiente positiva de 0.0009. Tendiendo a incrementarse a lo largo del tiempo.

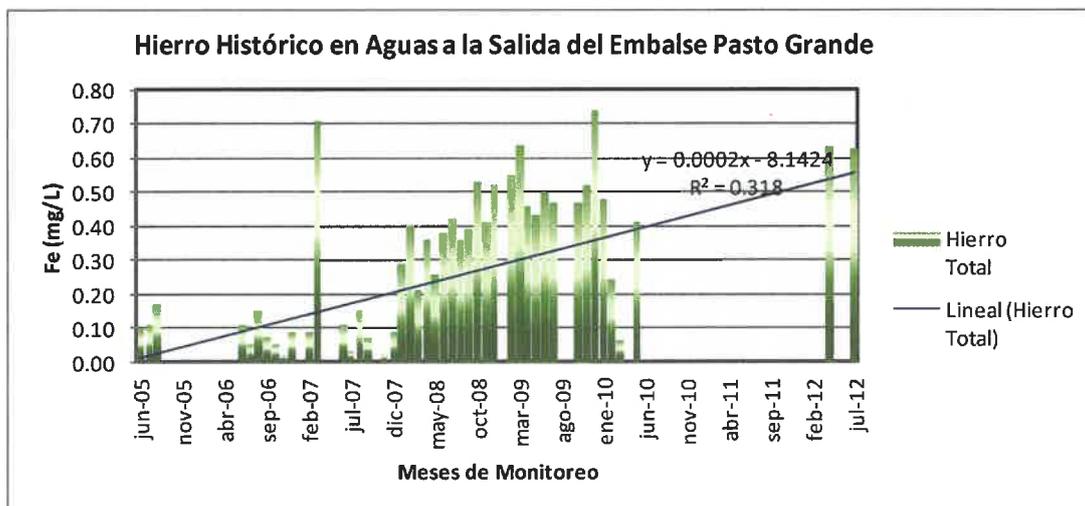
Gráfico N°A-18
Tendencia del Aluminio en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande - Julio 2012



Tendencia de Hierro:

Con respecto a los registros históricos de concentraciones de Hierro, tal como se muestra en el Gráfico N° 3.81, *Tendencia del Hierro en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande*, los valores tienden a incrementarse ligeramente con una pendiente positiva de 0.0002.

Gráfico N°A-19
Tendencia del Hierro en Aguas a la Salida del Embalse Pasto Grande - Julio 2012



8. CONCLUSIONES

Descarga de las Aguas del Embalse Pasto Grande

- ◇ Según la evaluación hidroquímica de las aguas superficiales a lo largo de la salida del embalse; mantiene las características de ser en su mayoría de tipo sódicas-cálcicas-bicarbonatadas-cloruradas, con predominio de los iones bicarbonato y sulfato a lo largo de todo su recorrido.

Túnel Jachacuesta

- ◇ Las aguas alcalinas (pH de 7.9 u.e) que aporta las filtraciones del túnel a las aguas ácidas a las aguas a la salida del embalse que presenta un pH de 3.8 u.e., mejoran notablemente la calidad de las aguas, incrementando el pH (6.1 u.e.) a niveles próximos de neutralidad de acuerdo a los valores establecido en los ECAs para la Categoría 4 y 3, lo que favorece e notablemente a las condiciones del ecosistema en la zona media y baja del área de influencia del Embalse.

Bofedales

- ◇ El efecto de remediación natural existente en la Pampa Humalso, se puede apreciar en el siguiente cuadro de porcentajes de remoción metálica.

PORCENTAJES DE REMOCION Y/O DILUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE METALES POR MANANTIALES Y BOFEDALES (E-62 y E-67) Julio 2012																
Aluminio	Arsénico	Boro	Bario	Calcio	Cobalto	Cobre	Hierro	Potasio	Litio	Mg	Manganeso	Niquel	Fósforo	Silicio	Estroncio	Zinc
39.2	-50.0	33.8	26.7	12.5	50.0	22.2	29.6	11.8	33.3	69.8	36.6	37.5	0.0	-12.1	14.5	64.8

La remoción de metales por efecto de discurrir las aguas del embalse por la zona de los bofedales en la Pampa Humalso, se produce una remoción preliminar con datos promedio del 38.% para este dato puntual de medición de metales pesados, mejorando la calidad del agua.

Plantas de Tratamiento

En las plantas de tratamiento de agua potable de Chen Chen y Pampa Inalámbrica, se logra remover en mayores porcentajes el manganeso, hierro, bario, aluminio principalmente.

PLANTA DE TRATAMIENTO	PORCENTAJES DE REMOCIÓN DE METALES EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (Julio 2012)									
	Aluminio	Boro	Bario	Calcio	Hierro	Potasio	Litio	Magnesio	Manganeso	
CHEN CHEN	2.13	3.91	17.07	-1.10	56.68	2.36	7.69	2.46	75.51	
PAMPA INALAMBRICA	9.09	3.67	8.57	5.62	-677.27	1.66	2.78	0.98	83.33	

CONSORCIO V-5

Iny. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Iny. Martha Aránguez Carvajal
INGENIERA QUÍMICA
C.I.P. 64783

Canal Ite

Las aguas del canal Ite que ingresa a la Planta de Tratamiento de Cata Catac, presenta elevado contenido de boro, hierro, manganeso y arsénico , con valores que superan el ECAs para la Categoría 1- A2.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Atanguren Carhajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763

9. RECOMENDACIONES

- ◇ Se recomienda realizar las mediciones de caudales en simultaneo con la toma de muestras en cada estación de monitoreo; esta medición servirá para hacer el análisis de carga de contaminantes y poder determinar los grados de afectación de los afluentes al embalse Pasto Grande.
- ◇ Realizar monitoreos continuos con el objeto de evaluar la variabilidad de la concentración de metales en el tiempo y la relación con la afectación de la calidad de las aguas del Embalse Pasto Grande.
- ◇ Implementar el Laboratorio de Vigilancia y Control a fin de que sirva en el control de la calidad de las muestras de agua y otras en tiempo oportuno para su tratamiento.
- ◇ Implementar en forma permanente unidades de embarcación que permita efectuar los controles de calidad de las aguas del embalse en diferentes puntos críticos de ubicación.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Martha Kruguren Carbajal
INGENIERA QUÍMICA
CIP. 34763



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



SECCIÓN B

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA – HIDROBIOLÓGICA – MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

VCHI S.A.

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

Consorcio

acciona
Ingeniería

CONSORCIO V-5

Victor Diaz Nuñez
Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

V-5

TOMO N° 4

SECCIÓN B

"CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA HIDROBIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA, DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE"

1. Caracterización Biológica Hidrobiológica, Microbiológica, De Las Aguas De La Descarga De La Presa A Lo Largo De Su Recorrido Desde La Salida Hasta Ilo

1.1 PERIODO DE EJECUCIÓN

Periodo de I Monitoreo: Abril – Mayo 2012

Periodo de II Monitoreo: Julio-Agosto 2012

1.2 ESTACIONES DE CONTROL

Las estaciones de control fueron las establecidas en los Términos de Referencia (TdR), procediendo a su ubicación según la leyenda establecida, registrándose con datos georeferenciados, datos que se muestran en el Cuadro N°1.1 de la parte A de Físicoquímica.

En cada estación de control se tomaron muestras de aguas representativas de los cursos superficiales de la descarga del Embalse Pasto Grande.

Se han agrupado los Puntos de muestro en Descarga Inicial y descarga final por asuntos de altura y situación diferenciada y los 3 puntos perteneciente a la salida de las Planta de Tratamiento de agua potable.

Los puntos o estaciones de muestreo correspondientes a la Descarga son los siguientes:

SECTORES	ESTACIONES
SECTOR DESCARGA INICIAL	E61, E62, E63, E64, E65, E66, E67, E68, E69, E70
SECTOR DESCARGA FINAL	E71, E72, E73, E74, E75, E76, E77, E78, E79, E80, E81, E82, E83, 84 (incluyendo Agua potable)
SECTOR AGUA POTABLE	E76, E82 E84

CONSORCIO V-5

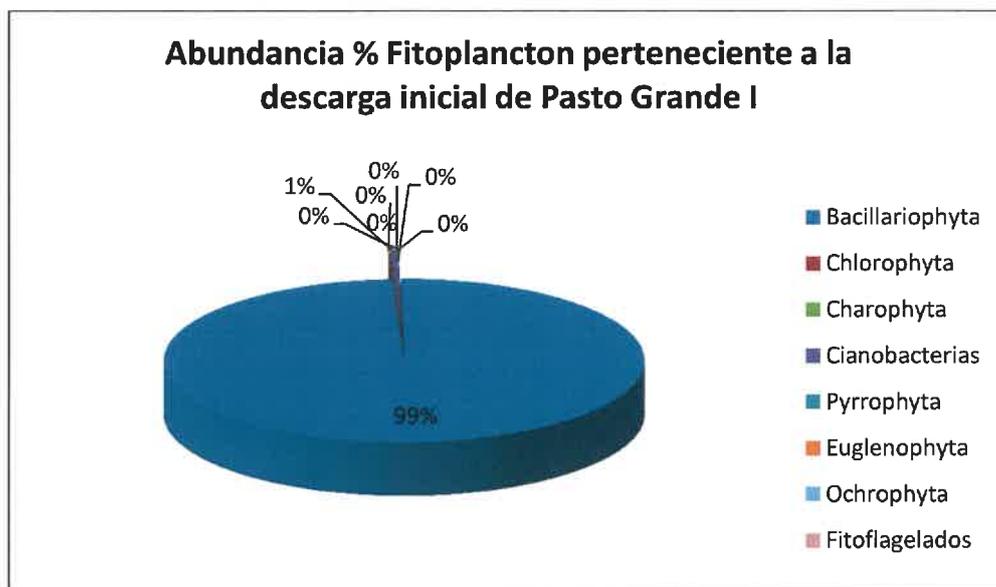
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 8530

CONSORCIO V-5

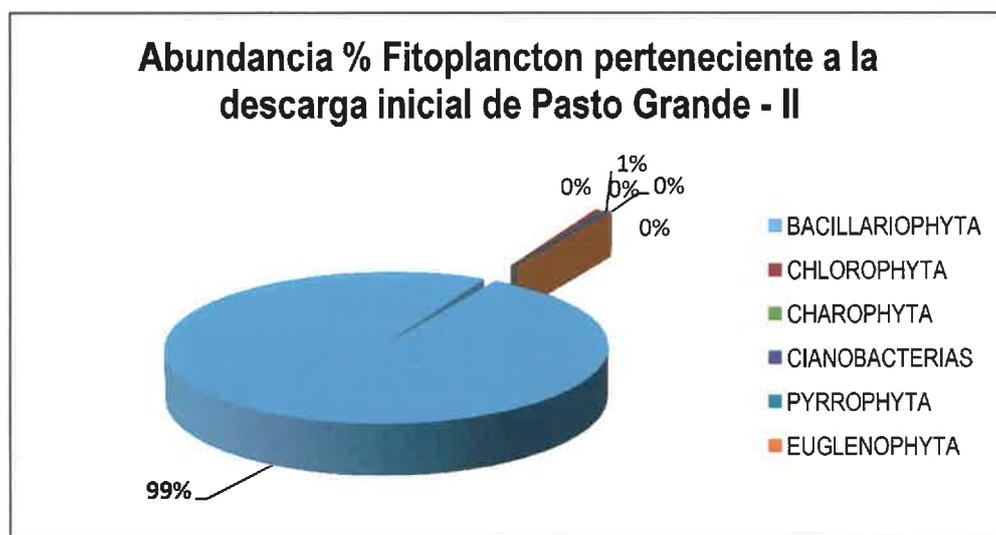
Bla. Haydee Alvarado Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

1.3 COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS.

1.3.1 FITOPLANCTON EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE



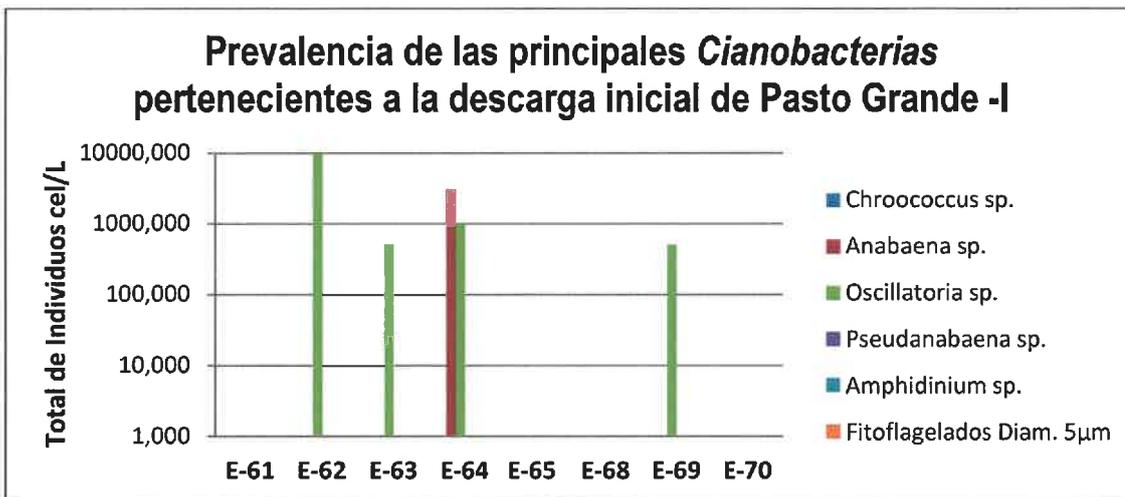
A



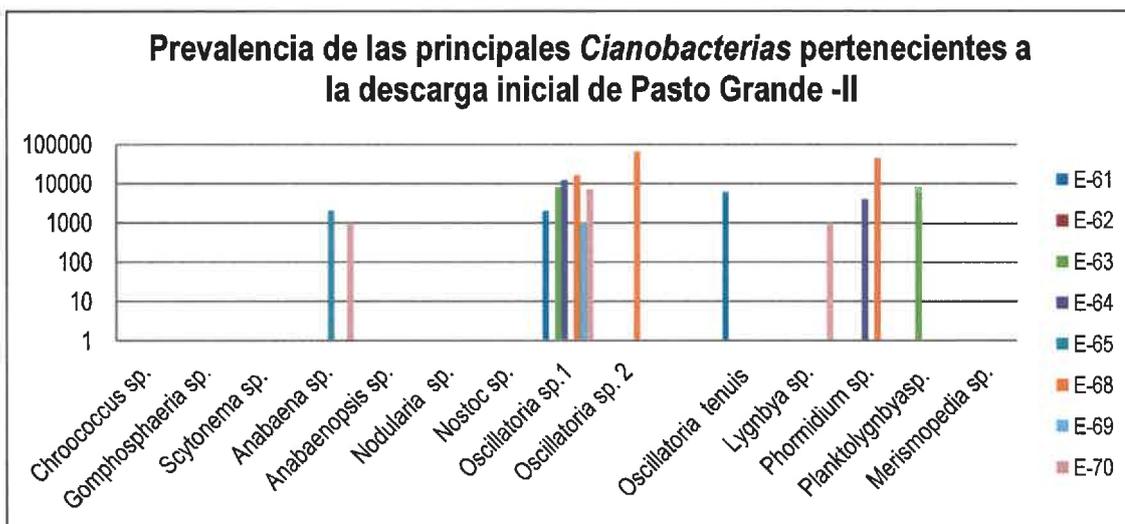
B

Figura 1: Abundancia Fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al sector de la Descarga Inicial Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En la descarga Inicial casi en su totalidad se encuentra reflejada la abundancia por *Bacillariophytas*



A



B

CONSORCIO V-5

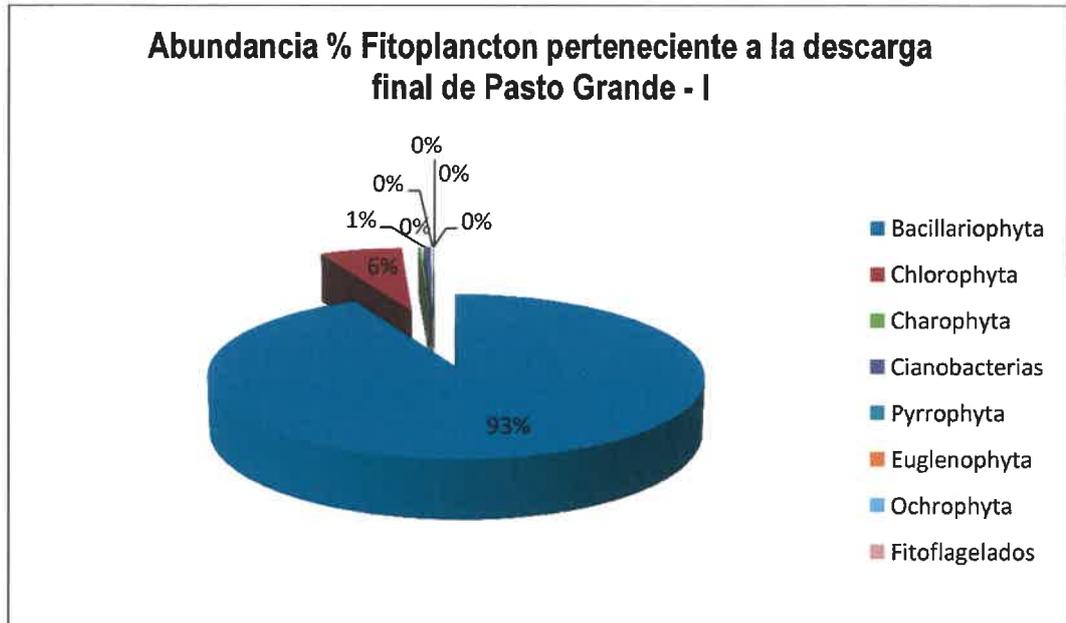
Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

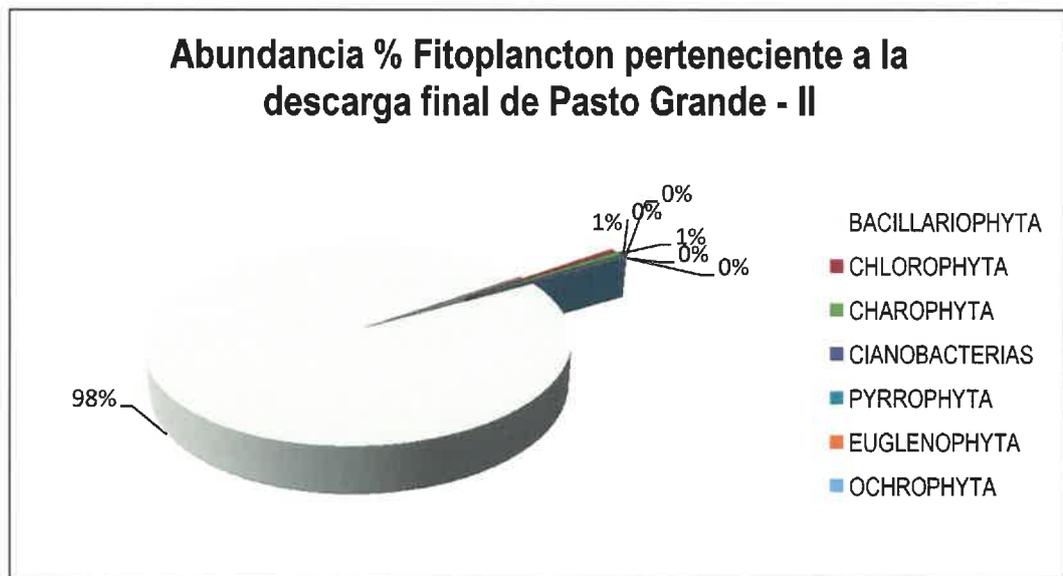
Biga. Haydec Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

Figura 2: Prevalencia de la población de Cianobacterias pertenecientes a las Descarga Inicial Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

Sin embargo la prevalencia y frecuencia de especies en las estaciones de muestreo es mayor en *Oscillatoria sp* y *Phormidium sp* que son Cianobacterias.

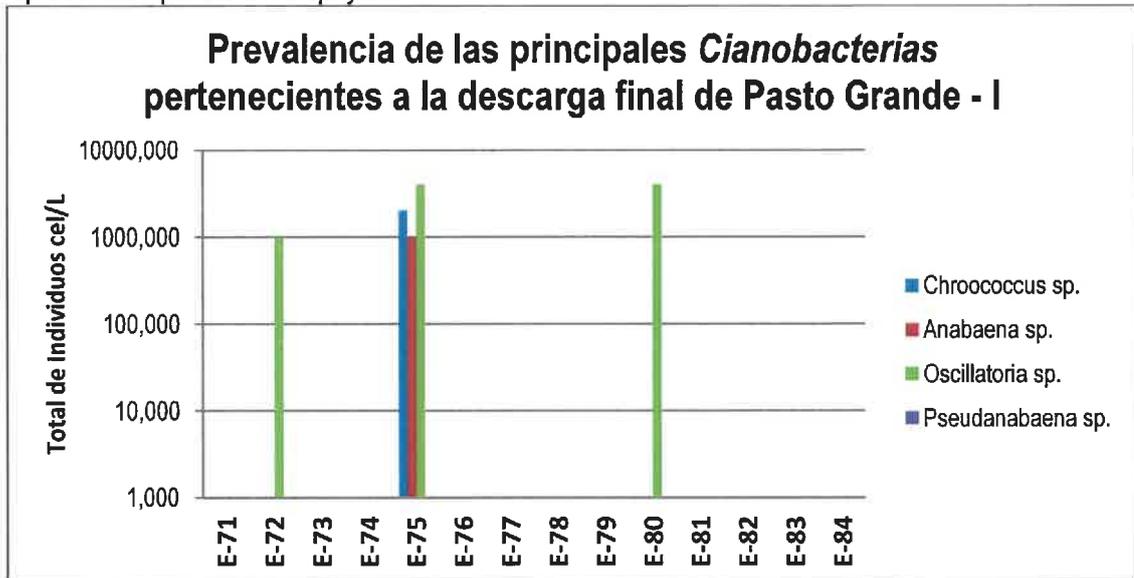


A

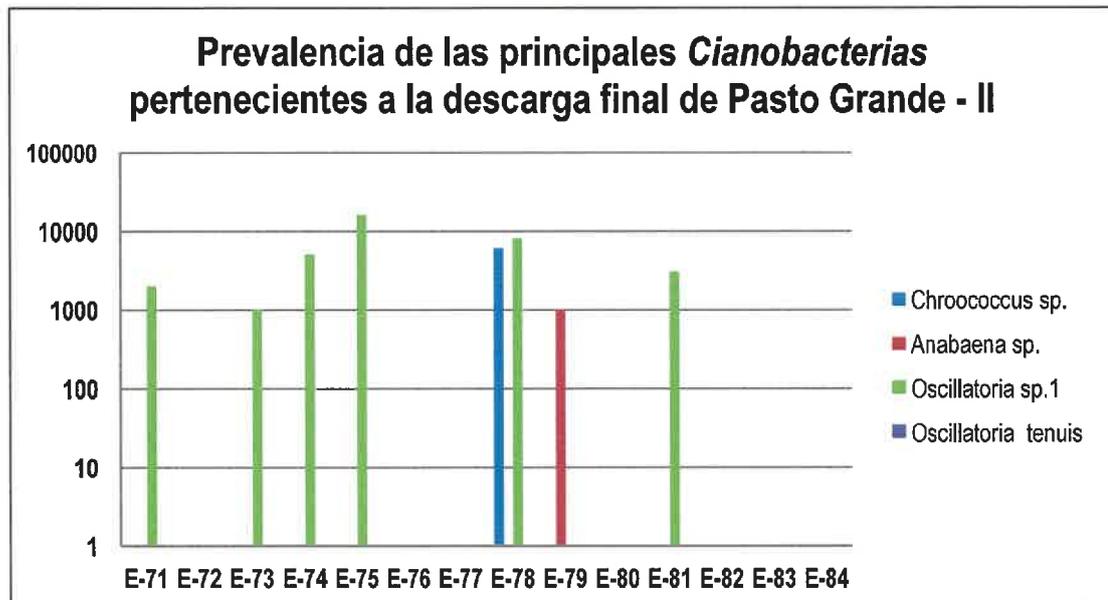


B

Figura 3: Abundancia fitoplanctónica perteneciente a la Descarga Final Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).
 Las *Bacillariophytas* presentan un 98% de abundancia mientras que el menor porcentaje está representado por las *Chlorophytas*.



A



B

CONSORCIO V-5

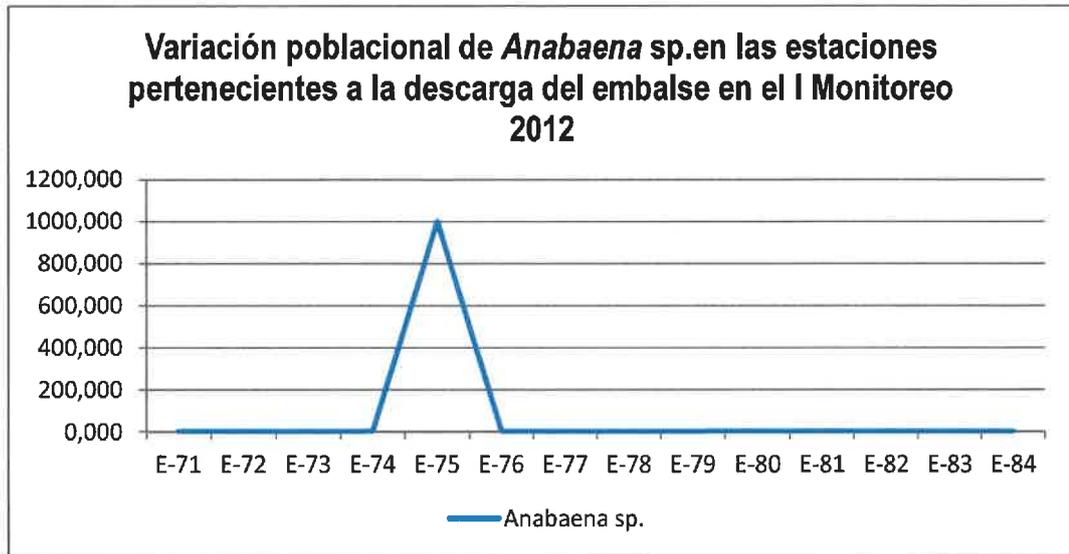
Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

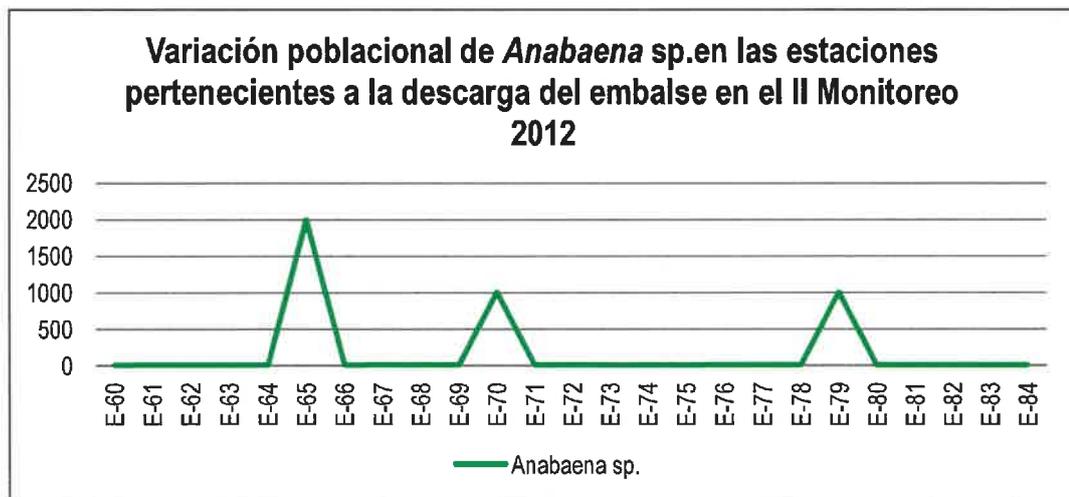
Biga Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Figura 4: Prevalencia de la población de Cianobacterias pertenecientes a las Descarga Final Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

En las estaciones de muestreo al sector perteneciente a la descarga final del embalse la especie más frecuente en las estaciones es *Oscillatoria sp* seguidamente de *Chroococcus sp* y *Anabaena sp*.



A



B

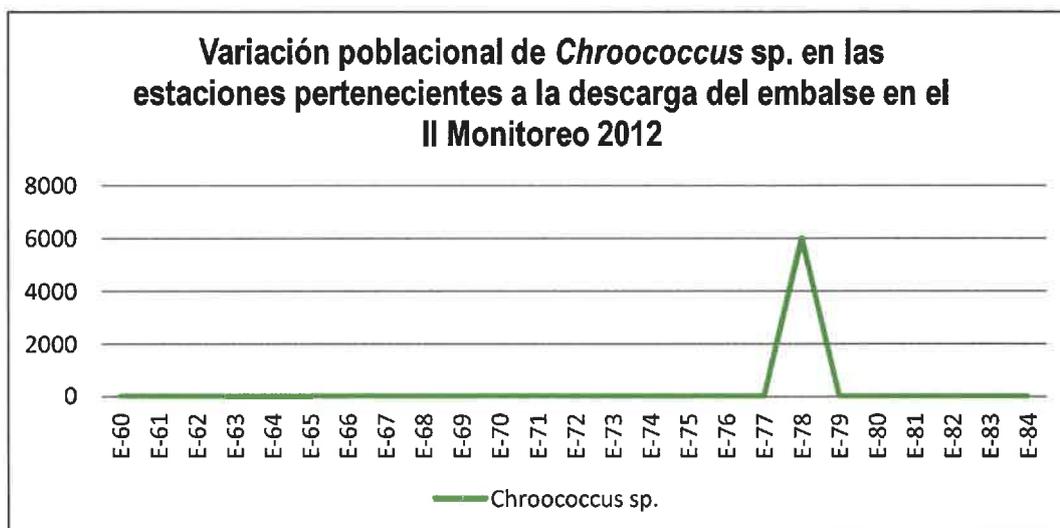
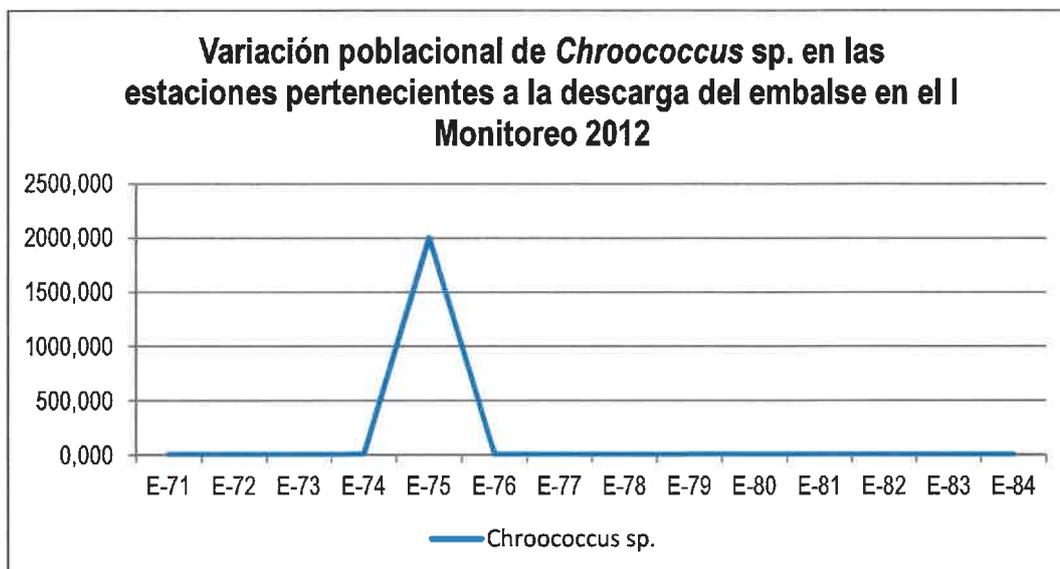
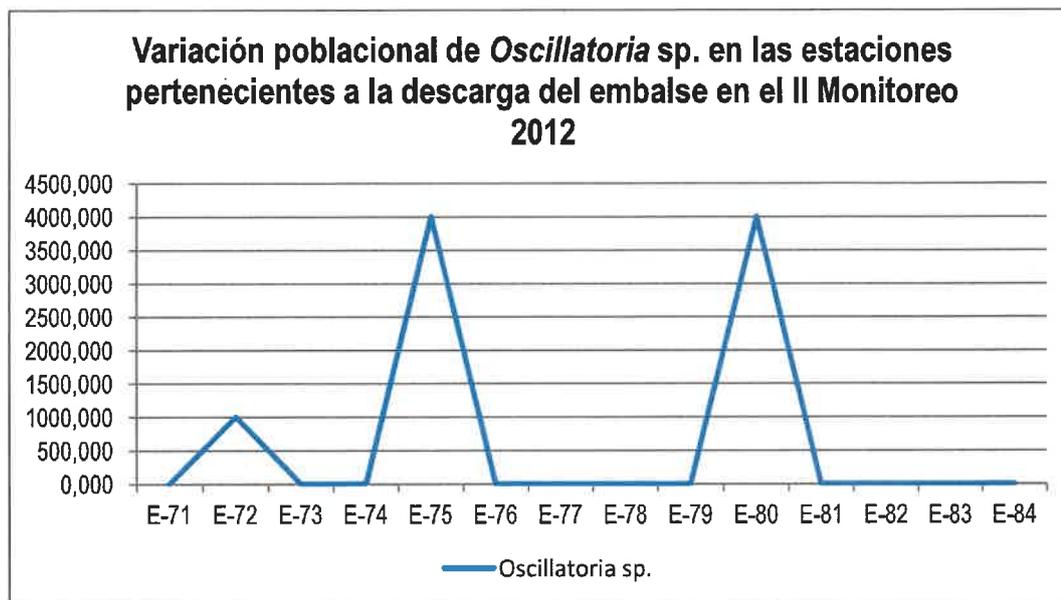
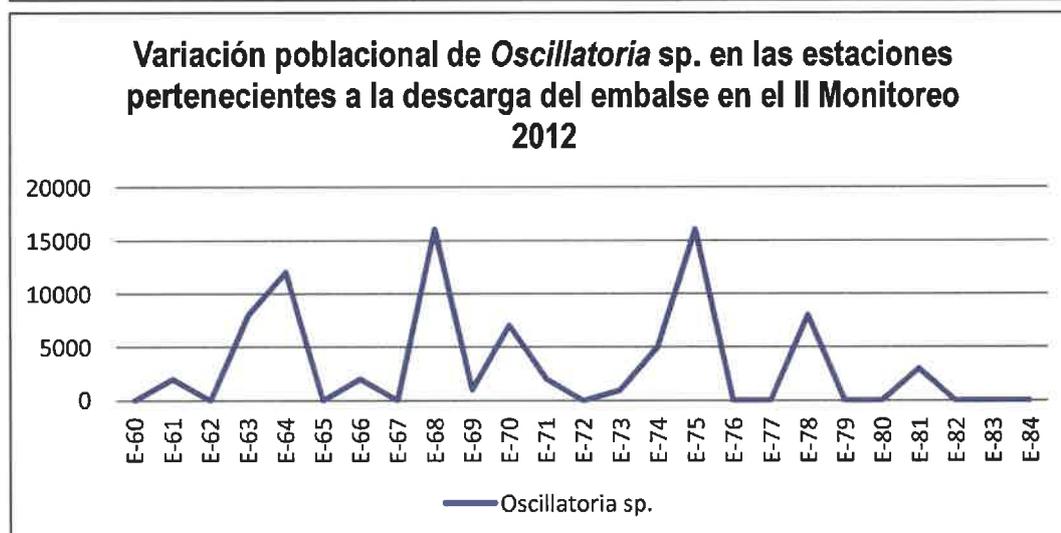


Figura 6 : Variación poblacional de *Chroococcus* sp en la descarga del Embalse Pasto Grande 2012. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).



A

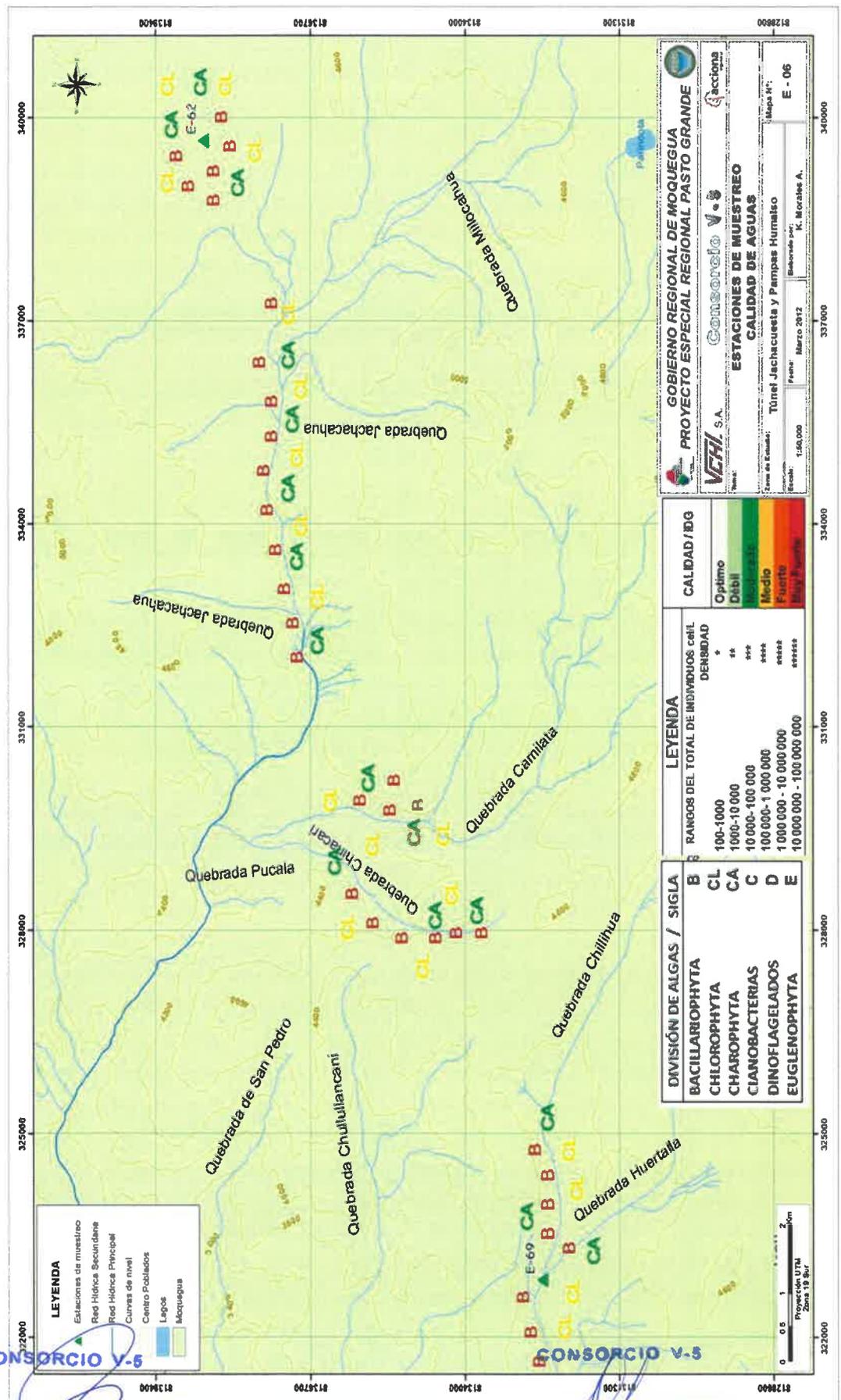


B

Figura 7 : Variación poblacional de *Oscillatoria* sp en la descarga del Embalse Pasto Grande 2012. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

TOMO 4: "CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE"

REPRESENTACION GRAFICA DE LA DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALGAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

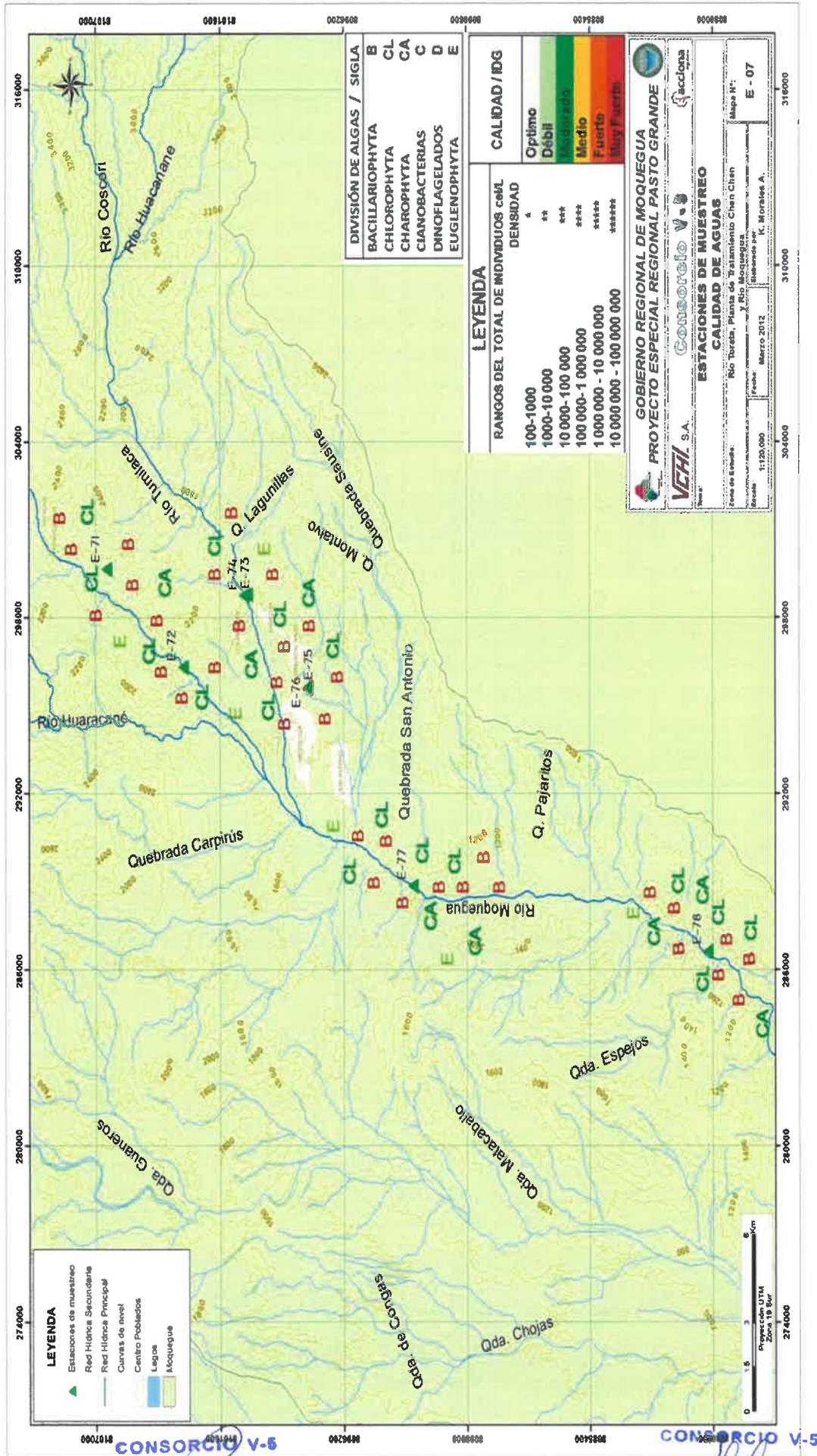


Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

Blga. Haydee Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

MAPA N°1: Valoración de las principales Divisiones de Fitoplancton según su abundancia en la Descarga Inicial del Embalse Pasto Grande donde (B) es Bacillariophyta, (CL) es Chlorophyta, (CA) es Charophyta y (E) es Euglenophyta.

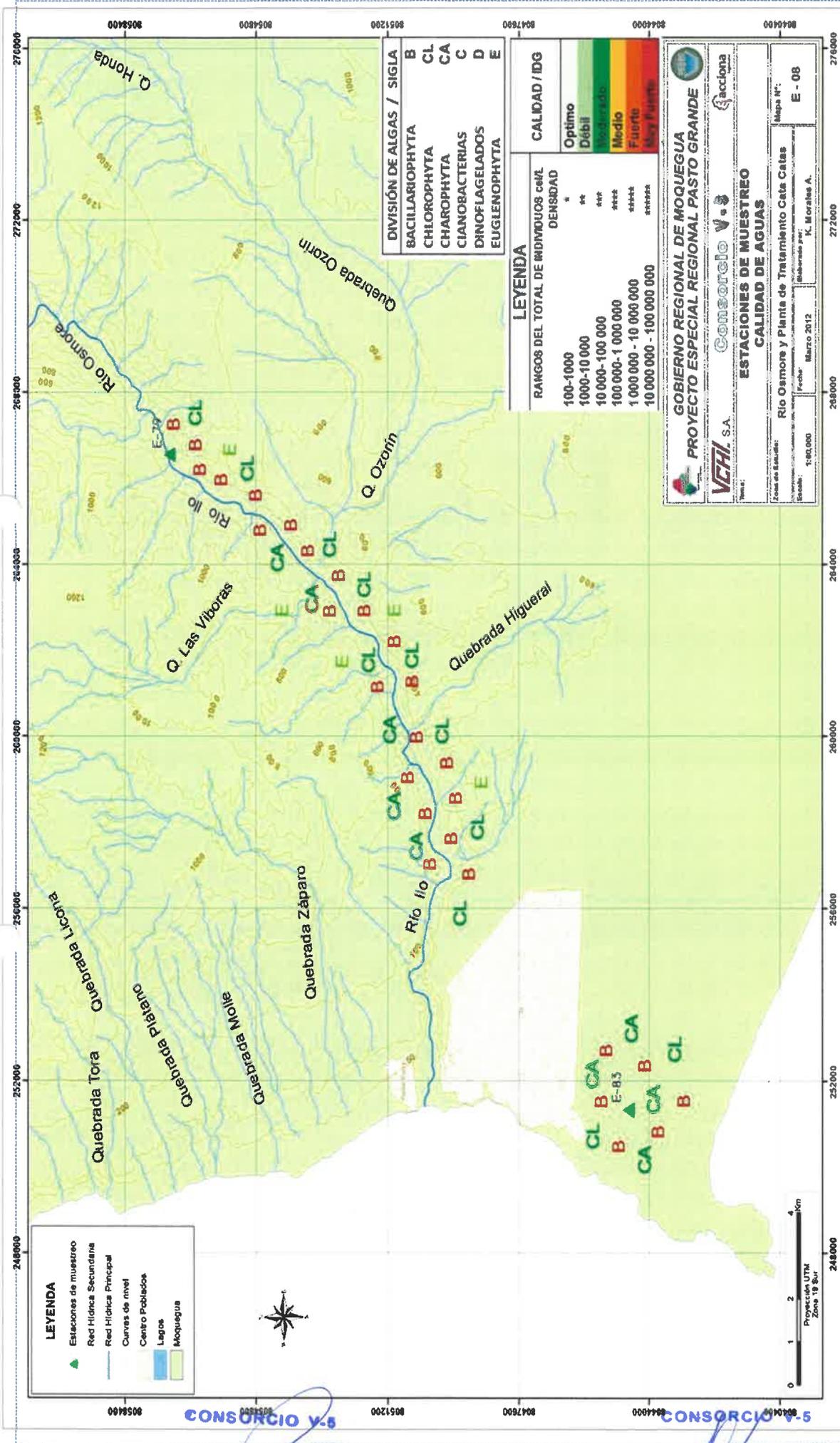
TOMO 4: "CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE"



MAPA N°2: Valoración de las principales Divisiones de Fitoplancton según su abundancia en la Descarga Final del Embalse Pasto Grande donde (B) es Bacillariophyta, (CL) es Chlorophyta, (CA) es Charophyta y (E) es Euglenophyta.

Inp. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

Big. Ivette Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CEP. 2531



MAPA N°3: Valoración de las principales Divisiones de Fitoplancton según su abundancia en la Descarga Final del Embalse Pasto Grande donde (B) es *Bacillariophyta*, (CL) es *Chlorophyta*, (CA) es *Charophyta* y (E) es *Euglenophyta*.

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 6530

Blga. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

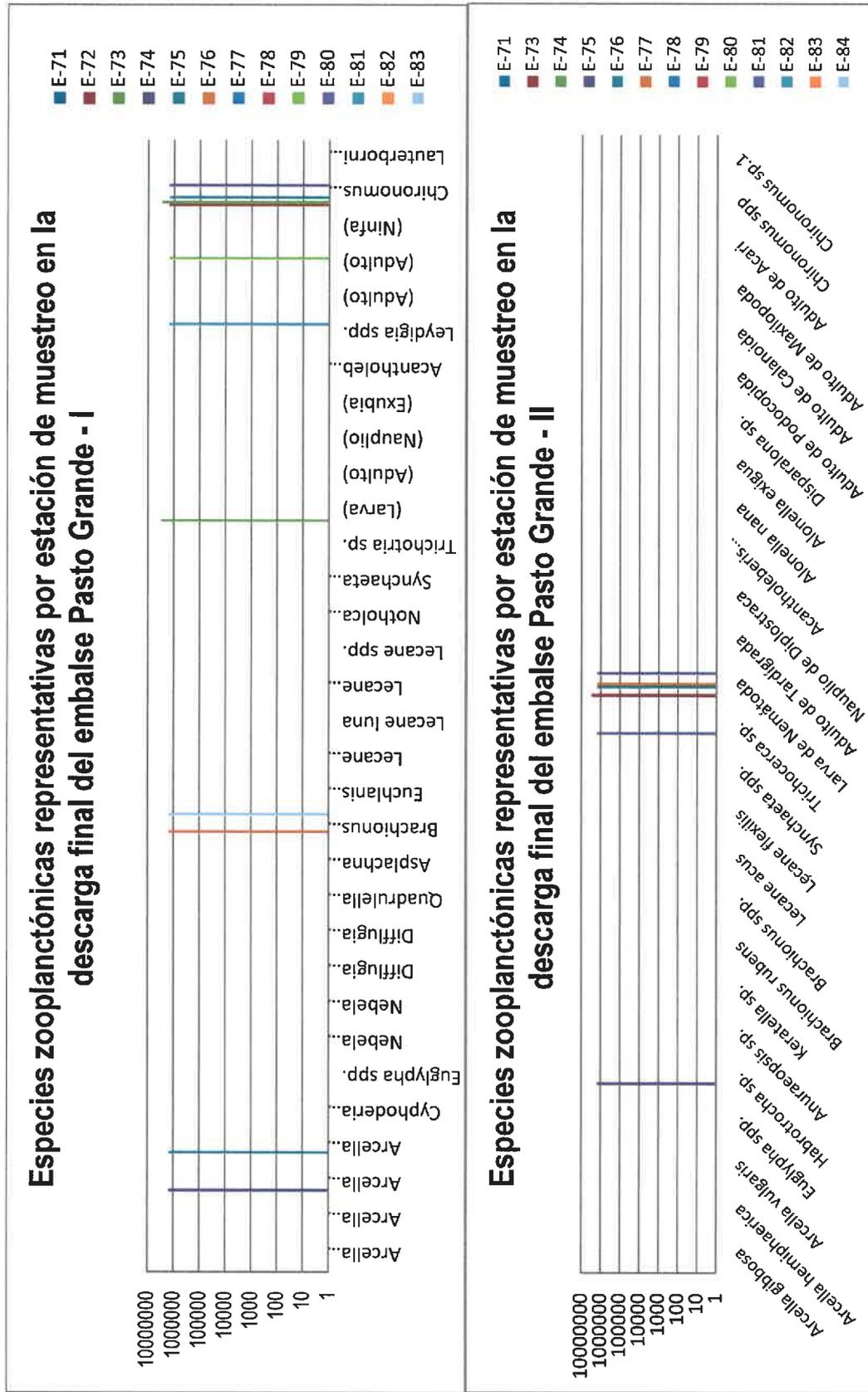


Figura 9: Representatividad de las especies zooplanctónicas en la descarga final del Embalse Pasto Grande donde Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5
 Bgla. Haydée Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

1.3.3 PERIFITON EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

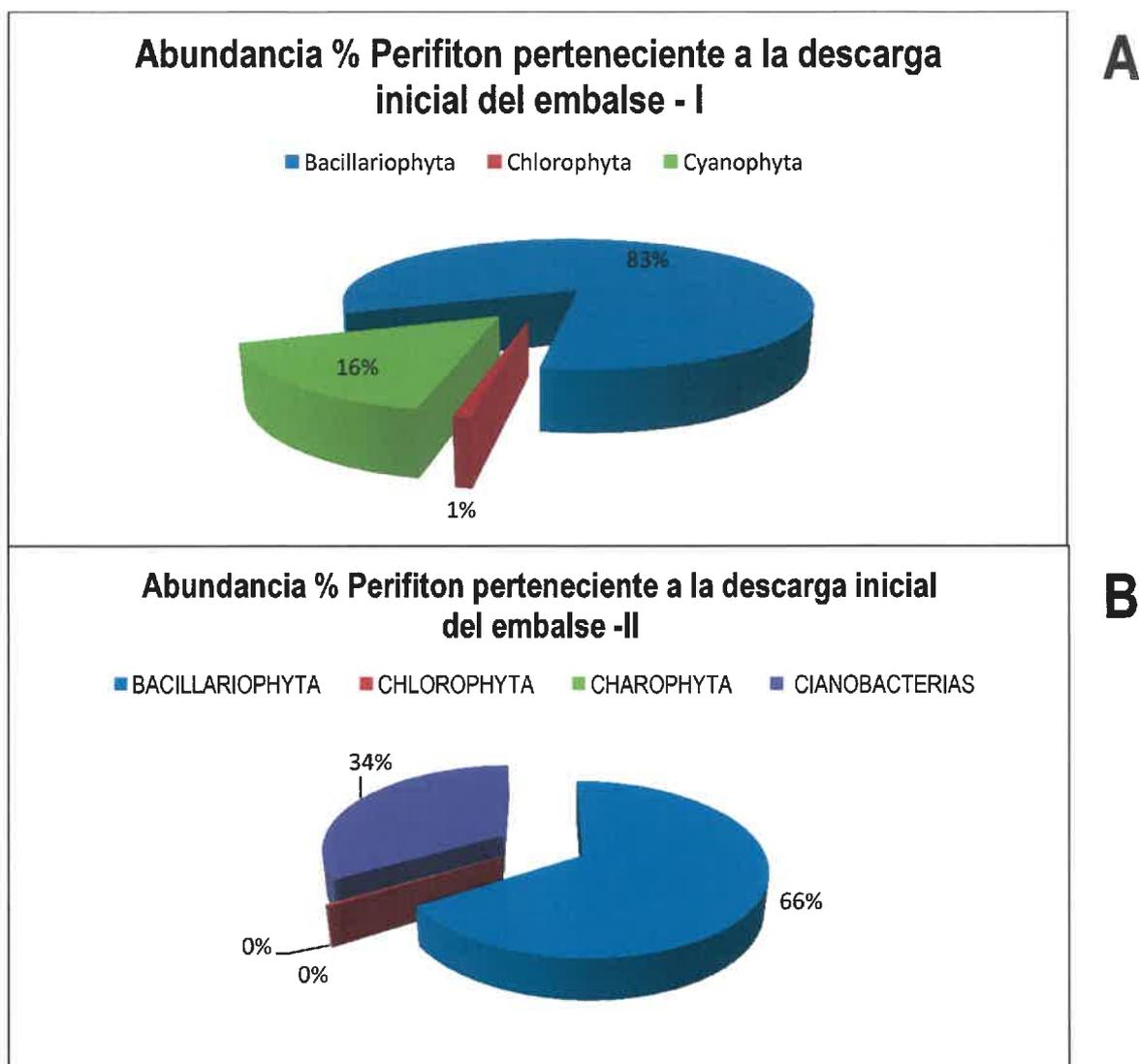


Figura 10: Abundancias de perifiton pertenecientes a la descarga inicial . Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

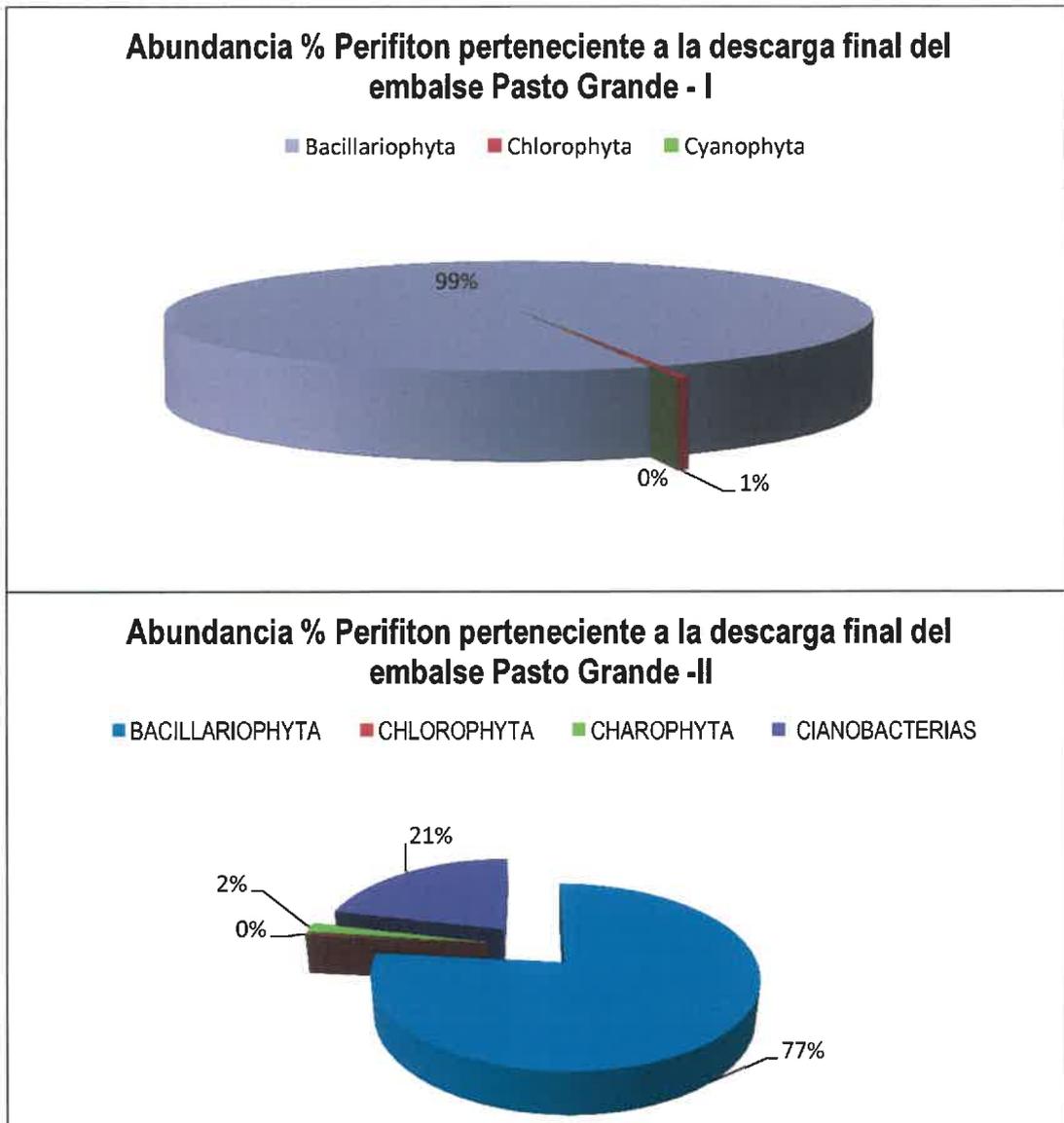
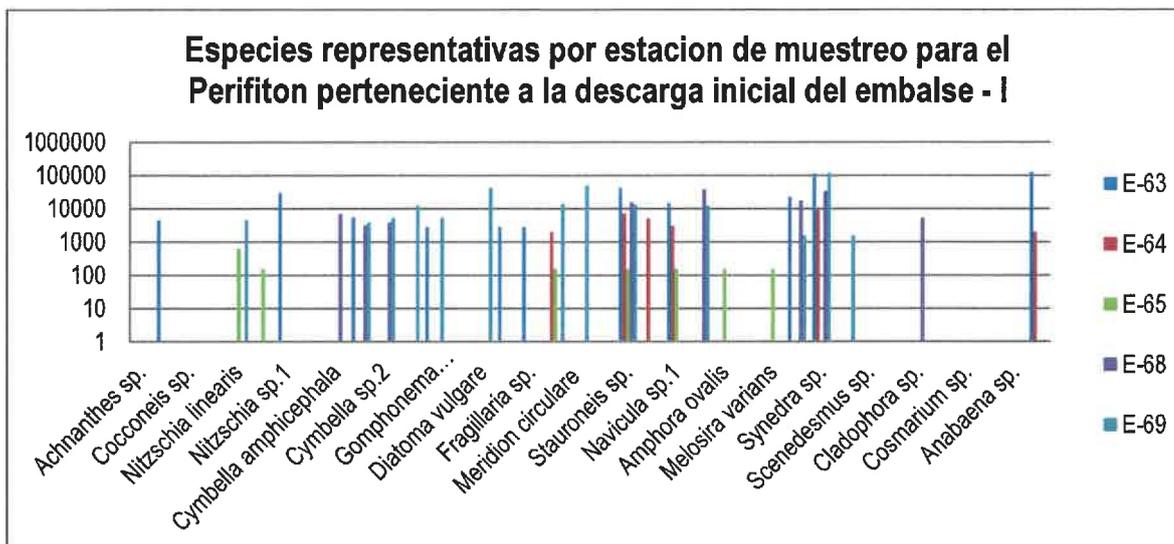
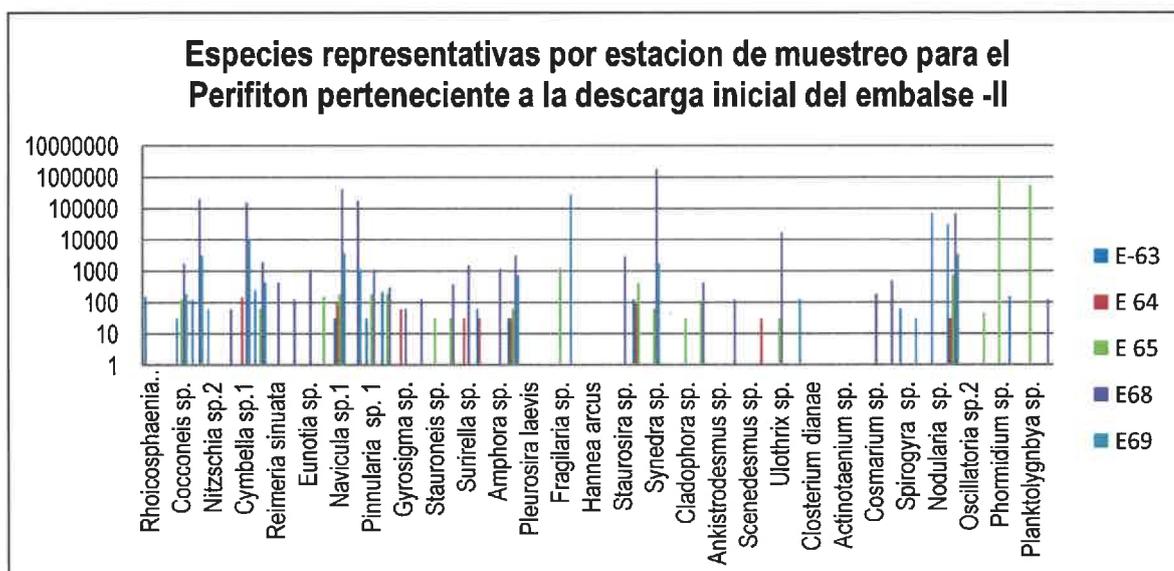


Figura 11: Abundancias de perifiton pertenecientes a la descarga final . Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

Para la descarga inicial y final el grupo de las diatomeas presentan mayor abundancia, seguidas de las Cianobacterias con un pequeñísimo porcentaje de Chlorophytas.



A



B

Figura 12 : Representatividad de especies en perifiton pertenecientes a la descarga inicial del Embalse Pasto Grande. Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B).

La especie *Synedra sp* es la mas representativa junto a *Phormidium sp* en a la descarga inicial. La estación con mayor frecuencia es la E-68 (Rio Chilligua , antes de confluencia con descarga de rápida) y la menos frecuente es la E-69 (Rio Chilligua después de confluencia con descarga de rápida).

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6930

CONSORCIO V-5

Bla. María Lucé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CEP. 2531

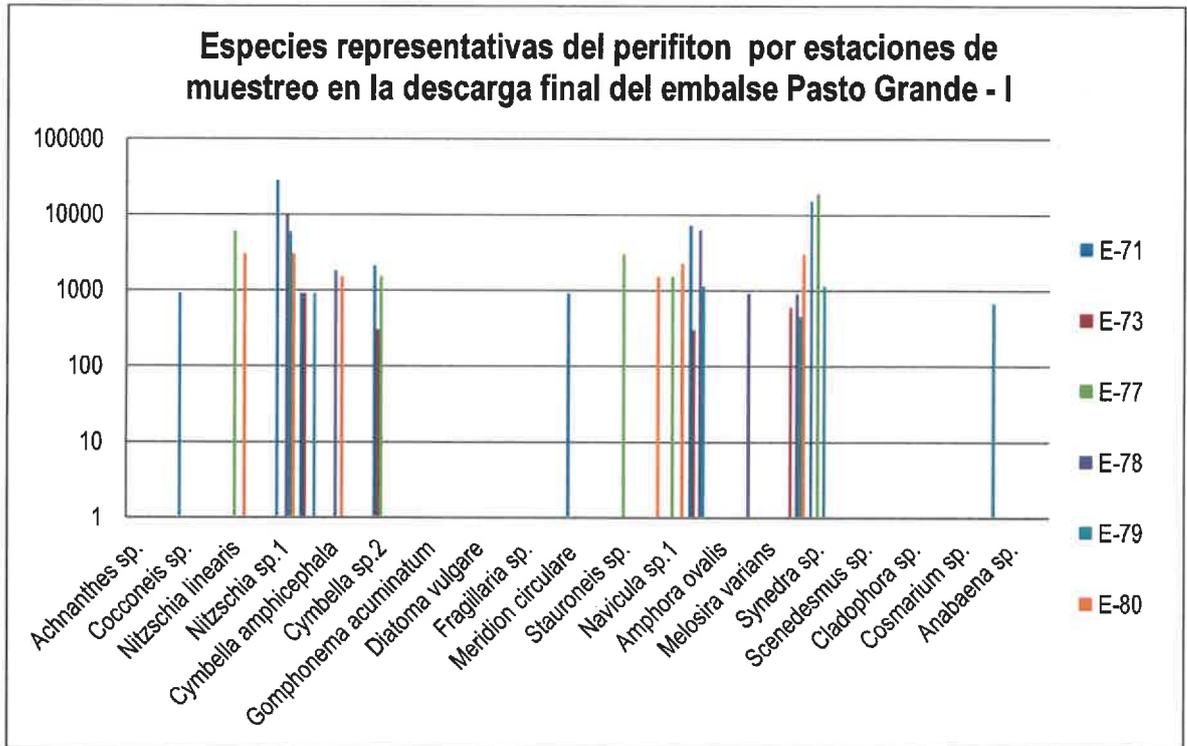
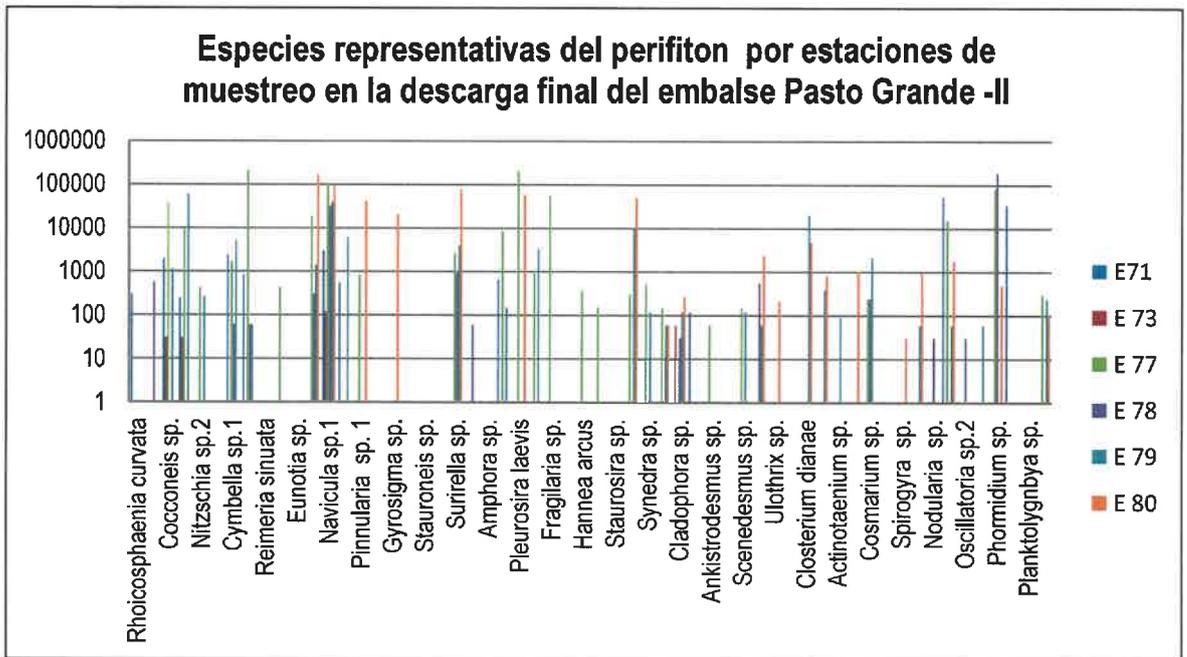


Figura 13: Representatividad de especies en perifiton pertenecientes a la descarga final del Embalse



Pasto Monitoreo I (A) y Monitoreo II (B)

1.3.4 MACROPHYTAS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

La prevalencia de especies macrophytas se evidencia con *Egeria densa* y *Pycnophyllum molle*, donde la estación con mayor riqueza es la E-80 correspondiente al Rio Osmore, fundo Chiribaya.

Cabe mencionar que de manera natural estas macrophytas se comportan como un factor de depuración en la zona de la descarga, lo que se evidencia por la recuperación del pH, sin tratamiento alguno, lo que convierte a las especies de macrophytas en un refugio ecológico.

1.4 ABUNDANCIA DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICA EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

A nivel de la Descarga de la presa y su largo recorrido desde la salida hasta llo; la caracterización biológica toma un matiz especial, ya que en el punto E60 que es la salida de la presa aún sigue el pH ácido, pero en el siguiente punto el E61 correspondiente al Tunel Jachacuesta se presenta un cambio en las condiciones ácidas, tornándose normales hasta incluso alcalinas, debido al aporte alcalino de las aguas del Tunel Jachacuesta; además el Manantial Chaullapujo contribuye a un proceso de dilución.

Esto hace que se mantenga las poblaciones hidrobiológicas especialmente cianobacterias tal como en Tocco; talvés la caída de la parte alta (descarga rápida) hace que el oxígeno disuelto en agua aumente y permita un equilibrio en el pH y por ende en la presencia de Algas. Así mismo permite que cualquier contaminación del Embalse se neutralice, así mismo el nivel de perifiton es decir de algas acumuladas en piedras, paredes y macrophytas son especies siempre presentes, sucediendo un biofilm, que puede servir como un refugio y un nivel de recuperación natural.

Considerando que en la parte final encontramos las salidas de las 3 plantas de tratamiento E76, E82 y E84 notamos presencia de fitoplancton a pesar de que hay una ligera tendencia a la disminución de nitratos, aunque estos no sobrepasan los límites permisibles para agua potable. Sin embargo el DS N° 031-2010 ahora establece límites para la presencia de algas y otros organismos de vida libre, siendo que no se cumpliría con este parámetro, teniendo que establecer un plan de mejoramiento en cada planta de tratamiento.

I MONITOREO 2012

COMUNIDADES	DESCARGA		CONSUMO HUMANO
	DESCARGA INIC	DESCARGA FINAL	SALIDA 3 PLANTAS
Fitoplancton TOTAL/L	11250125	494208	45000
Diatomeas/L	11188000	457923	34000
Chlorophyceas/ L	8875	31571	11000
Cianobacterias/L	52125	2857	0
Dinoflagellados/L	0	500	333
Zooplancton/L	2062500	1500000	500000
Macrobentos/cm ²	993	2744	-
Macrophytas/cm ²	41	38	-
Perifiton/cm ²	155889	21993	-
Peces/alevines	0	0	-

II MONITOREO 2012

COMUNIDADES	DESCARGA		CONSUMO HUMANO
	DESCARGA INIC	DESCARGA FINAL	SALIDA 3 PLANTAS

CONSORCIO V-5

Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6930

CONSORCIO V-5

Ing. Alex Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP. 2531

TOMO 4: "CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE"

Fitoplancton TOTAL/L	4627075	935071	20000
Diatomeas/L	4581700	920357	18000
Chlorophyceas/ L	19750	4857	0
Cianobacterias/L	22250	3214	0
Dinoflagelados/L	0	143	0
Zooplancton/L	1750000	807692	500000
Macrobentos/cm ²	1417	1659	-
Macrophytas/cm ²	18	11	-
Perifiton/cm ²	910227	287560	-
Peces/alevines	0	0	-

En la zona de la Descarga Inicial y Final no se ve relación de Fitoplancton con fosfatos en el Monitoreo I y II los valores son menores a 0.1 mg/L, mientras que en el II Monitoreo se eleva en el Punto E83 el fosforo mientras que se encuentra al mínimo la cantidad de fitoplancton, Se evidencia también en puntos cercanos presencia de plancton en cantidades considerables que podría modificar la calidad organoléptica del agua, ya que en reposo pudiera volverse prontamente verde, causando problema de rechazo al agua potable.

1.5 INFLUENCIA DEL PH SOBRE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN LA DESCARGA

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.N.P. 6580

CONSORCIO V-5

L. H. Alvarado Flores
BIÓLOGA
C.B.P. 2531

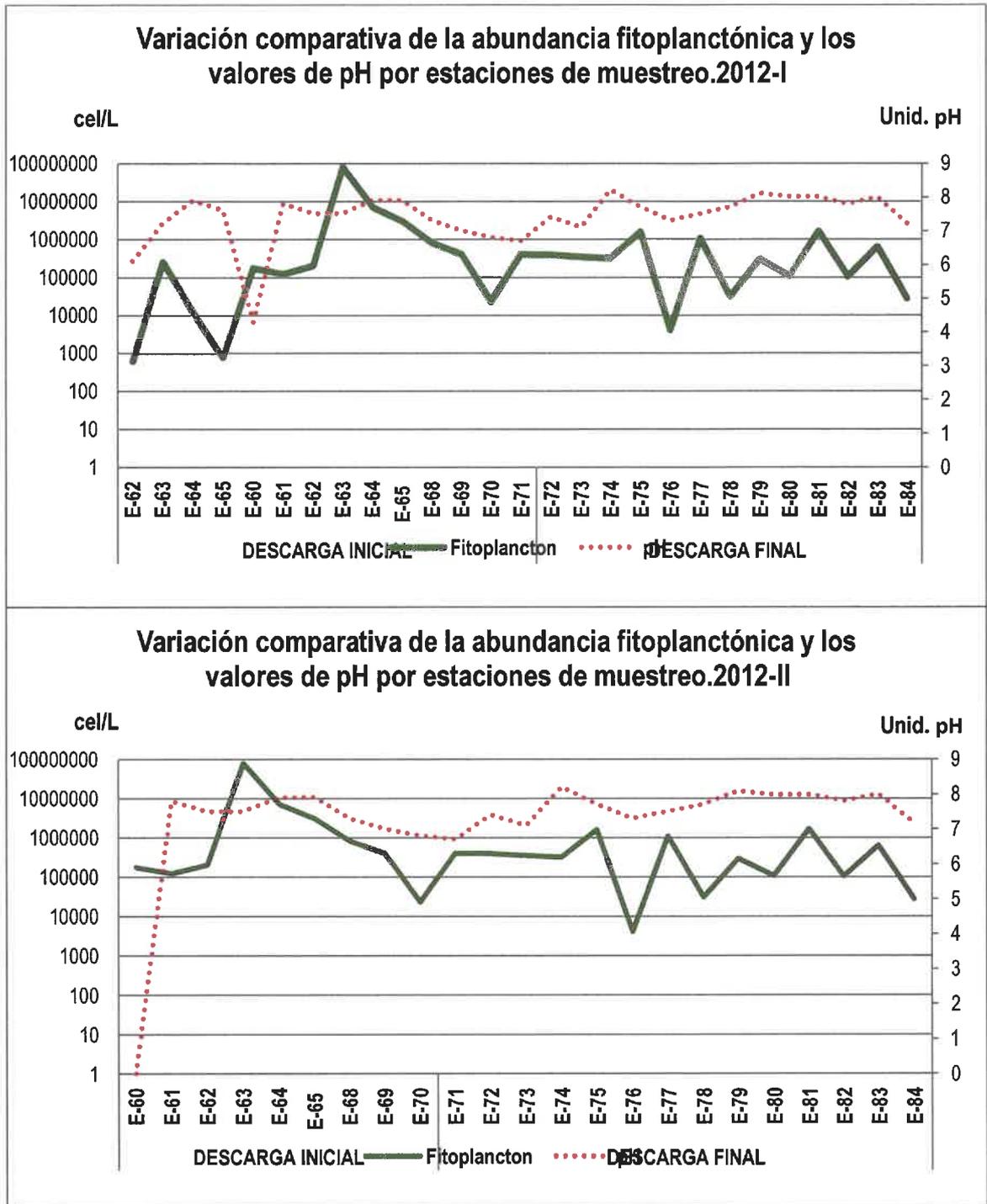


Figura 14: Comparación de las abundancias fitoplanctónicas junto a la variación del pH durante el Monitoreo- I 2012 para Descarga inicial y final (arriba) y Descarga inicial y final Monitoreo- II 2012 (abajo).

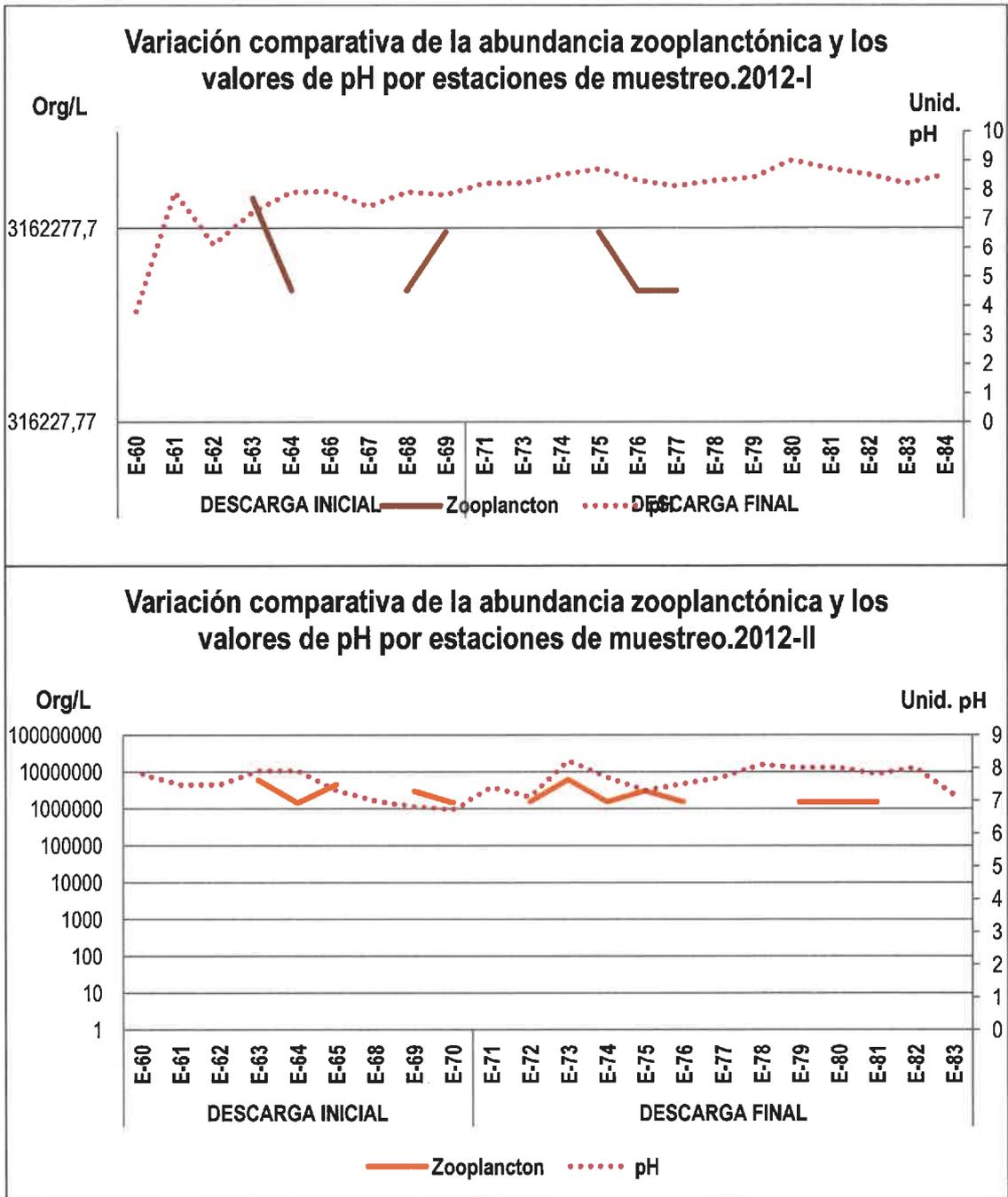


Figura 15: Comparación de las abundancias zooplanctónicas junto a la variación del pH durante el Monitoreo- I 2012 para Descarga inicial y final (arriba) y Descarga inicial y final Monitoreo- II 2012 (abajo).

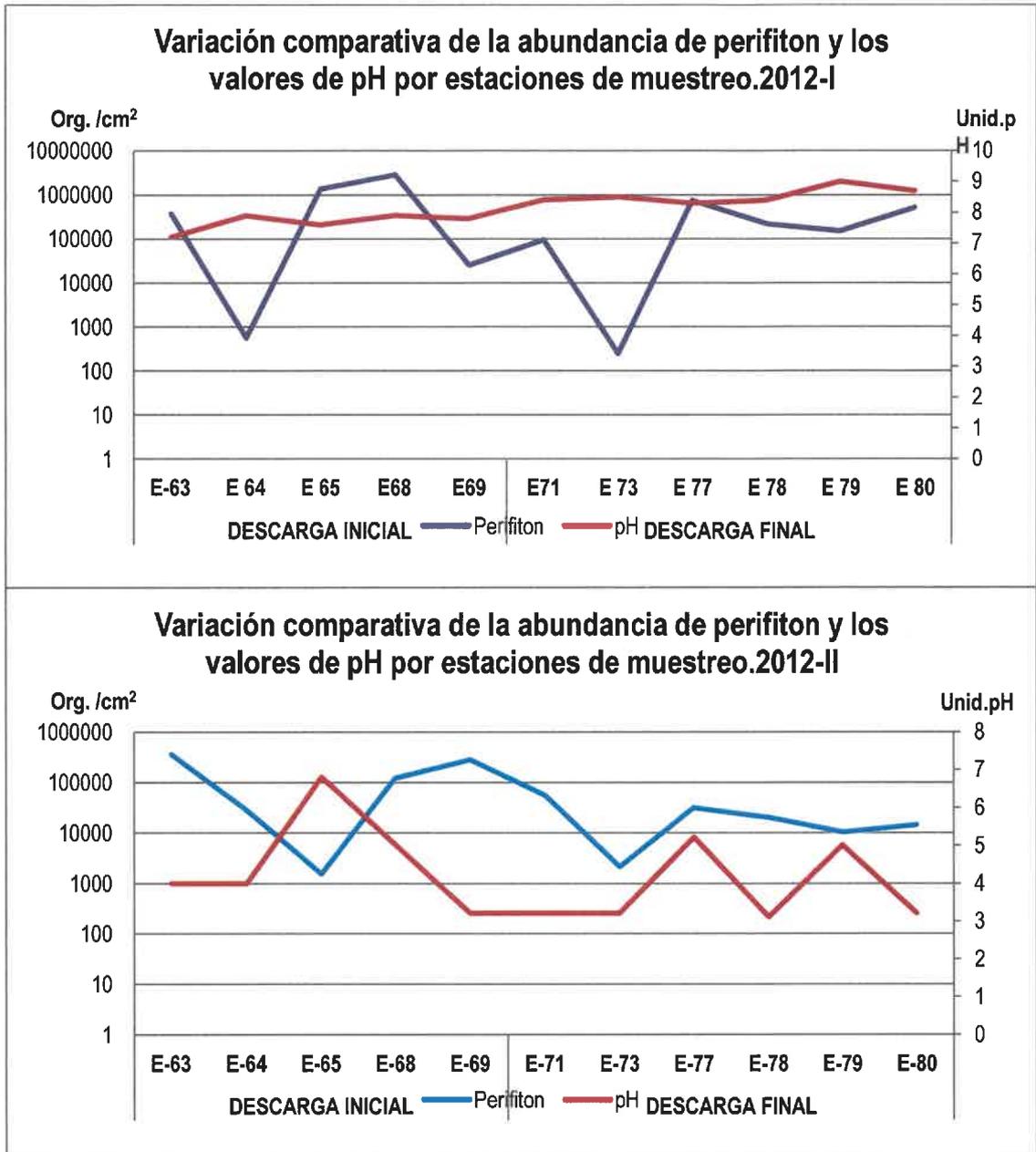


Figura 16: Comparación de las abundancias de perifiton junto a la variación del pH durante el Monitoreo-I 2012 para Descarga inicial y final (arriba) y Descarga inicial y final Monitoreo- II 2012 (abajo).

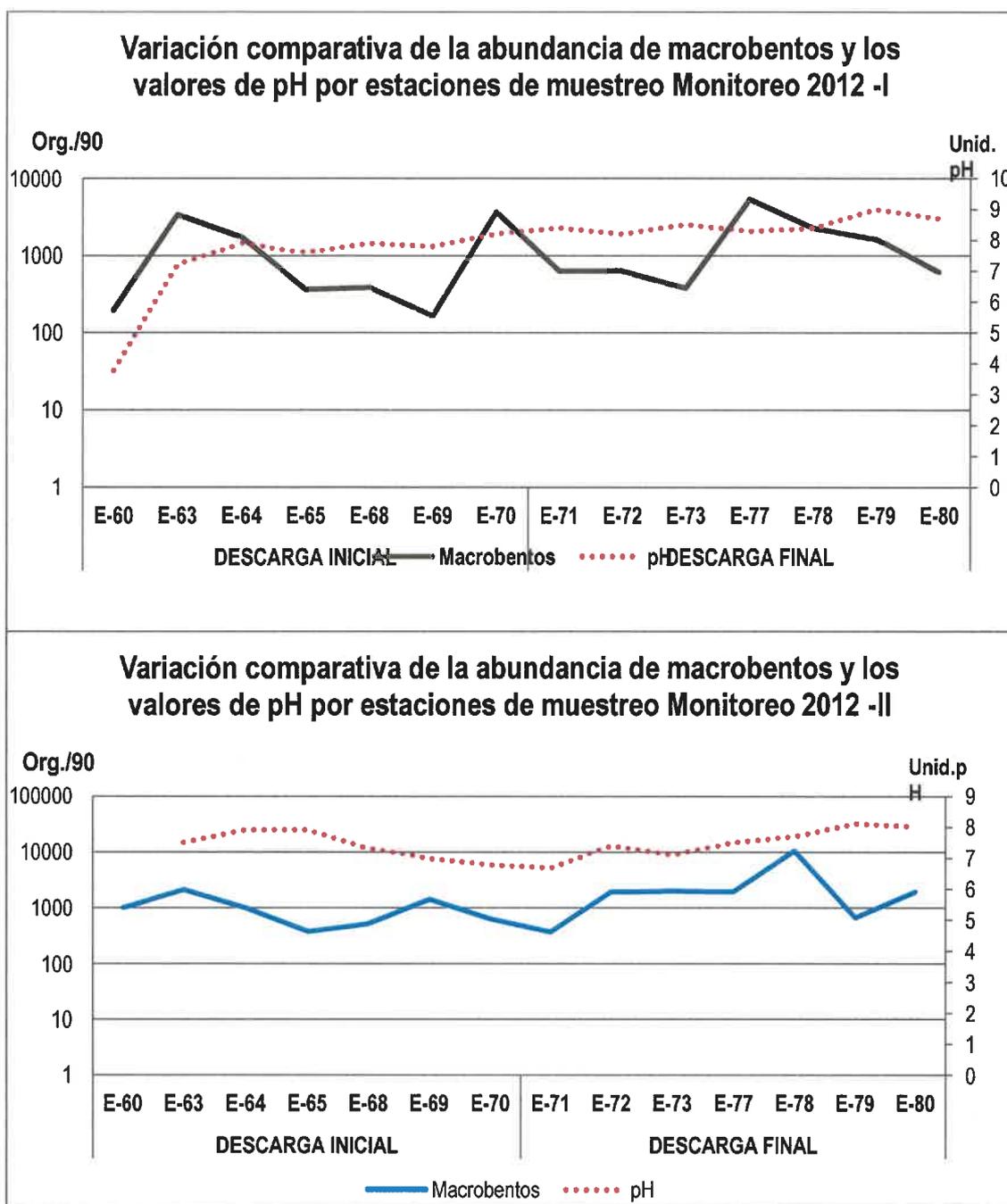


Figura 17: Comparación de las abundancias de macrobentos junto a la variación del pH durante el Monitoreo- I 2012 para Descarga inicial y final (arriba) y Descarga inicial y final Monitoreo- II 2012 (abajo).

Podemos notar en esta tercera parte del Ecosistema una recuperación del pH gracias a la presencia de bodeadales; las rápidas de Chiligua que aportan oxígeno y con ello aumenta el Ph, por la caída de la altura y por el aporte de Jachacuesta con su aguas alcalinas; lo que determina que se tengan diversa clasificación de aguas en el Embalse Pasto Grande, correspondiendo a este nivel de la descarga inicial y final aguas neutras o alcalinas.

CONSORCIO V-6

Ing. Víctor Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Dña. Maydés Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

Para la calificación del Hidronio, existen 6 clases de aguas según el pH propuesto por Zamora y citado en UTO-MINCO-FUNDECO-KOMEX (2007), quedando Los afluentes y Embalse Pasto Grande en aguas altamente ácidas y 2 blandas, ligeramente ácidas. En algunos casos con valores de 9 de pH.

CLASE	pH
1. Altamente ácida	1.5 a 4.5
2. Blandas, ligeramente ácidas	5.0 a 7.0
3. Duras neutras o alcalinas	7.0 a 8.5
4. Blandas, alcalinas.	7.5 a 11.0
5. Muy salinas	6.0 a 9.0
6. Blandas, ácidas	3.5 a 5.5

Si vemos en un gráfico global entenderemos mejor como en la descarga se eleva el pH a valores neutros y alcalinos, aunque en este sector no se recupera a la par la comunidad fitoplanctónica. Disminuyendo incluso luego del tratamiento en las plantas de agua potable aunque no desapareciendo tal como lo solicita el DS N° 031-2010- SA en su parámetro general organismos de Vida libre donde agrupa a todas las comunidades que no son bacterias típicas indicadores de calidad de aguas.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8530

CONSORCIO V-5

Biga. Nancy Alvarino Flores
BIOLOGA
C.P. 2531

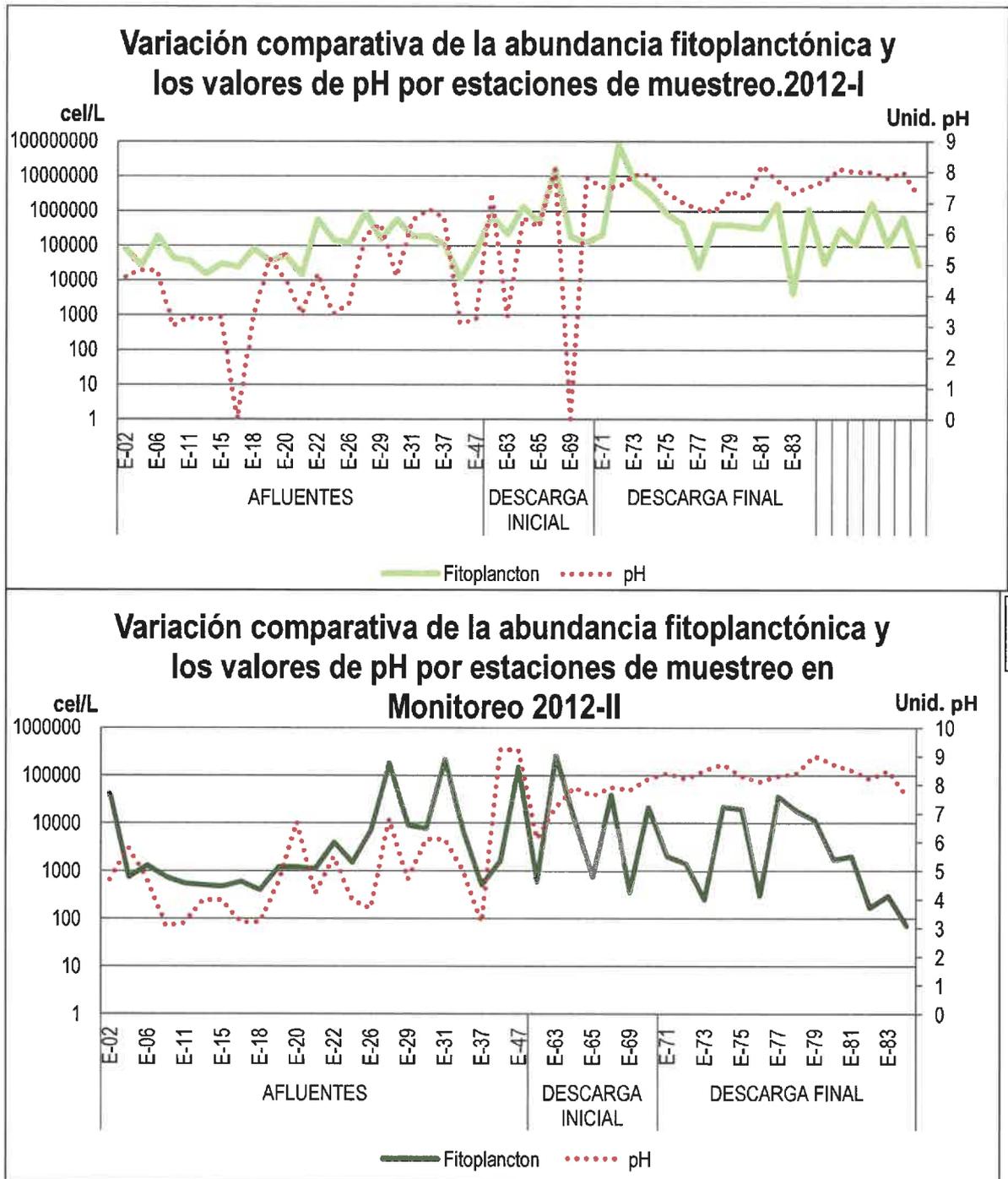


Figura 18: Comparación de las variaciones de abundancia fitoplanctónica y los valores de pH para las estaciones correspondientes a los afluentes y descarga del Embalse Pasto Grande, en el primer monitoreo (A) y en el segundo monitoreo (B).

2 DETERMINACIÓN DE FICOTOXINAS Y CLOROPHYLLA A EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

La presencia de *Escherichia coli* en la descarga del Embalse Pasto Grande y también niveles de ficotoxinas desecha la idea de la inhibición de bacterias frente a ficotoxinas. Es probable que las cianotoxinas puedan afectar solo a algunas especies de microorganismos acuáticos y no a otros. Incluso, es posible que algunas toxinas funcionen como infoquímicos para el establecimiento de algún tipo de

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Blga. Haydee Alvarado Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

simbiosis, en los que se presume que las bacterias pueden proveer algún tipo de factor de crecimiento a las cianobacterias y estas a su vez, aportarles materia orgánica para su crecimiento (Sivonen y Jones, 1999). No cabe duda que hay factores que merecen seguir las investigaciones específicas en cada caso y el control con mayor frecuencia explicará mejor este comportamiento y relación entre bacterias y ficotoxinas e incluso comunidades hidrobiológicas en la descarga del Embalse.

El valor guía recomendado por la OMS de 1 µg/L de microcistina-LR (WHO 1998) en aguas de consumo humano, aunque la obligatoriedad de determinar microcistina se restringe con sospecha de eutrofización en su origen, por tanto se recomienda seguir con esta evaluación de este cuerpo de agua, debido a que se presenta en el 50% de antes del límite, esto puede afectar de modo acumulativo a la salud de la población, si acaso se elevara a niveles mayores de 1 µg/L pudiendo causar desde alergias, trastornos hepáticos.

Se ha mencionado con la Indicación de la caracterización del I y II Monitoreo en base a las ficotoxinas, específicamente Microcystina como la más representativa.

Ficotoxina ug/L	Microcistina ug/L	Salida Chen Chen	Salida Inalambrica	Salida Cata catas
Valor referencial de Microcystina en Agua Potable *	1 ug/L	-	-	-
I Monitoreo Embalse	0.05 - 4.43	0.56 ug/L	0,52 ug/L.	0,55 ug/L
II Monitoreo Embalse	0 - 4.56 ug/L	1.05 ug/L	0,52 ug/L.	0,55 ug/L

- Microcystina Valor de 1 ug/L en ambas normas: OMS (WHO, 1998) y Real Decreto 140/2003 Legislación Española.

Recomendaciones de la OMS

Agu a potable

< 1 ug/L MC-LR

Aguas recreacionales (riesgo)

Bajo: 2-4 ug/L, efectos alérgicos

Medio: 20 ug/L, hepatotoxicidad por ingestión accidental

Alto: Espumas (scums)

Las ficotoxinas tienen el mismo comportamiento en el I y II Monitoreo, con algunas excepciones en el mismo embalse donde aumentan en el II Monitoreo en la Estación E58 y E59 correspondientes al centro del Embalse, Pero en la descarga el valor mayor en el II Monitoreo es de 1.96 ug/L en el Punto E68 correspondiente al Río Chiligua antes de la rápida de Chiligua

La producción de microcistina depende de factores físicos, químicos y biológicos. Los factores principales que afectan la producción de la toxina son la luz y la temperatura. Estudios de laboratorio han demostrado que factores como el pH, concentración de Nitrógeno, Fósforo y Dióxido de Carbono también afectan el crecimiento de microcistinas.

Ficotoxinas: Promedios Mínimos y Máximos en la Descarga Inicial y Final del Embalse Pasto Grande.

DESCARGA DEL EMBALSE PASTO	Mínimos I Monitoreo	Máximos I Monitoreo	Mínimos II Monitoreo	Máximos II Monitoreo
----------------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------

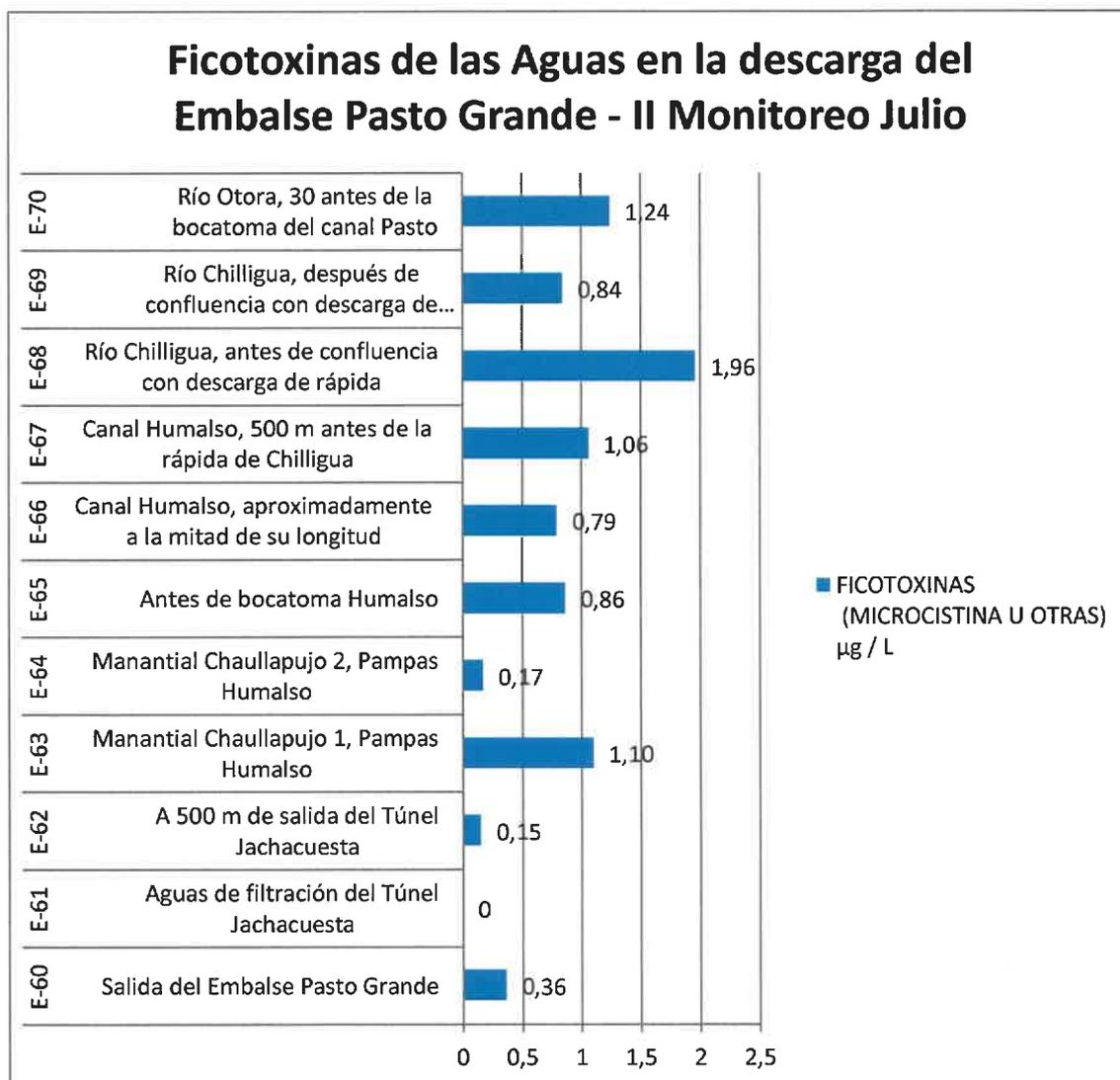
CONSORCIO V-5

Iny Victoria Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Bla. Haydée Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

GRANDE	Avenida	Avenida	Estiaje	Estiaje
Descarga Inicial ug/L	0	1.57	0	1.96
Estaciones	E63, E64	E68	E61	E68
Descarga Final ug/L	0.45	4.43	0.52	4.69
Estaciones	E76	E78	E82	E78



Respecto a la METODOLOGIA para las ficotoxinas, el método empleado

o fue el método validado que nos ofrecía el laboratorio ICMA ha sido por el método de HPLC y el método aplicado ha sido enviado en el primer Informe. El aseguramiento de calidad se realizó al laboratorio con una auditoría de segunda parte, donde se verificó los certificados de calibración de sus equipos, certificados de mantenimiento de los equipos involucrados, Determinación de la incertidumbre estándar y pruebas intra-laboratorio que nos da el 99 % de confiabilidad.

Se reitera que con motivo del plan optimizado se explicó porque escoger un laboratorio que pudiera hacer todos los parámetros hidrobiológicos, y nos aseguramos que aunque CAEE no tiene los parámetros

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Bla. Hilda Aivarán Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

acreditados están en implementación y nos aseguramos que los analistas tengan la suficiente experiencia para dar confiabilidad a los datos.

En relación a los Análisis de Bioensayos de toxicidad del agua superficial del Embalse solicitamos se precise el efecto que tendría en la población, considerando que esta agua son captadas para el consumo humano a través de las plantas de tratamiento.

2.1 RELACION DE FICOTOXINAS; CLOROPHYLA A EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

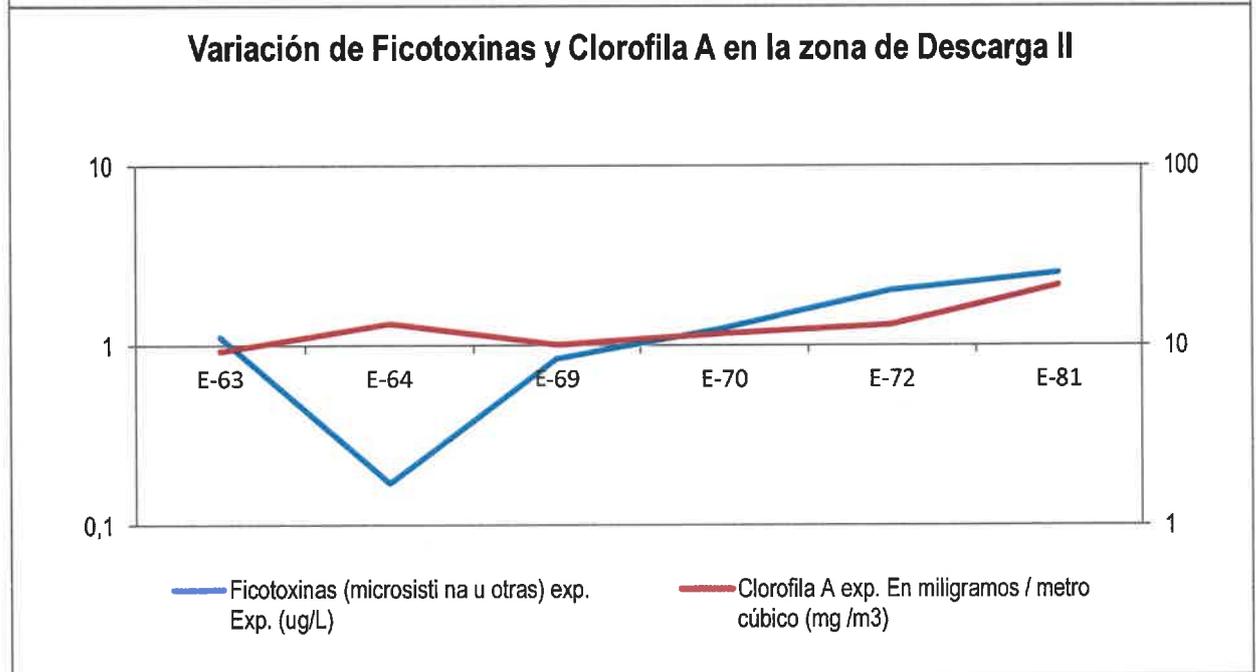
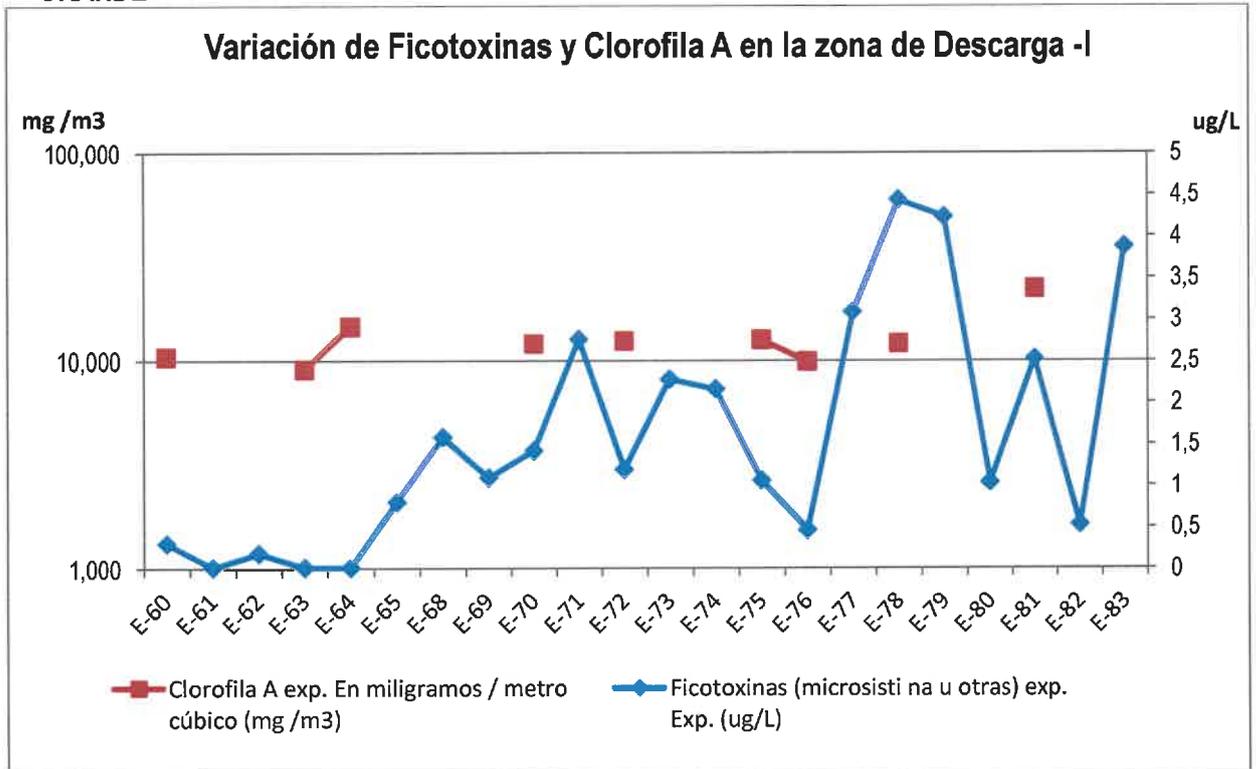


Figura 19: Relación de Ficotoxinas y Clorofila A en la descarga del Embalse Pasto Grande en el primer y segundo monitoreo 2012.

3. CARACTERIZACION MICROBIOLÓGICA EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

El objetivo de los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para Aguas (ECAs) D.S. 002-2008 es establecer el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias biológicas, presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

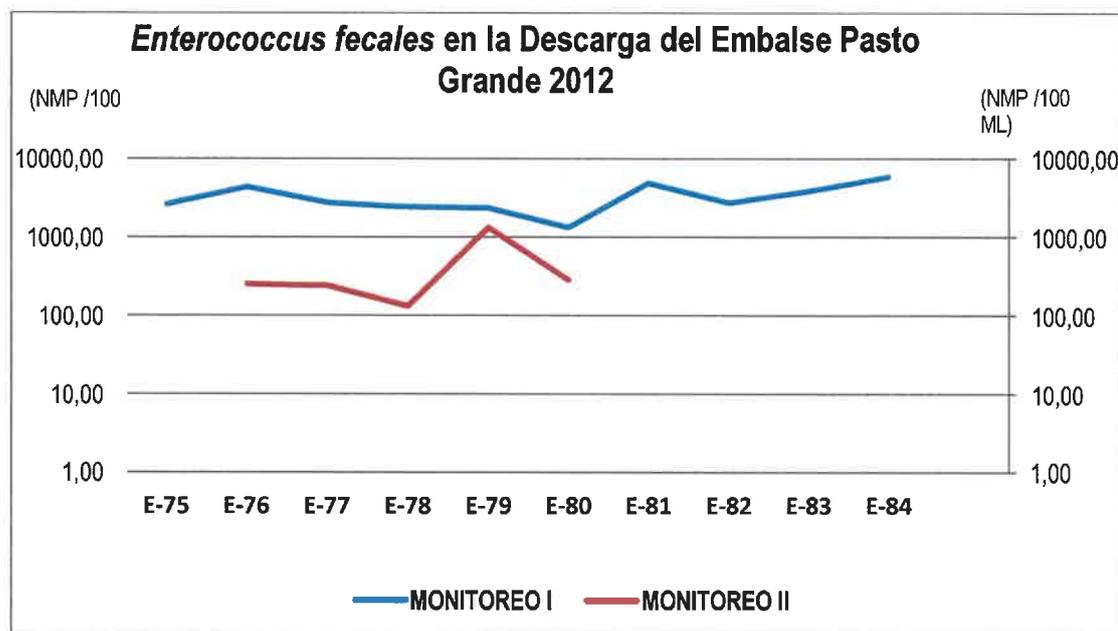
La Ley de Recursos Hídricos en vigencia, el ANA, determina y establece el uso o los usos a que se destinen las aguas de un cuerpo receptor. En la Descarga del Pasto Grande verificamos 3 puntos correspondientes al uso para aguas de consumo humano, lo que debe compararse con la categoría I Clase A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento, pero también se compara con la Categoría 3 Para Bebidas de Animales, debido a la observación de animales en algunas zonas de los afluentes. En este caso los parámetros que establecen las ECAS 2008 son sobre todo los microbiológicos, no habiendo valores para los parámetros hidrobiológicos, ficotoxinas y clorofila A.

La caracterización microbiológica a nivel de las entradas y salidas de las plantas de tratamiento se evidenció la presencia de contaminación de las 3 plantas de tratamiento en el I Monitoreo Abril 2012, pudiendo ser puntual, sin embargo se verificó con el laboratorio de ICMA en campo no se percató de que eran salidas de planta de agua potable. Lo que se tuvo mucho cuidado en el II Monitoreo.

La documentación de lo actuado para los resultados microbiológicos han sido enviados en los informes parciales, con el debido tiempo, tenemos las cadenas de custodia, las cuales evidencian el muestreo en los puntos señalados a nivel de grifos.

El momento en que el laboratorio ICMA preparó el material para realizar el muestreo, se envió frascos de vidrio conteniendo el neutralizante tiosulfato de sodio al 10 % para el II Monitoreo porque en la solicitud de servicio se puntualizó que se iba a muestrear agua potable, al recibir estas tres muestras se le dio el tratamiento como agua potable muestreada después del mantenimiento y tratamiento con cloro, las cadenas de custodia dicen claramente que se trata de agua potable y se trataron como tales.

Se evidenciaron también las cadenas de custodia para corroborar la toma de muestra en el lugar exacto y las fechas de muestreo.



CONSORCIO V-6

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-6

Bla. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Figura 20: Evaluación microbiológica para *Enterococcus fecales* en la descarga del Embalse Pasto Grande , durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

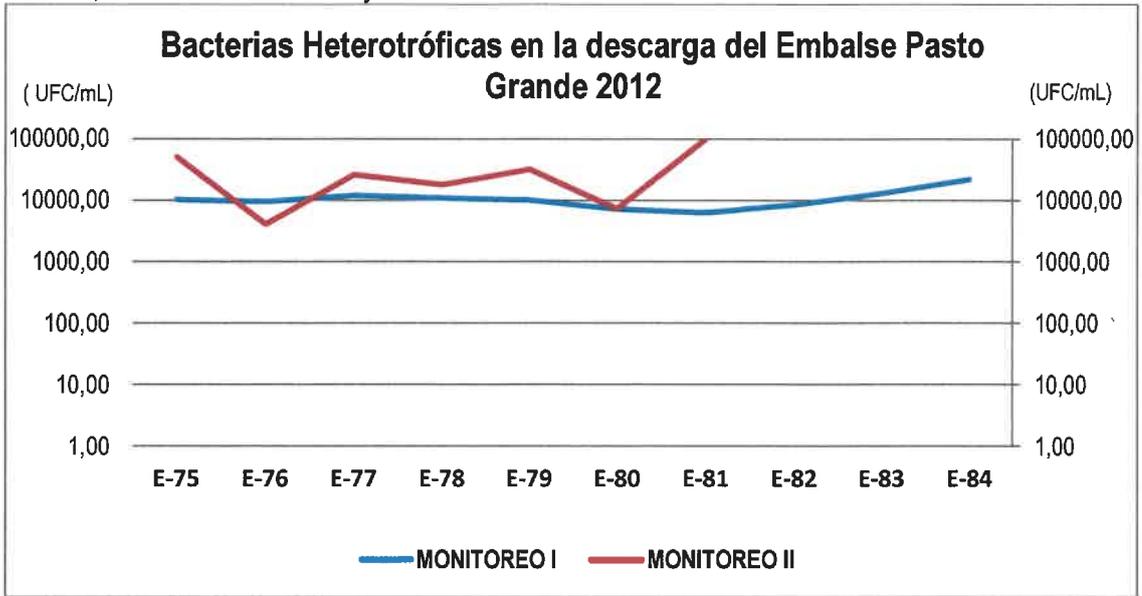


Figura 21: Evaluación microbiológica para *Bacterias heterotróficas* en la descarga del Embalse Pasto Grande , durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

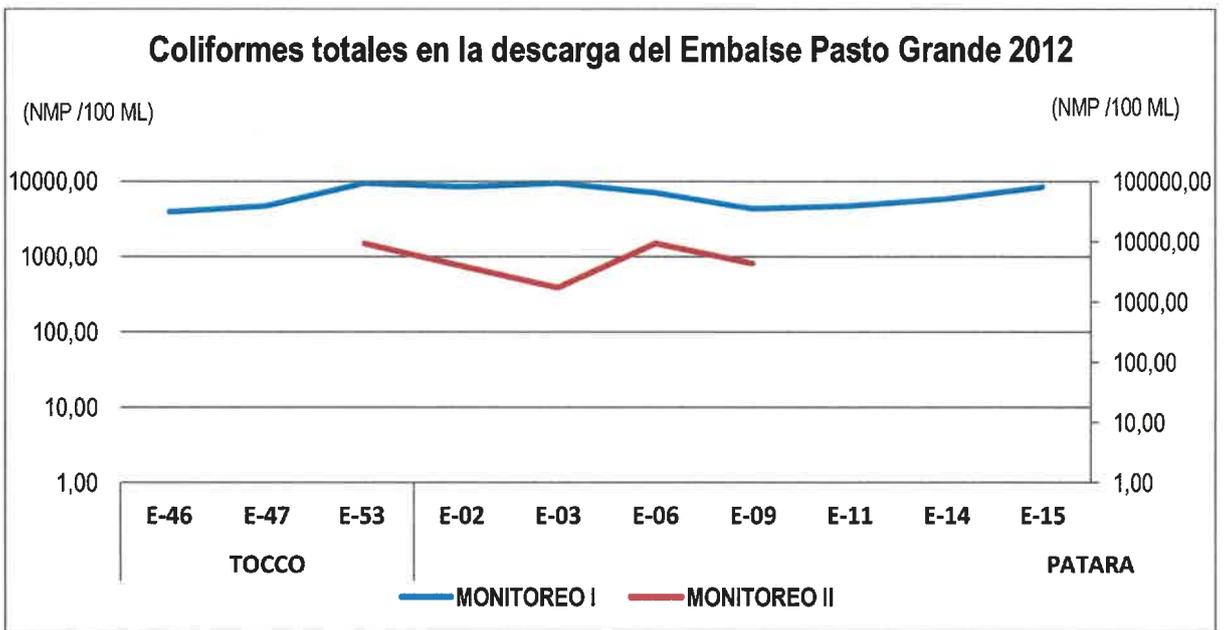


Figura 22 : Evaluación microbiológica para *Coliformes Totales* en los afluentes del Embalse Pasto Grande , durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

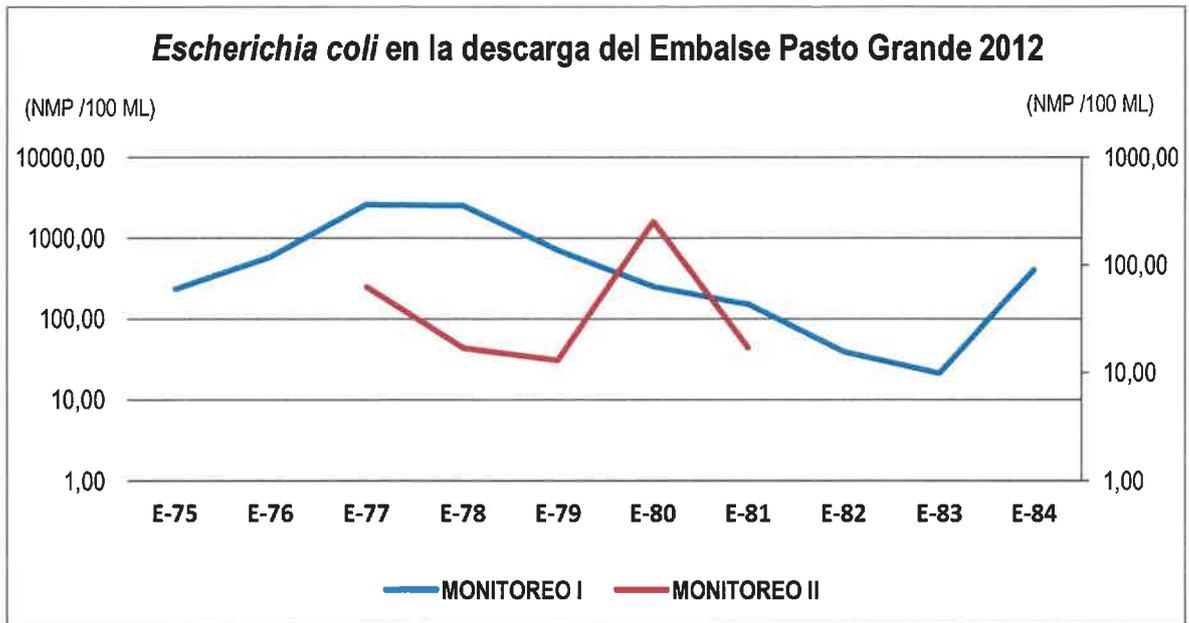


Figura 23: Evaluación microbiológica para *Escherichia coli* en la descarga del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

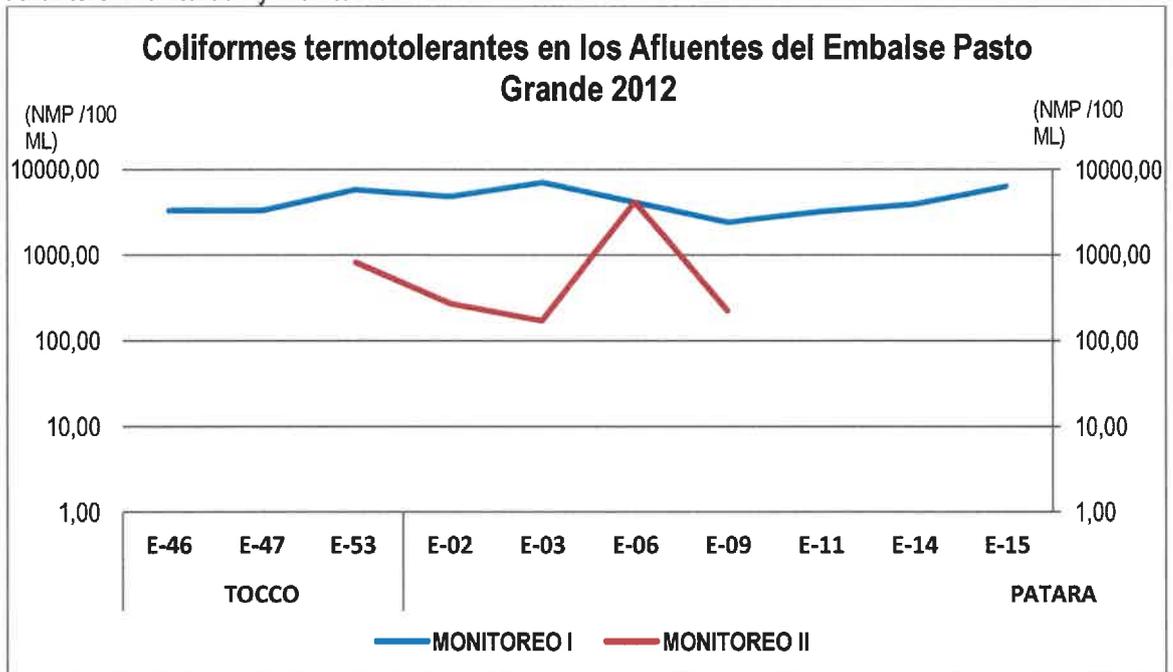


Figura 24: Evaluación microbiológica para *Coliformes Termotolerantes* en la descarga del Embalse Pasto Grande, durante el Monitoreo I y Monitoreo II.

En el segundo monitoreo los niveles de coliformes totales, fecales, *Enterococos* y *Escherichia coli* están dentro de lo esperado garantizando agua potable en el caso de la Planta de Inalambrica y Cata Catas, siendo que en la salida de Chenchen se encuentra 4000 BH/mL debiendo ser según el DS N° 031-2010 500 BH/mL como máximo, sin embargo siendo un parámetro de ensuciamiento debe asegurarse que los niveles sean entre 20 y 50 BH/mL como máximo, debido a la presencia de cloro residual obligatorio por SUNASS en el agua potable.

MONITOREO I MICROBIOLÓGICO ENTRADA Y SALIDA DE LAS PLANTAS MOQUEGUA

Estación	E75	E76	E81	E82	E83	E84
Nombre	I. Chen chen	S. Chen chen	I. Inalambrica	S. Inalambrica	I. Catas- catas	S. Catas- catas
CTT NMP/100 mL	3900	4700	4300	4700	5800	8400
CTT NMP/100 mL	3300	3300	2400	3200	3900	6300
E. coli NMP/100 mL	2300	580	150	39	21	400
Enterococcus NMP/100 mL	2600	4300	4800	2700	3800	5800
B. Heterotróficas UFC/mL	10200	9400	6300	8400	13000	22000
Helmintos HH/ L	7	4	19	21	19	13
Ficobxinas ug/L	1.05	0.45	2.52	0.52	3.87	0.55
Clorofila a mg/m ³	12.5	9.87	22.2	NS	NS	NS

MONITOREO II MICROBIOLÓGICO ENTRADA Y SALIDA DE LAS PLANTAS MOQUEGUA

Estación	E75	E76	E81	E82	E83	E84
Nombre	I. Chen chen	S. Chen chen	I. Inalambrica	S. Inalambrica	I. Catas- catas	S. Catas- catas
CTT NMP/100 mL	76000	<1.8	4300	<1.8	200	<1.8
CTT NMP/100 mL	540	<1.8	220	<1.8	<1.8	<1.8
E. coli NMP/100 mL	2	<1.8	17	<1.8	<1.8	<1.8
Enterococcus NMP/100 mL	2600	<1.8	280	<1.8	180	<1.8
B. Heterotróficas UFC /mL	50000	4000	99000	<1.8	71000	<1.8
Helmintos HH/ L	6	0	6	0	4	0
Ficobxinas ug/L	1.12	0.56	2.52	0.52	3.87	0.00
Clorofila a mg/m ³	13.0	10.00	2.16	NS	NS	NS

Planta Chen chen: Recibe una carga significativa de coliformes ligeramente superior a lo establecido en las ECAS-2008; siendo 3000 CT/100 mL el valor límite; pero lo que llama la atención es que en la salida hay un incremento, no solo de Coliformes sino de Enterococos y Bacterias Heterotróficas. La presencia de helmintos también está latente teniendo que reforzar los tiempos de retención en planta o procesos de sedimentación para evitar la presencia de las formas parasitarias a nivel de la Salida de Planta como se observó en el I monitoreo.

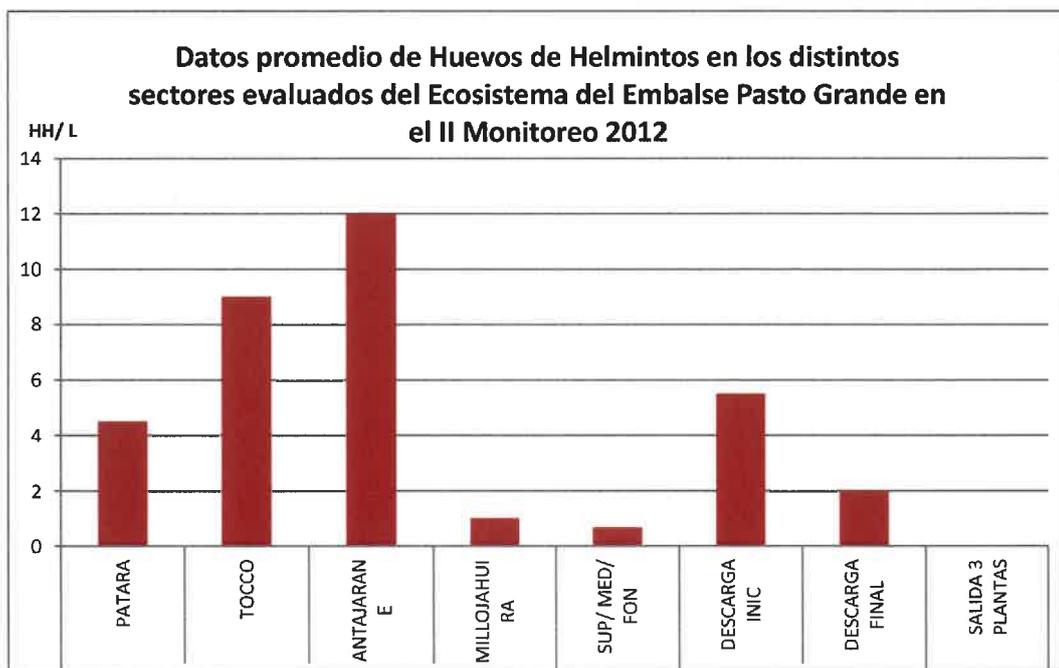
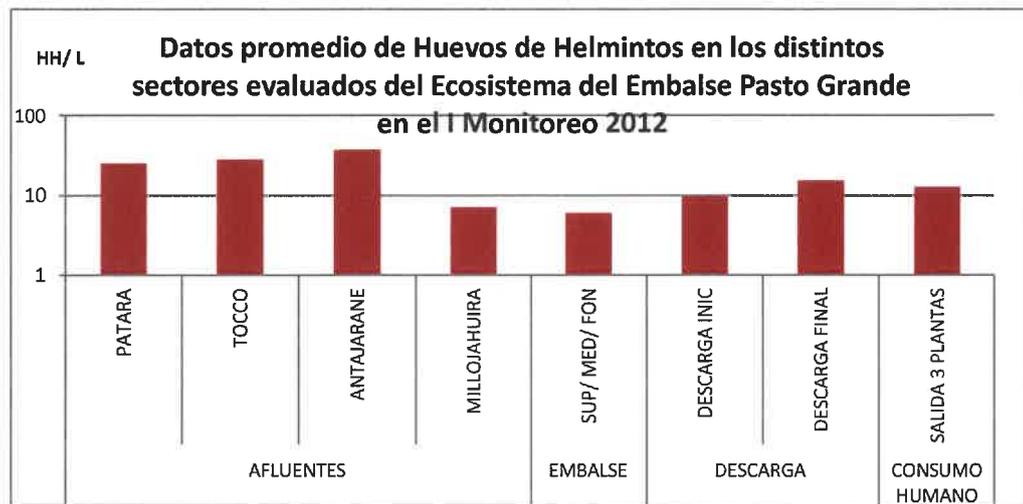
Planta Inalambrica: se observó la misma tendencia que Chenchen en el I Monitoreo, sin embargo en el II Monitoreo la calidad de agua es adecuada y cumple con la Normativa del DS N° 31-2010 SA. Se debe tener cuidado con la presencia de helmintos.

Planta Cata Catas: se observó la misma tendencia de las 2 plantas anteriores, en el I Monitoreo, sin embargo en el II Monitoreo la calidad de agua es adecuada y cumple con la Normativa del DS N° 31-2010 SA. Se debe tener cuidado con la presencia de helmintos.

Aún así los sedimentos y tendencias y situaciones puntuales revelan que se debe tomar una medida de emergencias, por ello los ingenieros han diseñado un sistema de pretratamiento lo que aseguraría que el agua cruda se acondiciona antes de ingresar a las plantas para dar un servicio adecuado pese a cualquier situación convirtiéndose en un plan de contingencia esta unidad hidráulica, donde no solo se maneje noveles sino también calidad.

HUEVOS DE HELMINTOS EN LOS SEDIMENTOS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

A nivel de parásitos se nota la presencia de formas parasitarias a nivel de la salida de las plantas en el I Monitoreo, no habiendo en el II Monitoreo, se recomienda tener cuidado con la operación de plantas.



4. BIOENSAYOS DE TOXICIDAD EN LAS DESCARGAS DEL EMBALSE PASTO GRANDE

La toxicidad e los 3 ingresos de las Plantas de tratamiento donde se estableció hacer los ensayos salieron no tóxicos lo cual tranquiliza ya que este parámetro sinergiza o antagoniza los parámetros asilados que se han evaluado, vale decir frente a la presencia de fitotoxinas y cianobacterias en este último caso en cantidades significativas.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Bla. Hugo Alvarino Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

TOXICIDAD AGUDA DEL AGUA SUPERFICIAL AL FINAL DE LA DESCARGA con Daphnia magna PULGAS DE AGUA

II MONITOREO ESTIAJE			I MONITOREO ESTIAJE		Descripción de las Estaciones
Estación	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	CL50 (%)	Categoría Toxicológica	
E-75	100	atóxico	100	atóxico	Ingreso a la PTA Chen Chen
E-81	100	atóxico	100	atóxico	Ingreso a la Pta. de tratamiento Pampa Inalambrica
E-83	100	atóxico	100	atóxico	Ingreso a la Pta. de tratamiento Cata Catas

En relación a los Análisis de Bioensayos de toxicidad del agua superficial de las descargas no tiene efecto en la población, considerando que esta agua son captadas para el consumo humano a través de las plantas de tratamiento.

Aún si hubiera un nivel de toxicidad estamos evaluando sobre las comunidades hidrobiológicas no sobre los seres humanos, siendo un concepto elemental, sin embargo nos alertará para prevenir cualquier otro efecto mayor sobre organismos menos sensibles y pasar de evaluar LC 50 es decir concentración letal 50% para evaluar DL 50 que es dosis letal 50% ya con ratas u otros mamíferos referenciales.

La idea de estos parámetros es preventivos e indicadores de calidad para ecosistemas acuáticos y obviamente debe ser no tóxico a nivel de agua para consumo humano.

5. INDICES BIOLÓGICOS EN LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

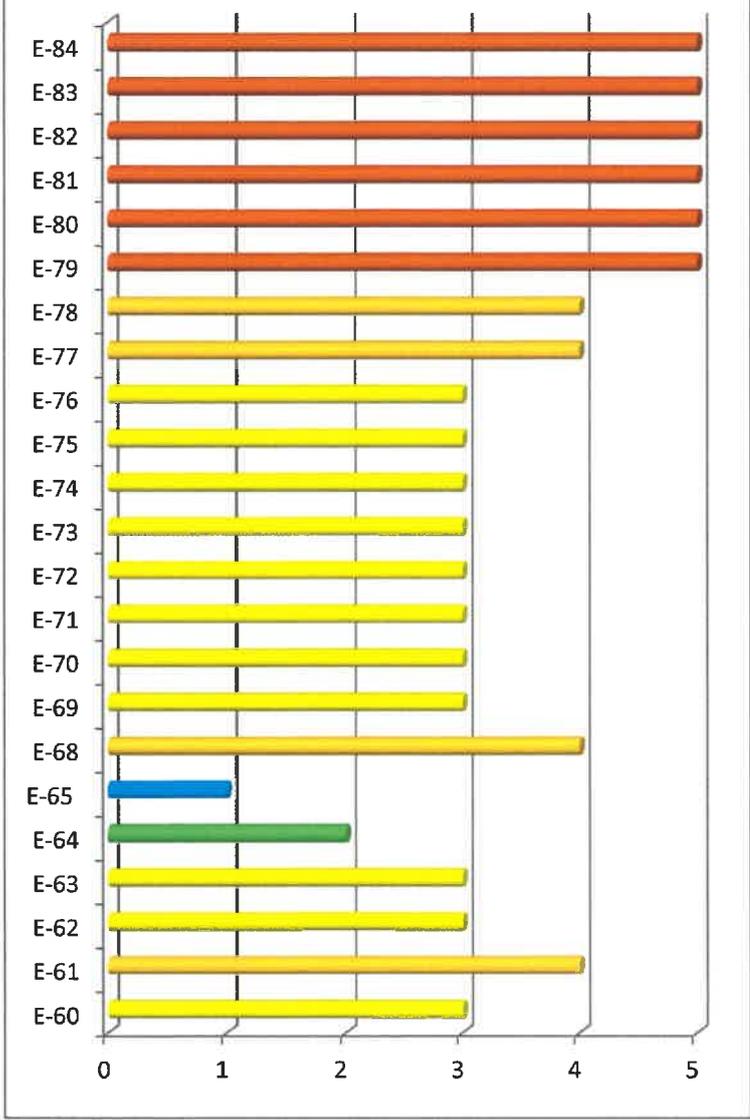
CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Bla. Haydée Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531

Calidad Biológica basada en el Índice Diatómico General (IDG) para la evaluación fitoplanctónica en la Descarga 2012-I

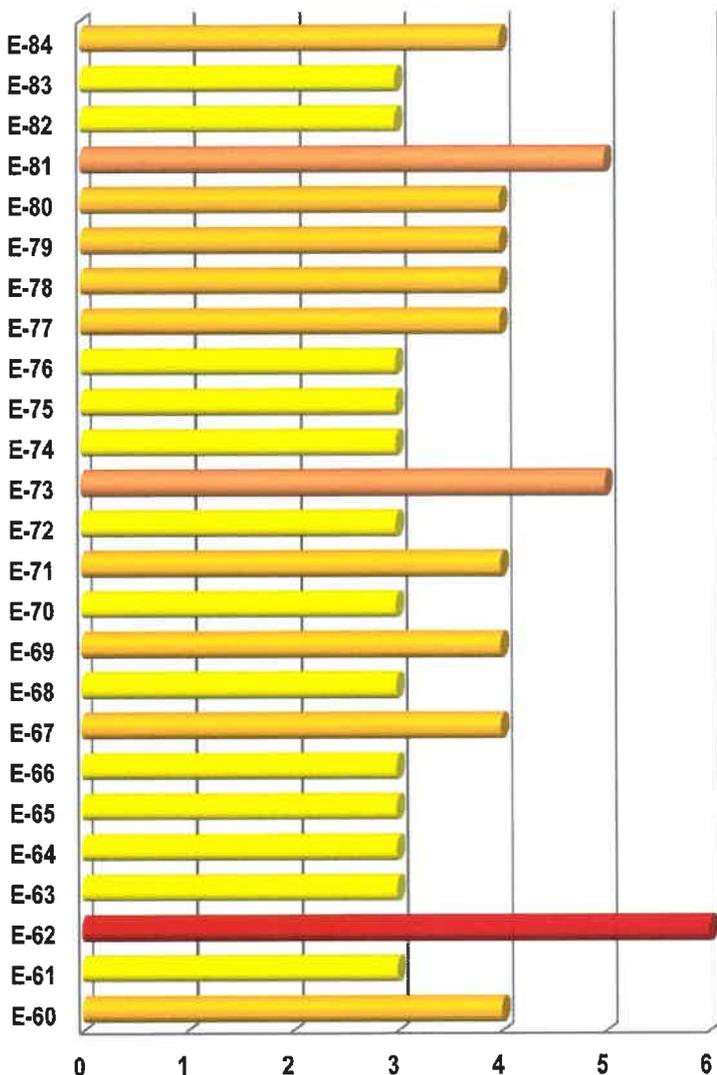


VALORACION	CATEGORIA
Valor 7	Polución Tóxica
Valor 6	Polución muy Fuerte
Valor 5	Polución Fuerte
Valor 4	Polución Media
Valor 3	Polución Moderada
Valor 2	Polución Débil
Valor 1	Calidad Biológica Óptima


CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530


CONSORCIO V-5
 Blga. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Calidad Biológica basada en el Índice Diatómico General (IDG) para la evaluación fitoplanctónica en la Descarga del Embalse Pasto Grande 2012-II



VALORACION	CATEGORIA
Valor 7	Polución Tóxica
Valor 6	Polución muy Fuerte
Valor 5	Polución Fuerte
Valor 4	Polución Media
Valor 3	Polución Moderada
Valor 2	Polución Débil
Valor 1	Calidad Biológica Óptima

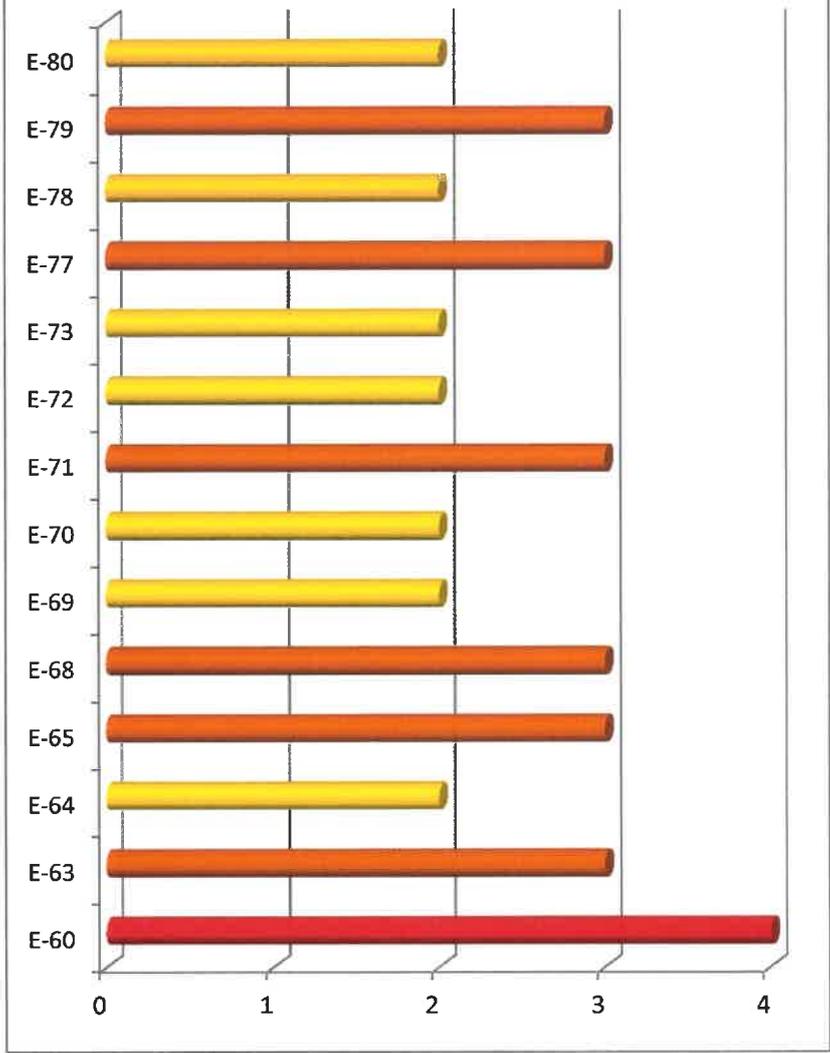
CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 9630

CONSORCIO V-5

Bta. Haydée Alvarado Flores
 BIÓLOGA
 CBP. 2531

Calidad Biológica basada en el BMWP para la evaluación de Macrobentos en la Descarga del Embalse Pasto Grande 2012-I



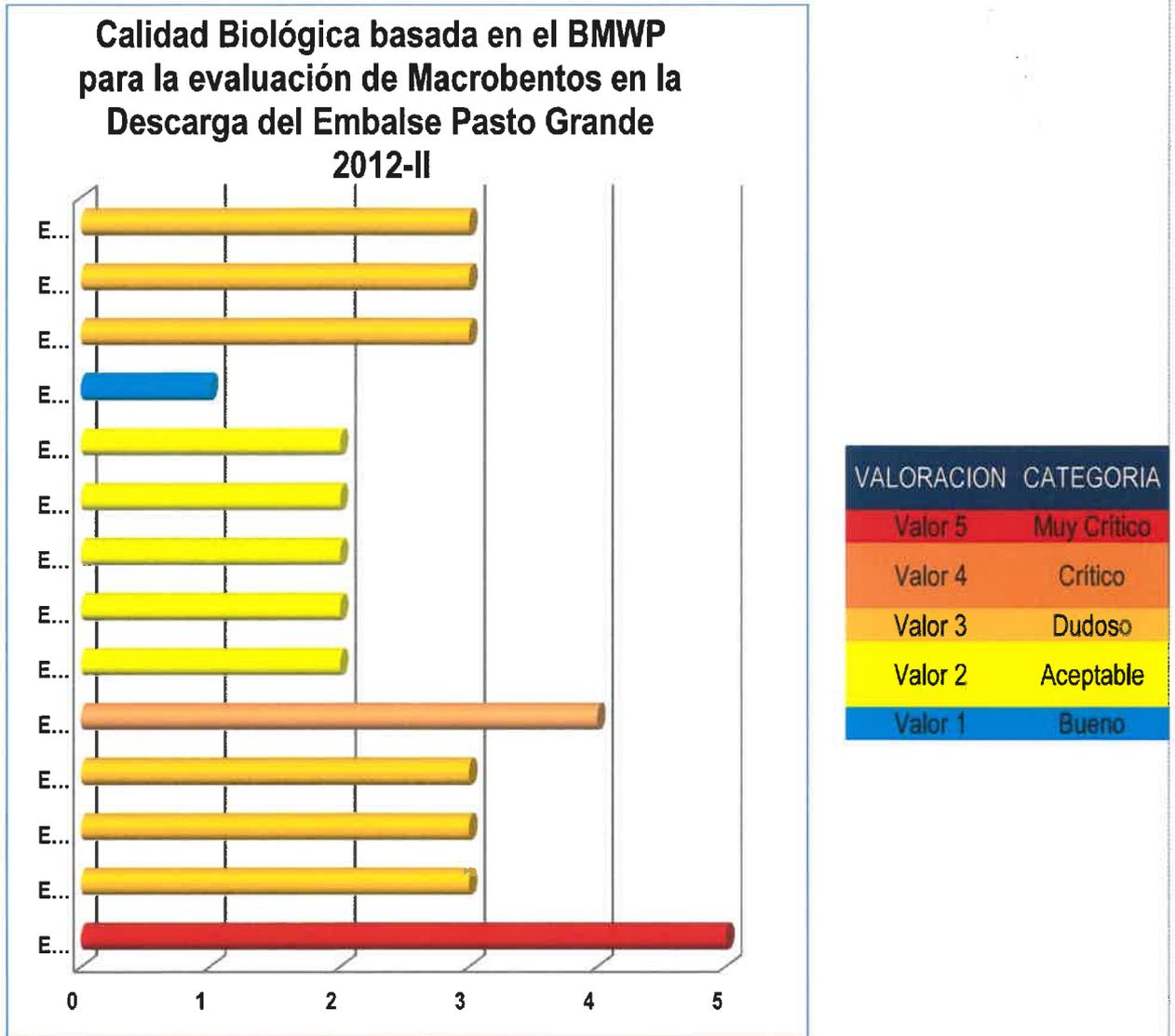
VALORACION	CATEGORIA
Valor 5	Muy Crítico
Valor 4	Crítico
Valor 3	Dudoso
Valor 2	Aceptable
Valor 1	Bueno

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

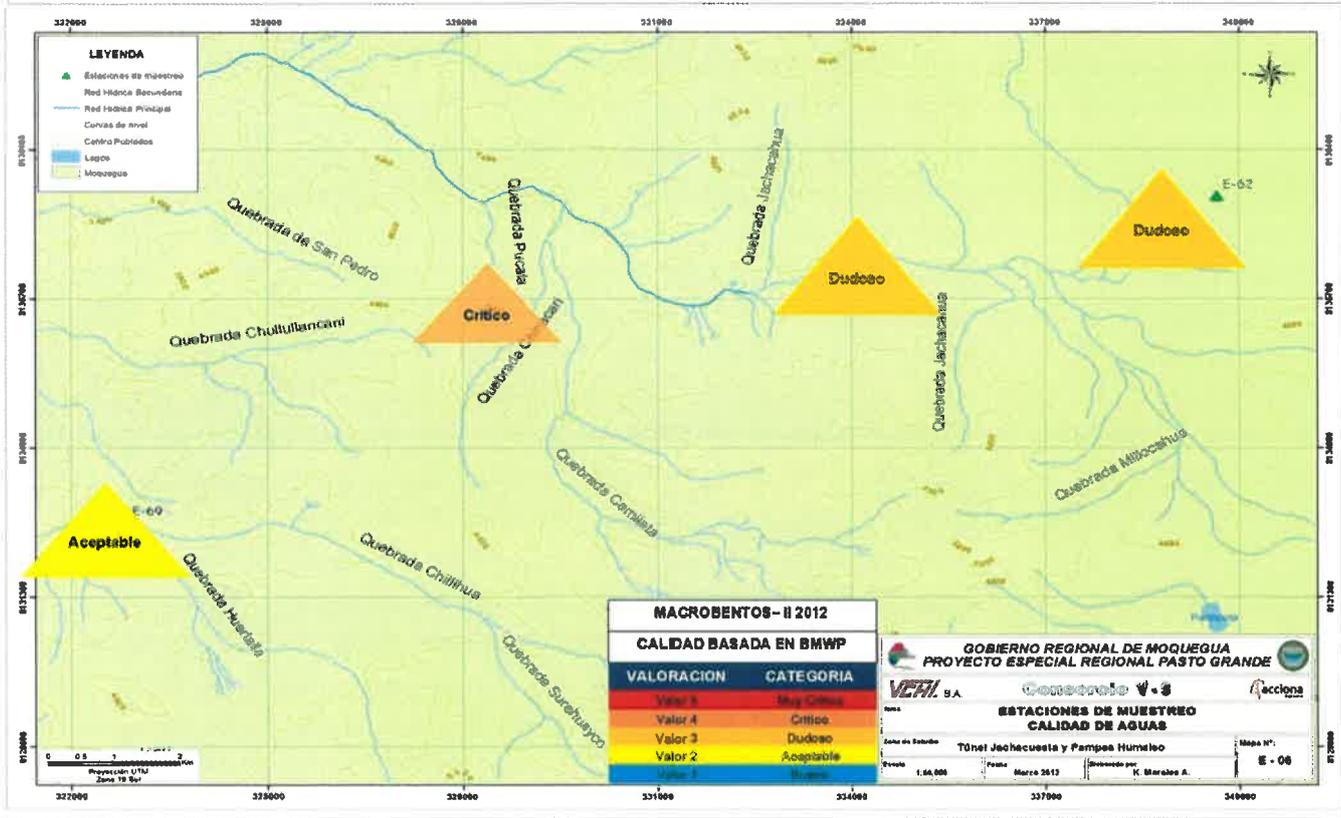
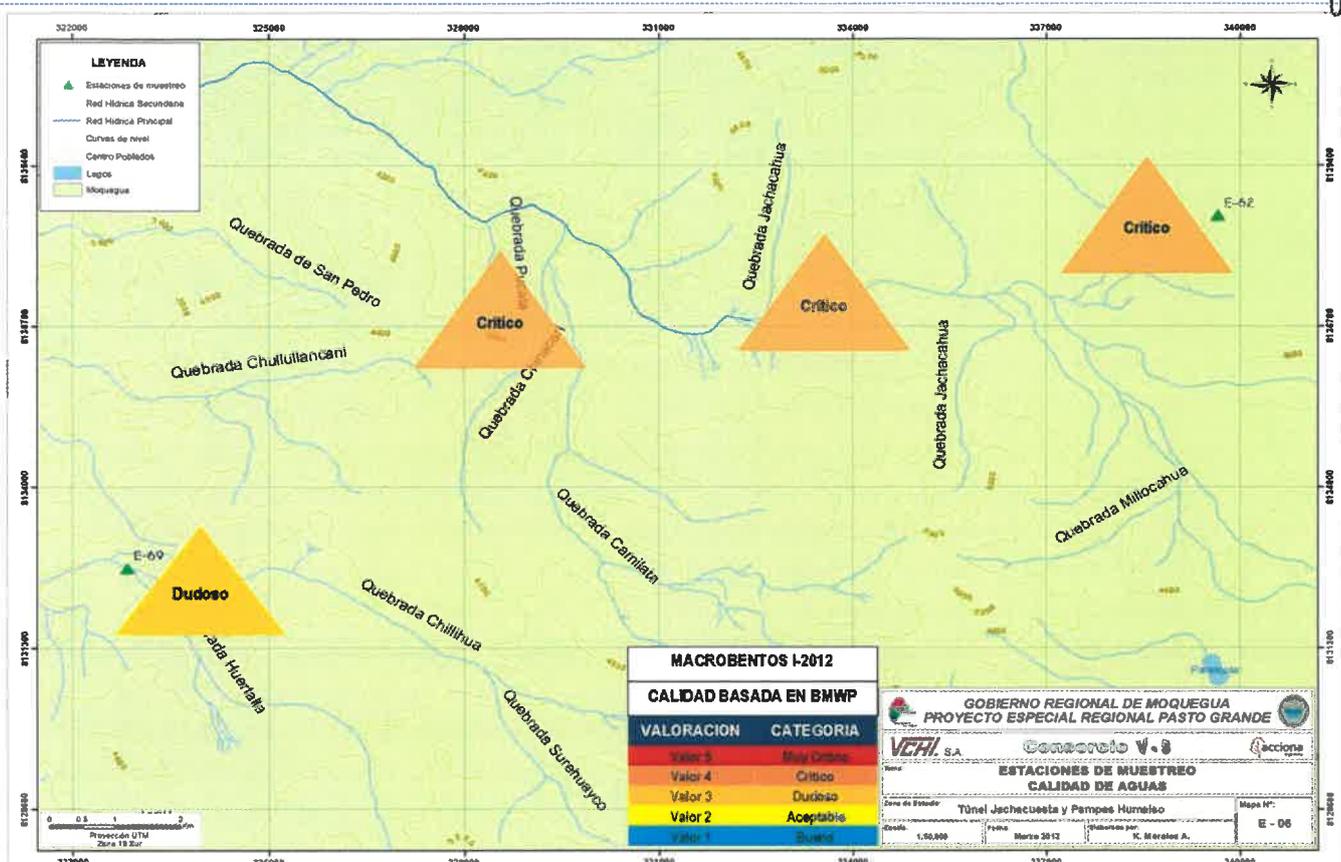
CONSORCIO V-5

Bla. Haydeé Alvarino Flores
BIÓLOGA
CBP. 2531



Usando los índice Biológicos de aguas superficiales las estaciones son en su mayoría aceptables o con contaminación en los últimos puntos por tratarse de salidas de plantas de Tratamiento de agua, lo cual también disminuye en el II Monitoreo, pero los Indices de BMWP de macrobenos indican la salida del embalse como contaminado de modo crítico en el I y II Monitoreo; así como Chiligua, Rio Moquegua y Rio Osmore en el II Monitoreo; esto es debido a la presencia de representantes del bentos que son resistentes y la ausencia de especies que indicarían una mejor condición. Del mismo modo un pretratamiento ayudaría a minimizar cualquier problema eventual antes de las plantas.

En los mapas siguientes se visualiza esta tendencia de la valoración según el índice en base a macroinvertebrados.

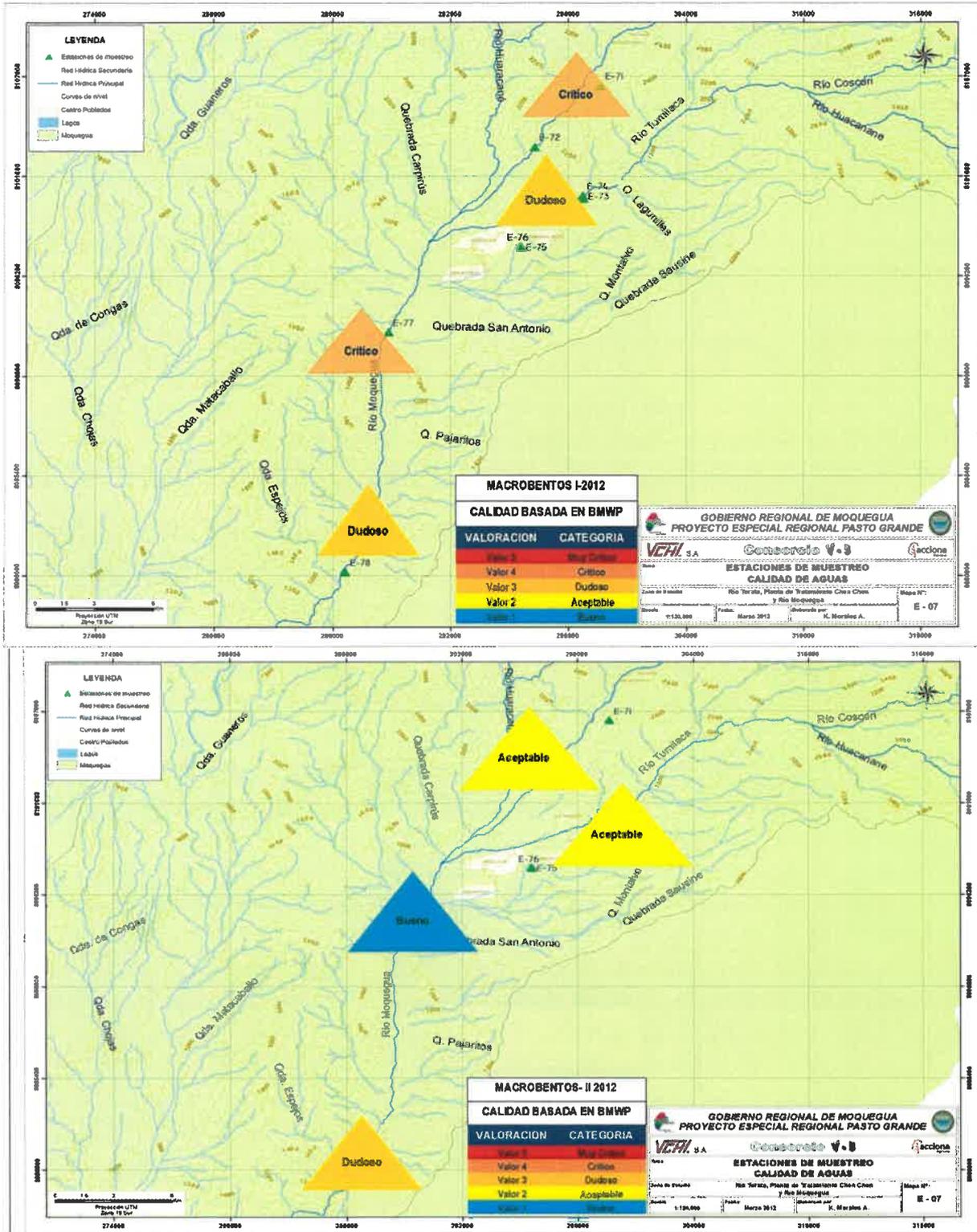


MAPA 4: Comparación de las valoraciones de calidad de aguas basado en el BMWP para macrobentos en la Descarga Inicial del Embalse Pasto Grande. La leyenda presenta una gradiente cromatográfica basado en la calidad de aguas para BMWP donde Rojo es un estado **Muy crítico**, Naranja bajo es **Crítico**, Amarillo es un estado **Dudoso**, Celeste un estado **Bueno** y Verde un estado **Aceptable**.

CONSORCIO V-5
Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 8530

CONSORCIO V-5
Bla. Haydeé Alvarado Flores
BIOLOGA
OBP. 2531

TOMO 4: "CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL



MAPA 5: Comparación de las valoraciones de calidad de aguas basado en el BMWP para macrobentos en la Descarga Final del Embalse Pasto Grande .La leyenda presenta una gradiente cromatográfica basado en la calidad de aguas para BMWP donde Rojo es un estado **Muy crítico**, Naranja bajo es **Crítico**, Ambar es un estado **Dudoso**, Amarillo un estado **Aceptable** y Celeste un estado **Bueno**.

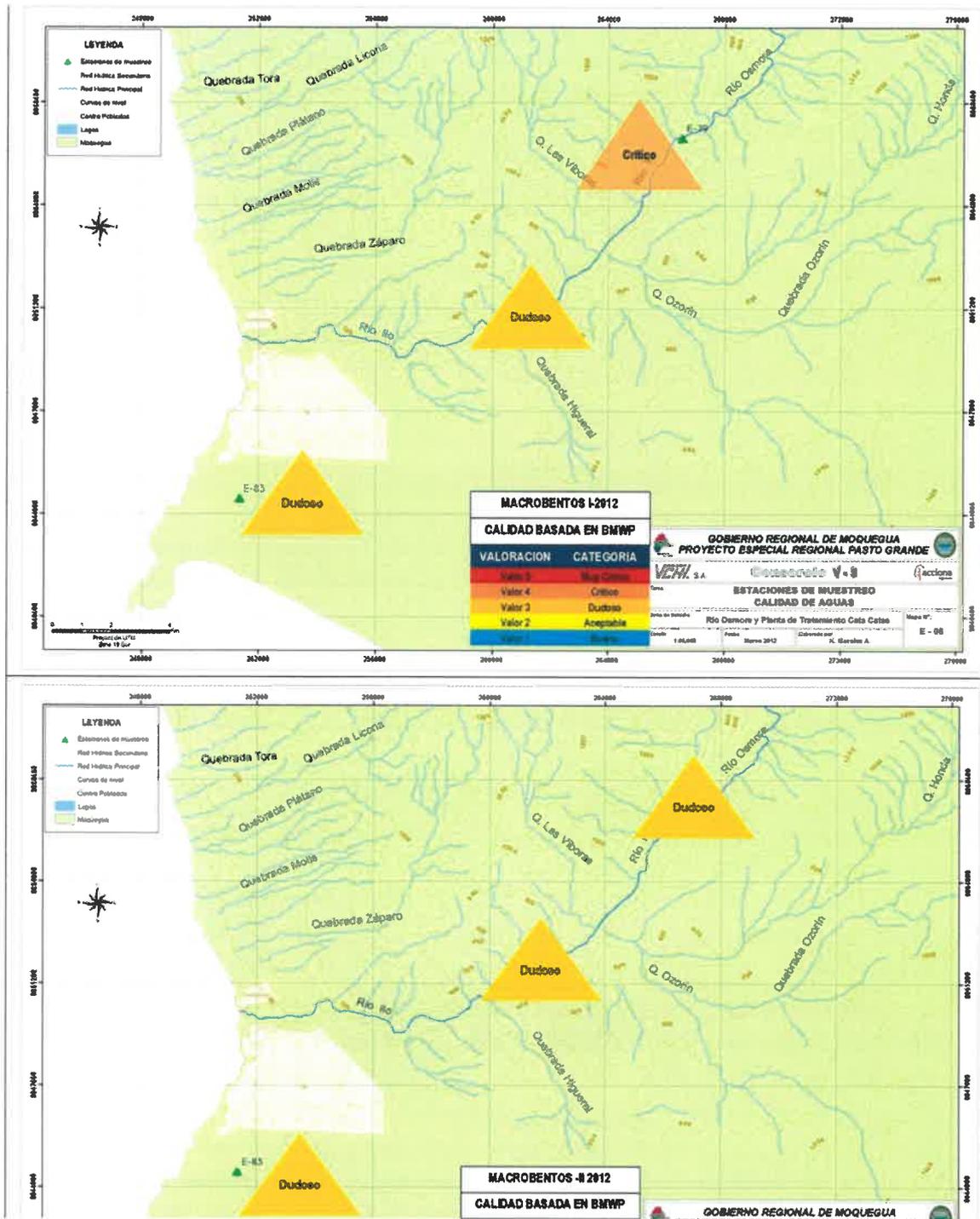
CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Suárez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6539

CONSORCIO V-5

Blga. Harolde Alvarado Flores
BIOLOGA
CBP. 2531

TOMO 4: "CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE"



MAPA 6: Comparación de las valoraciones de calidad de aguas basado en el BMWP para macrobentos en la Descarga Final del Embalse Pasto Grande. La leyenda presenta una gradiente cromatográfica basado en la calidad de aguas para BMWP donde Rojo es un estado **Muy crítica**, Naranja bajo es **Crítico**, Ambar es un estado **Dudoso**, Amarillo un estado **Aceptable** y Celeste un estado **Bueno**.

CONSORCIO V-5
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Haydee Alvarino Flores
 BIÓLOGA
 C.B.P. 2531

6. CONCLUSIONES

- Ningún embalse es igual que el otro, incluso las características propios del Embalse a más de 4000 msnm son sui-generis, por ende difícilmente podemos comprar de modo específico las experiencias de pasto Grande y su caracterización con otro embalse, o su descarga o comportamiento con otro Embalse así como las respuestas una vez que se desarrollen las alternativas de tratamiento planteadas por el Consorcio.
- El pH es influyente en la cantidad del fitoplancton no teniendo necesariamente una correlación positiva, lo mismo que el perifitón; mientras no sigue correlación alguna con zooplancton.
- Se encuentran presencia de clorophylla A de 9.08 hasta 22.16 mg/m³ en el I monitoreo y de 9.27 a 22.16 mg/m³ en el II Monitoreo siendo el punto de ingreso a Inalambrica el punto de mayor nivel de clorophylla A, el menor nivel en Chaullapujo. A nivel del Embalse el máximo es 19 mg/m³
- Se encuentran presencia de Ficotoxinas muy relacionadas con Clorophylla A debido a su interrelación con las cianobacterias siendo en la Descarga un promedio de 0 hasta 4.43 ug/L en el I monitoreo y de 0 a 4.69 ug/L en el II Monitoreo.
- La recuperación del PH en la descarga es evidente lo cual podría deberse a la presencia de bodeadales; las rápidas de Chiligua que aportan oxígeno y con ello aumenta el Ph, por la caída de la altura y por el aporte de Jachacuesta con su aguas alcalinas; lo que determina que se tengan diversa clasificación de aguas en el Embalse Pasto Grande, correspondiendo a este nivel de la descarga inicial y final aguas neutras o alcalinas.
- Se evidencia toxicidad Aguda nula en el ingreso de las 3 plantas de tratamiento de agua potable, siendo positivo al medir la sinergia y antagonismo de todo cuanto hay en el agua analizada.
- El índice biológico Diatómico indica zonas de contaminación muy débiles o moderadas en aguas libres superficiales y el Índice de Macroinvertebrados señala contaminación crítica y muy fuerte en algunos puntos tales como la salida, osmore y Moquegua.
- El Índice de BWPM basado en macroinvertebrados bénticos señala zonas de contaminación como muy crítica en la Estación E42 Rio Antajarane y E01 Bodefal 1 y E13, 17 y 25 correspondiente a la Quebrada y Rio Cacahara, en la zona de descarga en el E60 salida del embalse. Y en el II Monitoreo casi todos los puntos dentro del Embalse son catalogados como muy críticos. Se recomienda tener cuidado con los sedimentos.
- Los *Enterococcus fecalis* y bacterias heterotróficas indican contaminación de origen fecal en el embalse Pasto Grande siendo este último 2 veces más del nivel permitido incluso a la salida de las plantas E76, E82 y E84 incumpliendo la normatividad para agua de consumo humano en el I Monitoreo, no presentándose lo mismo en el II Monitoreo donde cumple la normativa para agua potable, con excepción de la salida de la planta de Chen chen con 4000 UFC/ ml siendo la Norma 500 UFC/ mL. Pudiendo tratarse de una situación puntual.
- Los sedimentos en las estaciones de la descarga tienen presencia huevos de helmintos, llegando hasta 6 HH/L, incluso al ingreso de las plantas de tratamiento.
- Es necesario un proceso de desinfección en el caso de los puntos asociados a las salidas de las plantas de tratamiento para lograr diariamente y en toda época el aseguramiento del agua potable.
- También se nota presencia de fitoplancton y zooplancton en cantidades elevadas lo que también debe de tratarse con celeridad; en el II Monitoreo también se presenta aunque en número menor.

TOMO 4: "CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA, HIDROBIOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS DE LA DESCARGA DEL EMBALSE PASTO GRANDE"

Cabe recordar que el DS N° 31-201° establece en "0" la presencia de organismos de vida libre lo que incluye fitoplancton y zooplancton.

- El Consorcio V5 y sus especialistas tienen la visión integral del ecosistema del Embalse Pasto Grande y no es razonable separar afluentes, embalse y descarga en su totalidad; cómo bien se dice son términos de "referencia"; los temas todos han sido cubiertos, sin embargo se ha hecho un esfuerzo por hacer tomos diferenciados como parte del informe final.
- La caracterización Meteorológica en el Ecosistema del Embalse Pasto Grande permite determinar que existe vientos con velocidades de 5 m/s produce oleajes suaves sobre la superficie que impacta en el movimiento de las aguas haciendo que se generen ligeros movimientos horizontales y verticales lo que hace que haya variación en cantidad y especies diferentes y movimientos de fe que den coloración rojiza de modo eventual.
- La caracterización de la calidad de agua de los ríos de la Subcuenca Pasto Grande se realiza en la función a los dos monitoreos efectuados en los meses de abril y julio lo que no diferencia las épocas marcadas de avenida y estiaje. El periodo de estudio del estudio y la logística debido a las exigencias del ecosistema y sus tiempos son situaciones de barrera.
- Sobre los resultados microbiológicos (Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Enterococos Fecales, E. Coli) a la salida de plantas de tratamiento de Chen Chen, Pampa Inalámbrica y Cata Cata; la consultora envió los resultados originales de los laboratorios adjunto a los informes parciales que acredita lo actuado en el monitoreo y análisis de dicha muestras.

CONSORCIO V-3

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Bla. Haydee Alvarino Flores
BIÓLOGA
CIP. 2531



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



TOMO N°5

CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA EN EL ECOSISTEMA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

VCHI S.A.

Consorcio

acciona
Ingeniería

CONSORCIO V-5

V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP 6530

Ing. Ricardo Apella Nalvarte
ING. AGRÍCOLA
CIP 11823

TOMO 5

**CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA EN EL ECOSISTEMA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE**

INDICE

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVOS
- III. ALCANCE DEL ESTUDIO
- IV. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS
AGUAS DEL EMBALSE PASTO GRANDE".- ESTUDIO HIDROLÓGICO PERPG
- V. CARACTERIZACION METEOROLÓGICA
- VI. CONCLUSIONES
- VII. RECOMENDACIONES

ANEXOS:

N°01: INFORMACION METEOROLOGICA

N°02: PRONOSTICOS DE RADIACION ULTRAVIOLETA

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Ricardo Aparicio Malvarte
ING. AGRICOLA
CIP. 11823

TOMO 5

CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA EN EL ECOSISTEMA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

I. INTRODUCCION

El Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) a través del Proyecto Especial Pasto Grande -PEPG, ejecutó diversas obras hidráulicas, para el almacenamiento del río Vizcachas (afluente del río Tambo) en el embalse Pasto Grande, así como la derivación y trasvase del recurso hídrico del río Vizcachas hacia la cuenca del río Moquegua, para el abastecimiento de agua potable de las ciudades de Moquegua e Ilo, mejoramiento de riego de los valles de Torata, Moquegua e Ilo y ampliación de la frontera agrícola de las Pampas Estuquiña y San Antonio, así como la proyectada irrigación de la Pampa Jaguay - Rinconada.

Además del uso doméstico, comercial, industrial y agrícola, las aguas del embalse Pasto Grande son utilizadas para la crianza y comercialización de truchas. La operación y mantenimiento de la Pera está a cargo del Proyecto Especial Regional Pasto Grande y la administración de la actividad pecuaria está a cargo de la Asociación Lago Azul, formada por los Comuneros afectados por la construcción de la Presa Pasto Grande.

El Gobierno Regional Moquegua (GRM) a través del Proyecto Especial Regional Pasto Grande (PERPG), con el objeto de cumplir con los objetivos y metas del Proyecto Pasto Grande, ha determinado realizar un Estudio para el Mejoramiento de la calidad de las aguas del embalse Pasto Grande así como de sus afluentes.

En este contexto la caracterización meteorológica del ecosistema del Embalse Pasto Grande permitirá una mejor interpretación de la influencia de las variables meteorológicas en la calidad del agua.

II. OBJETIVOS

El objetivo del estudio comprende:

- Caracterización meteorológica en el ecosistema del embalse que comprende los afluentes, el embalse mismo y la descarga.
- Determinar la incidencia de las variables climatológicas con la calidad de las aguas de los afluentes y del embalse así como la incidencia en el comportamiento de los sedimentos del fondo del embalse.
- Determinar la incidencia de las variables climatológicas en el funcionamiento de las diversas alternativas de solución planteadas.

III. ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance de la caracterización meteorológica del ecosistema del embalse comprende los afluentes, el embalse mismo y la descarga.

En esta fase del estudio se evalúan aspectos climáticos en el ámbito de influencia del Proyecto, tomando como referencia las estaciones meteorológicas siguientes:

Cuadro Nº 02
Estaciones Meteorológicas

Estación	Tipo	Coordenadas		Altura m s.n.m.	Ubicación			Periodo de Registro	Record años
		Latitud Sur	Longitud Oeste		Región	Provincia	Distrito		
Humalzo	CLI	16°52'	70° 25'	4609	Moquegua	Mcal. Nieto	Carumas	2005 - 2008	4
Pasto Grande	CLI	16° 56'	70° 13'	4550	Moquegua	Mcal. Nieto	Carumas	1952 - 2009	57
Tocco	PLU	16° 49'	70° 07'	4550	Moquegua	Chucuito	Mazo Cruz	1986 - 2001	16

CLI = Climatológica.

PLU = Pluviométrica

De todas ellas, la estación Pasto Grande y Tocco, se ubican dentro del ámbito de influencia directa del Proyecto y la estación Humalzo se encuentra próxima a él, todas ubicadas por arriba de los 4 500 msnm.

Las variables climatológicas, que registran las estaciones seleccionadas son:

- Temperatura máxima mensual.
- Temperatura mínima mensual.
- Precipitación media mensual.
- Evaporación mensual.
- Velocidad y dirección del viento.
- Humedad relativa mensual.
- Horas de sol

Los términos de referencia indican que también se debe evaluar a la radiación solar, la insolación y la presión atmosférica, sin embargo las estaciones anteriormente indicadas no registran estos parámetros.

IV. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL EMBALSE PASTO GRANDE".- ESTUDIO HIDROLÓGICO PERPG

En este estudio se realiza la caracterización de las condiciones climatológicas en el ámbito del embalse Pasto Grande (PG), donde las condiciones climatológicas predominantes, corresponden a características típicas de puna, para altitudes mayores a 4 000 msnm.

Por la altitud de la zona (4 400 - 4 600 msnm.) y a la latitud (16°50'), las condiciones climatológicas imperantes son extremas; las temperaturas del ambiente son bajas durante todo el año, la temperatura mínima desciende normalmente hasta 10 a 12°C por debajo del punto de congelación, mientras que la temperatura diurna varía entre 15 a 20°C.

Las bajas temperaturas ambientales se deben principalmente a la fuerte pérdida de calor por irradiación rápida a la atmósfera a través del aire enrarecido del Altiplano, pérdida que prevalece aun en los meses de verano, cuando la tasa de insolación es alta.

La humedad relativa es generalmente baja durante el día, pero aumenta en las noches llegando a veces al punto de saturación con la formación de escarcha en el suelo y en la vegetación.

Las tasas de evaporación en la zona del embalse, son elevadas; investigaciones realizadas en la zona de Tocco en 1983, permitieron establecer que la tasa promedio de evaporación anual que afecta a un bofedal es de 346 mm/año.

La tasa de precipitación anual en la región del altiplano, por lo general es mayor para terrenos elevados (cerros y cordilleras) que para terrenos bajos (pampas y planicies), lo cual explica en parte, las diferentes tasas de precipitación que se registran en pluviómetros ubicados en altitudes similares.

V. CARACTERIZACION METEOROLÓGICA

5.1 Datos Meteorológicos De La Estación Humalso.

Se cuenta, para el período 2005-2008, con datos de temperatura máxima mensual, temperatura mínima mensual, precipitación total mensual, humedad relativa, evaporación media mensual, dirección y velocidad del viento y horas de sol.

Temperatura máxima.

La temperatura máxima anual presenta poca variación con un valor promedio de 11.0°C oscilando entre 10.8°C y 11.4°C.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UMALSO							LAT.: تلا اوردآ ويحي و			DPTO.: MOQUEGUA			
ت ! w! a 9Qwh QBa t 9w! QÜw! a ! óla !							LONG.: تديؤوؤي وحو و			PROV.: M. NIETO			
CODIGO : 8309							ALT.: 4,609 msnm.			DIST.: CARUMAS			
! ma	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2005	10.4	9.5	10.7	11.8	12.8		10.9	12.0	9.6	13.0	14.1	10.5	11.4
2006	8.7	11.1	10.4	11.8	12.0	10.8	10.5	10.7	11.0	12.2	11.7	12.6	11.1
2007	11.2	9.2	9.8	11.3	10.4	11.2	9.6	12.3	11.2	10.4	10.9	11.5	10.8
2008	11.2	10.5	10.9	10.4	11.0	10.8	11.2	10.7	11.2	10.9	10.9	9.5	10.8
Prom.	10.4	10.1	10.5	11.3	11.6	10.9	10.6	11.4	10.8	11.6	11.9	11.0	11.0

Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de octubre a noviembre y los menores valores en los meses de enero y febrero tal como se muestra en la figura siguiente.

Gráfico N° xxxx

Distribución Mensual de la Temperatura Máxima



Temperatura mínima.

La temperatura mínima anual presenta variación con un valor promedio de -6.5°C oscilando entre -5.9°C y -8.0°C.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UMALSO	LAT. : 14° 00' S		DPTO. : MOQUEGUA										
t ! w! a 9Qwh I Q9a t 9w! QÜw! a lbla ! ش	LONG. : 75° 00' W		PROV. : M. NIETO										
CODIGO : 8309	ALT. : 4,609 msnm.		DIST. : CARUMAS										
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2005	-2.4	-1.8	-3.0	-4.5	-7.7	-10.4	-10.4	-9.8	-7.0	-5.0	-5.0	-3.3	-5.9
2006	-2.5	-3.0	-2.2	-5.2	-8.0	-10.2	-11.0	-9.1	-8.7	-5.1	-3.6	-3.0	-6.0
2007	-1.0	-2.0	-3.0	-4.5	-6.7	-8.3	-8.7	-9.2	-7.8	-7.1	-7.4	-6.5	-6.0
2008	-7.3	-6.5	-6.4	-7.7	-9.0	-9.8	-8.7	-8.2	-9.0	-9.7	-9.6	-3.6	-8.0
Prom.	-3.3	-3.3	-3.7	-5.5	-7.9	-9.7	-9.7	-9.1	-8.1	-6.7	-6.4	-4.1	-6.5

Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de enero a febrero y los menores valores en los meses de junio y julio tal como se muestra en la figura siguiente.

Gráfico N° xxxx

Distribución Mensual de la Temperatura Mínima

**Precipitación.**

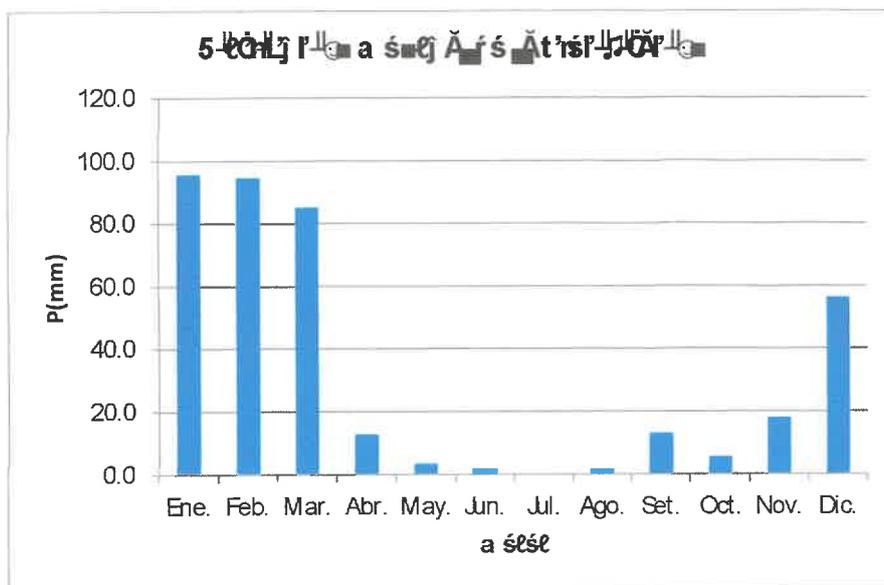
Se observa que en promedio la precipitación anual es de 388.1 mm, variando entre 242.5 mm y 507.1 mm como mínimo y máximo respectivamente.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UMALSO	LAT. : ١٤° ٥٠' ٥١" S							DPTO. : MOQUEGUA					
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL (mm.)	LONG. : ٧٤° ٥١' ٥١" W							PROV. : M. NIETO					
CODIGO : 8309	ALT. : 4,609 msnm.							DIST. : CARUMAS					
!	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2005	74.1	137.7	3.4	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	52.2	4.1	8.3	97.1	32.4
2006	127.8	98.2	109.0	14.8	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	18.7	63.6	69.5	42.3
2007	132.8	101.0	145.6	19.4	13.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.5
2008	47.4	41.5	82.8	5.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	59.2	20.2
Prom.	95.5	94.6	85.2	12.8	3.5	1.7	0.0	1.7	13.1	5.7	18.0	56.5	32.3

Estacionalmente, los valores más altos se presentan en los meses de enero a abril y los valores más bajos en los meses de junio, julio y agosto.

Gráfico N° xxx

Distribución Mensual de la Temperatura Mínima



Humedad Relativa:

La humedad relativa promedio anual presenta un valor de 60%, variando entre 55% y 67% como mínimo y máximo respectivamente.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UMALSO	LAT.: 14° 05' S		DPTO : MOQUEGUA										
PARAMETRO : HUMEDAD RELATIVA (%)	LONG : 74° 40' W		PROV.: M. NIETO										
CODIGO : 8309	ALT.: 4,609 msnm.		DIST.: CARUMAS										
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2005	74	79	74	71	77	80	68	65	56	53	51	54	67
2006	54	54	54	52	53	52	52	54	54	58	63	63	55
2007	71	72	72	65	63	56	63	61	58	57	56	54	62
2008	56	57	54	54	55	53	53	60	53	54	53	71	56
Prom.	64	66	64	61	62	60	59	60	55	56	56	61	60

Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de enero a marzo y los menores valores en los meses de setiembre a noviembre tal como se muestra en la figura siguiente.

CONSORCIO V-5

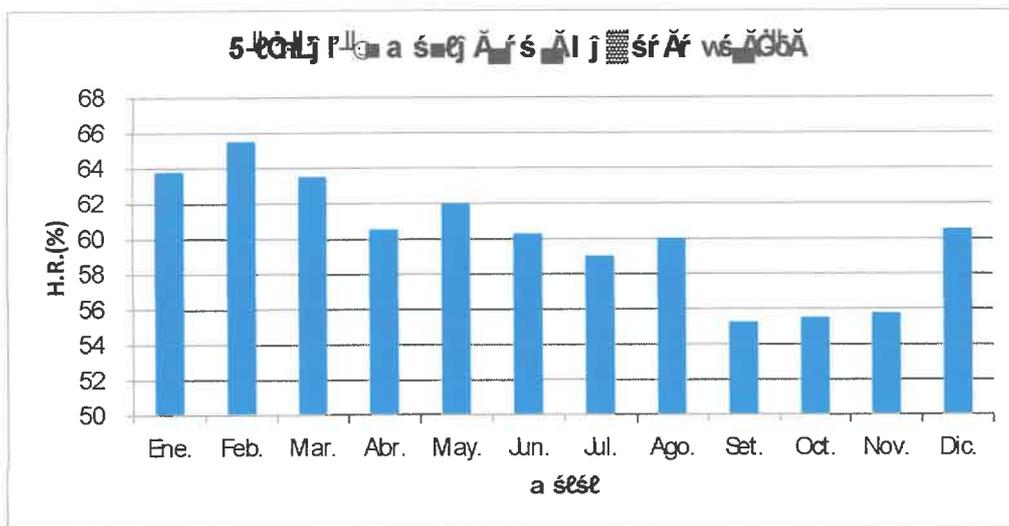
 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Apacalla Nalvarth
 ING. AGRICOLA
 CIP. 11923

Gráfico N° xxx

Distribución Mensual de la Humedad Relativa



Evaporación:

La evaporación media mensual varía de 27.8 mm a 32.3 mm con un valor promedio de 29.8 mm.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UIMALSO	LAT.: 14° 05' S										DPTO. : MOQUEGUA		
PARAMETRO : EVAP. MEDIA MENSUAL (mm.)	LONG.: 73° 05' W										PROV.: M. NIETO		
CODIGO : 8309	ALT. : 4,609 msnm.										DIST. : CARUMAS		
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2005	1.9	1.8	2.0	2.7	2.4	2.2	2.4	2.8	2.6	3.1	2.9	2.0	2.4
2006	1.7	2.3	2.2	2.4	3.3	2.8	3.2	3.1	3.1	3.0	2.5	2.7	2.7
2007	2.3	1.9	1.9	3.0	3.3	3.1	S/D	S/D	3.2	2.9	3.0	3.2	2.8
2008	2.9	2.3	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.4	2.5	2.4	2.3	2.2	2.5
Prom.	2.2	2.1	2.2	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	2.7	2.5	2.6

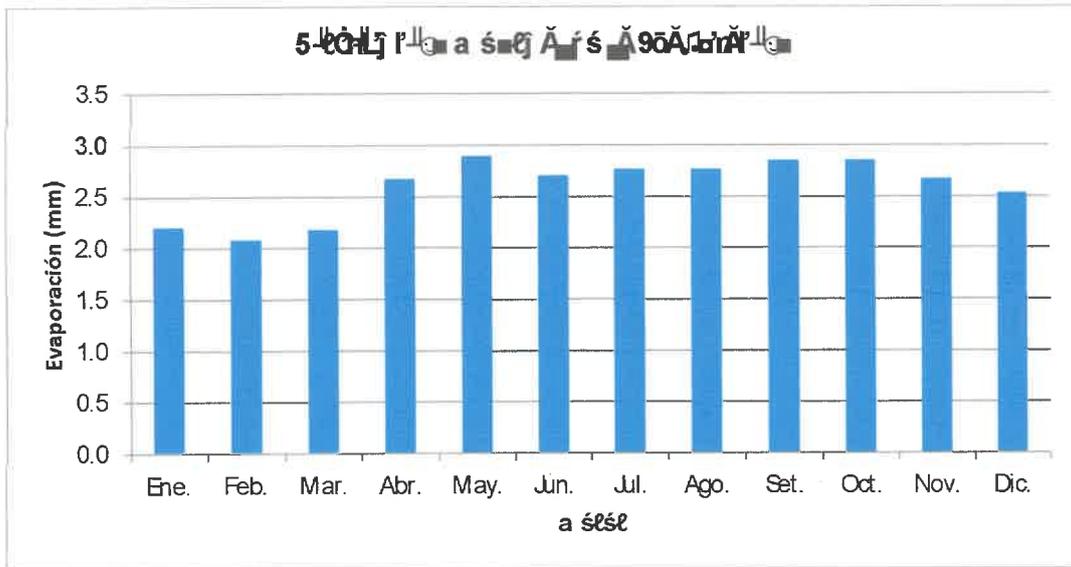
Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de mayo a octubre y los menores valores en los meses de febrero a marzo tal como se muestra en la figura siguiente.

CONSORCIO V-5
 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 6530

CONSORCIO V-5
 Ing. Ricardo Apollita Navarrete
 ING. AGRICOLA
 CIP 11823

Gráfico N° xxx

Distribución Mensual de la Evaporación



Horas de Sol:

Las horas de sol media anual varía de 7.6 horas a 8.2 horas con un valor promedio de 7.9 horas. Estacionalmente el valor más bajo en promedio, se presenta en el mes de enero con 4.4 horas y el valor más alto en promedio en los meses de mayo, julio y agosto con 9.8 horas, tal como se muestra en el cuadro y figura siguiente.

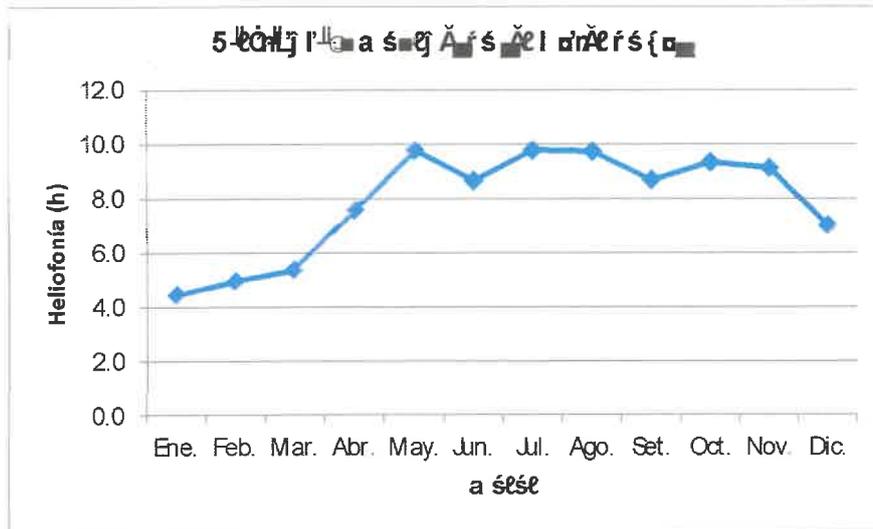
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UMALSO	LAT.: 15° 00' S		DPTO. : MOQUEGUA										
PARAMETRO : HORAS SOL (h/s.)	LONG.: 70° 00' W		PROV. : M. NIETO										
CODIGO : 8309	ALT.: 4,609 msnm.		DIST. : CARUMAS										
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2005	4.7	3.8	5.1	7.7	9.9	8.7	9.8	10.4	7.3	10.0	9.6	4.8	7.7
2006	2.7	5.7	4.7	6.7	10.1	8.2	10.3	9.4	9.3	8.7	7.1	8.1	7.6
2007	5.0	4.0	4.6	8.8	9.8	9.2	9.4	10.2	9.2	9.2	9.3	9.2	8.2
2008	5.3	6.2	7.0	7.2	9.4	8.6	9.7	9.0	9.0	9.5	10.6	5.9	8.1
Prom.	4.4	4.9	5.4	7.6	9.8	8.7	9.8	9.8	8.7	9.4	9.2	7.0	7.9

CONSORCIO V-5

 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 8530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Patricia Nalvarte
 ING. AGRICOLA
 CIP 11823



Dirección y Velocidad del Viento

En promedio, la velocidad media es de 4.0 m/s (14.4 km/h) y permanece constante durante todo el año. De acuerdo a la escala de Beaufort ésta velocidad es de tipo 3 conocida como flojo (brisa débil), donde se agitan las hojas de los árboles y las banderas ondean. La dirección es variable con predominancia de WSW.

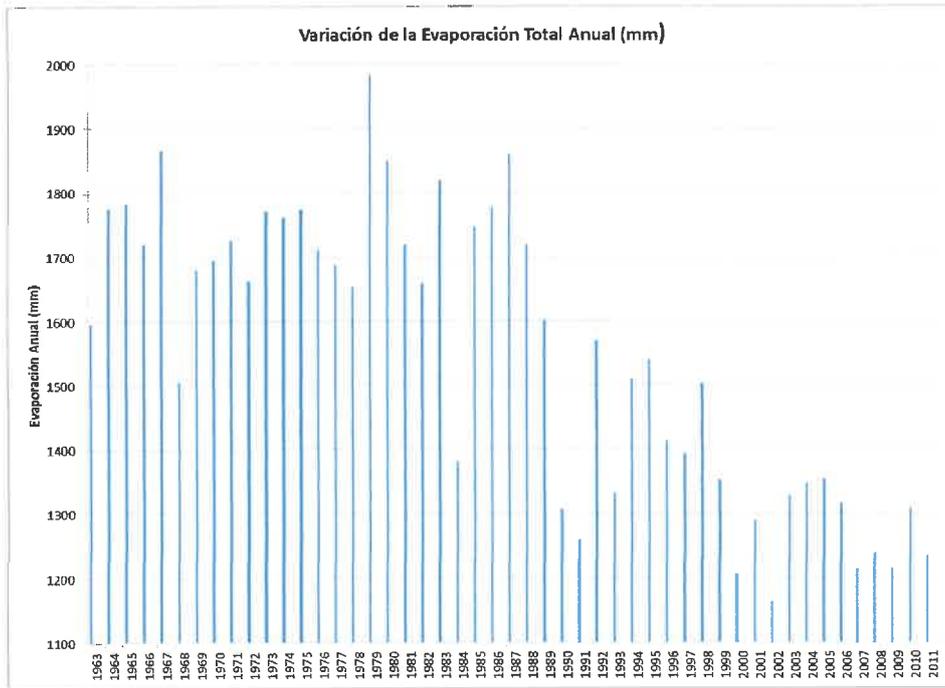
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA													
ESTACION : CO-PAMPA UMALSO				LAT : 18° 05' S				DPTO. : MOQUEGUA					
PARAMETRO : DIRECCION DEL VIENTO				LONG : 70° 05' W				PROV. : M. NIETO					
				ALT. : 4.609 msnm.				DIST. : CARUMAS					
DIRECCION (m/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
2005	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	WSW	WSW	SSW	WSW	WSW	WSW	SSW	
2006	WSW	SW	SW	SSW	SSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	
2007	WSW	WSW	WSW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	
2008	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	
NOTA: SW: SUR OESTE SSW: SUR SURESTE W: OESTE WSW: OESTE SUR OESTE													
VELOCIDAD (m/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
2005	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4
2006	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
2007	4	3	4	4	4	4	3	3	2	3	3	3	3
2008	2	2	2	3	3	2	3	3	3	4	3	4	3
Prom.	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Datos meteorológicos de la Estación Pasto Grande .

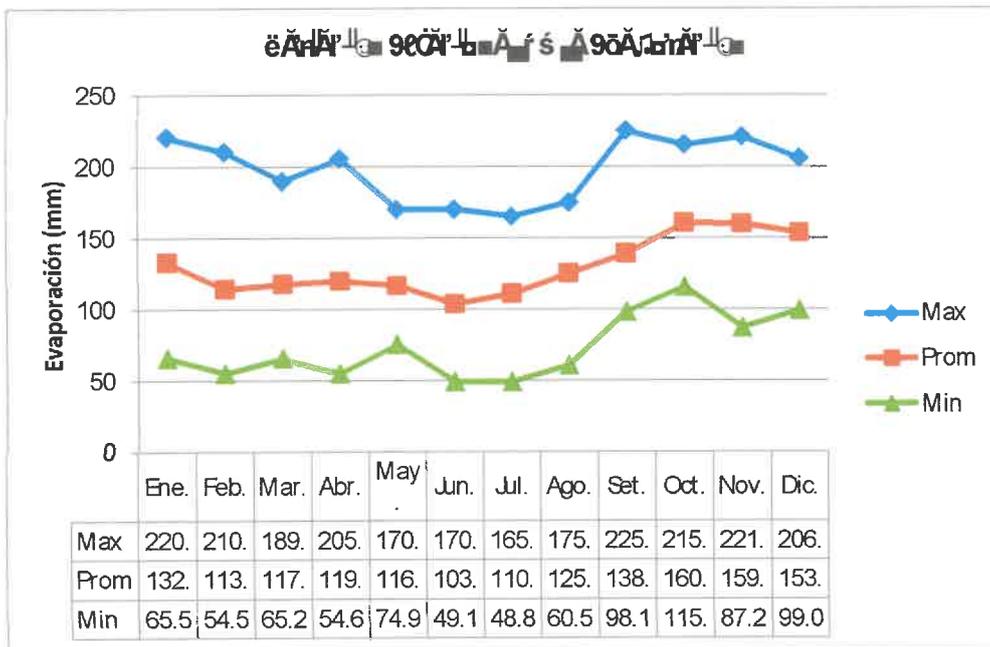
Se cuenta, para el período 1965-2001, con datos de temperatura máxima mensual, temperatura mínima mensual, temperatura media mensual, precipitación total mensual, humedad relativa y evaporación media mensual. Los registros se muestran en el Anexo: Información meteorológica.

Evaporación:

La evaporación anual varía de 1163.1 mm a 1982.8 mm con un valor promedio de 1548.9 mm.



Estacionalmente el máximo valor se presenta en el mes de setiembre con 225 mm y el mínimo valor en el mes de julio con un valor de 48.8 mm, como se muestra en la figura siguiente.



Humedad Relativa:

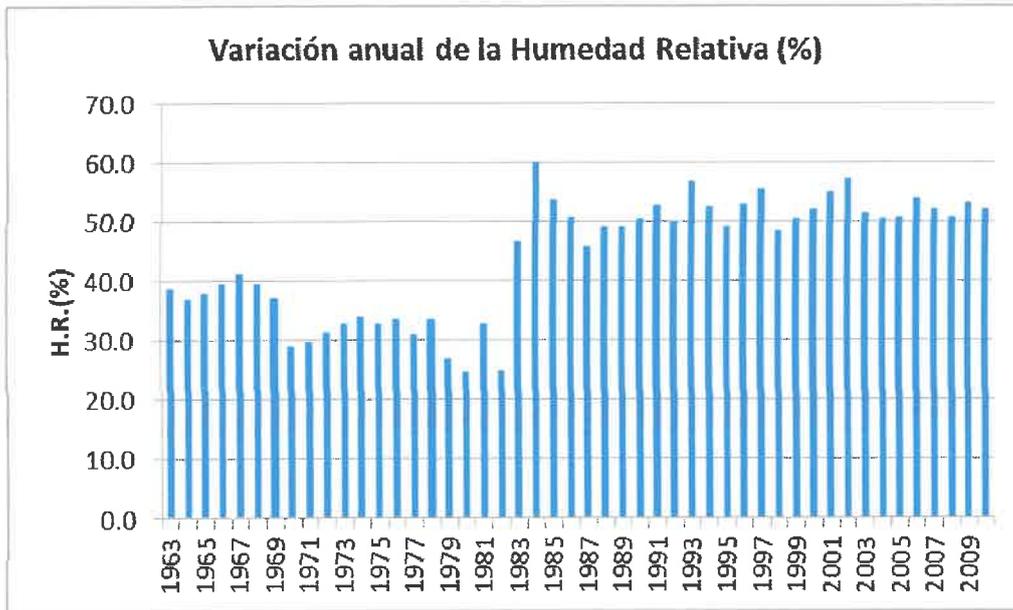
La humedad relativa promedio anual presenta dos períodos bien marcados, el primero va de 1963 a 1983, el segundo de 1984 a 2009, con un promedio de 34.1% y 52.2% respectivamente.

CONSORCIO V-5

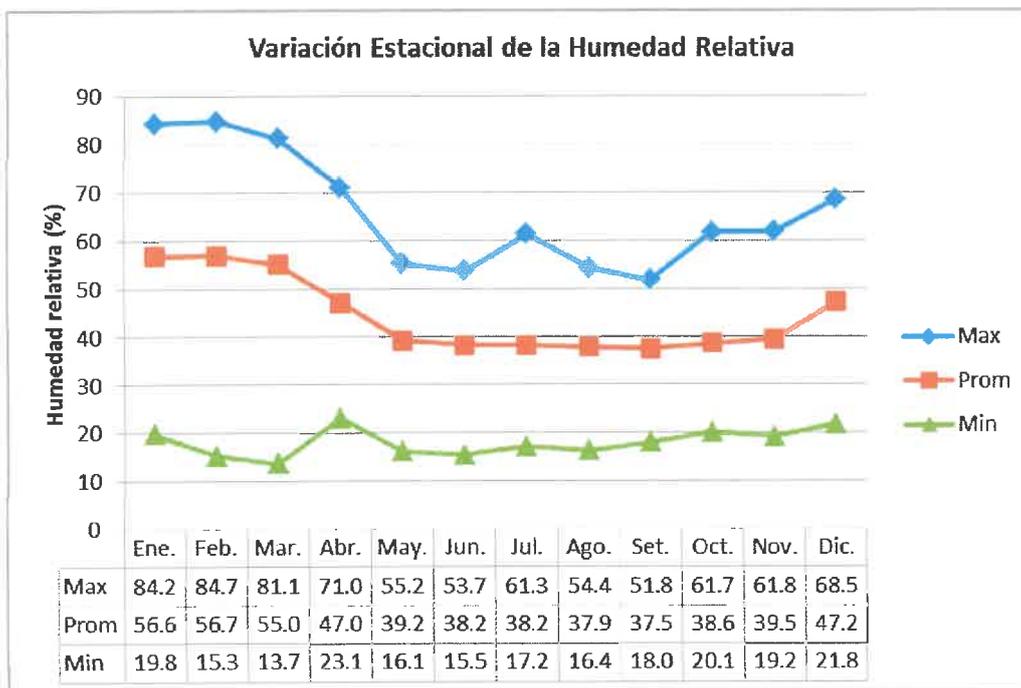
 Ing. Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 8530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Apacita Nalvarte
 ING. AGRICOLA
 CIP. 11823



Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de diciembre a abril y los menores valores en los meses de mayo a setiembre tal como se muestra en las figuras siguientes.



Temperatura máxima.

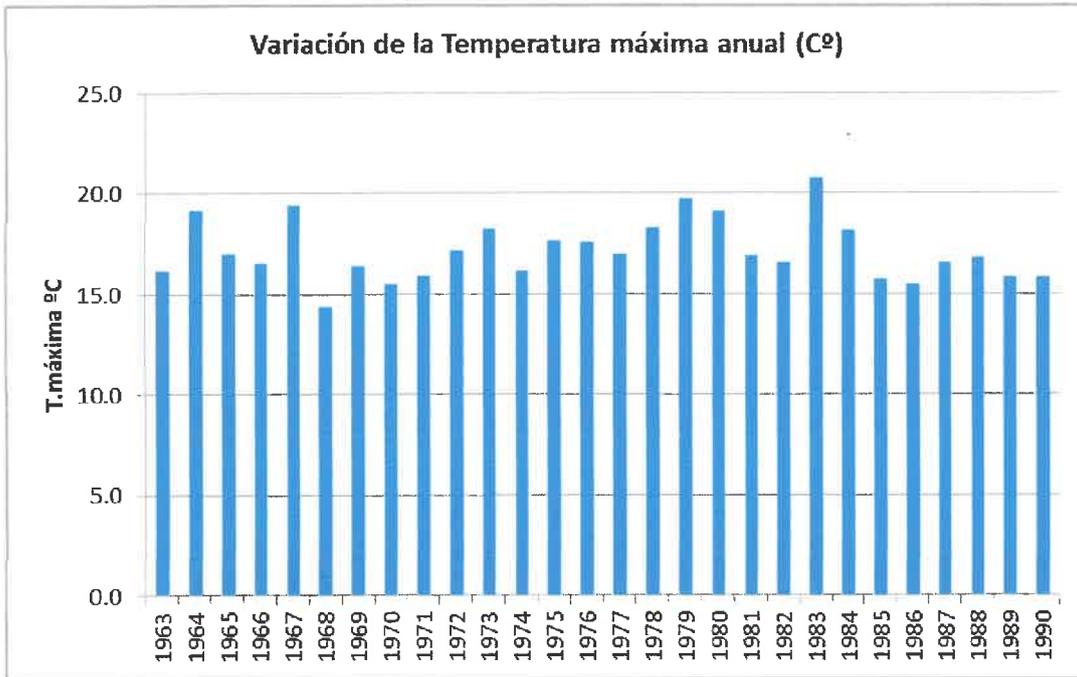
La temperatura máxima anual presenta poca variación con un valor promedio de 17.1°C oscilando entre 20.8°C y 14.3°C.

CONSORCIO V-5

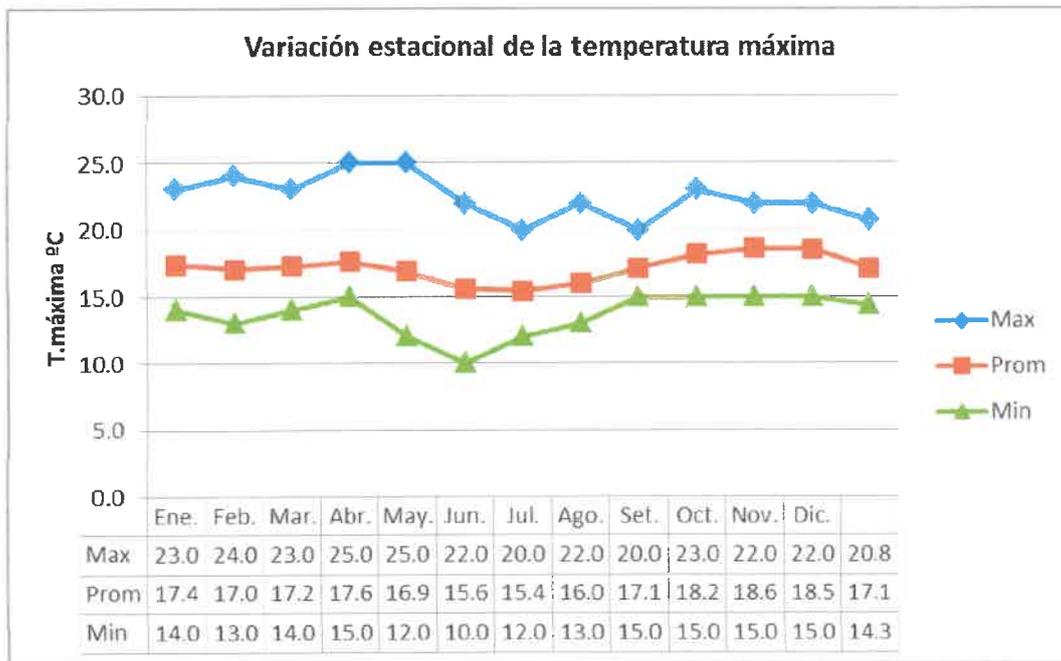
 Victor Diaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 8530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Apachta Navarte
 ING. AGRICOLA
 CIP 11823

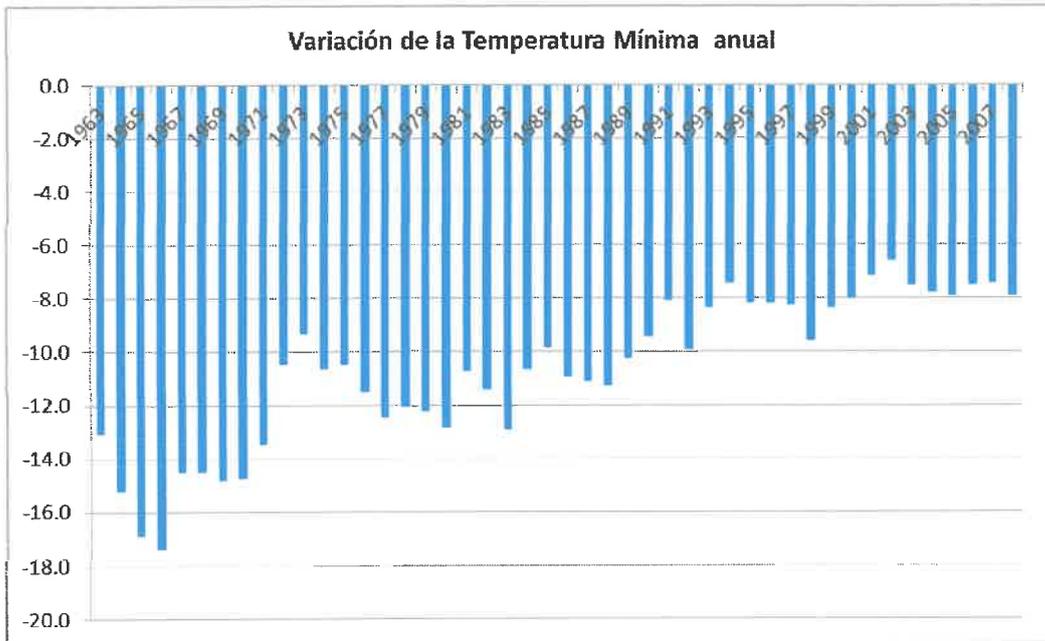


Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de abril a mayo y los menores valores en los meses de junio y julio tal como se muestra en las figuras siguientes.

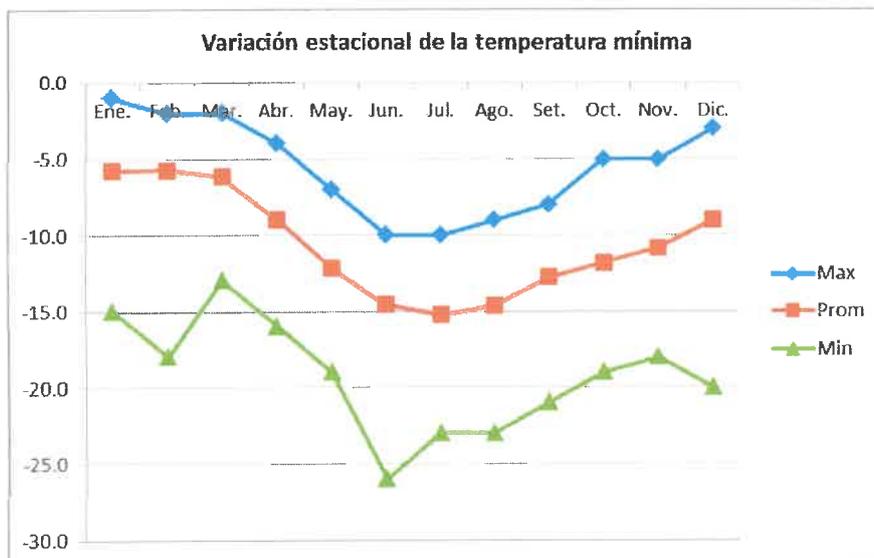


Temperatura mínima.

La temperatura mínima anual presenta variación con un valor promedio de -10.6°C oscilando entre -17.4°C y -6.6°C.



Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de diciembre a mayo y los menores valores en los meses de junio y julio tal como se muestra en las figuras siguientes.



Datos meteorológicos de la Estación Tocco

Se cuenta, para el período 1987-2000, con datos de temperatura máxima mensual, temperatura mínima mensual, precipitación total mensual, humedad relativa y evaporación total mensual. Los registros se muestran en el Anexo: Información meteorológica.

Precipitación.

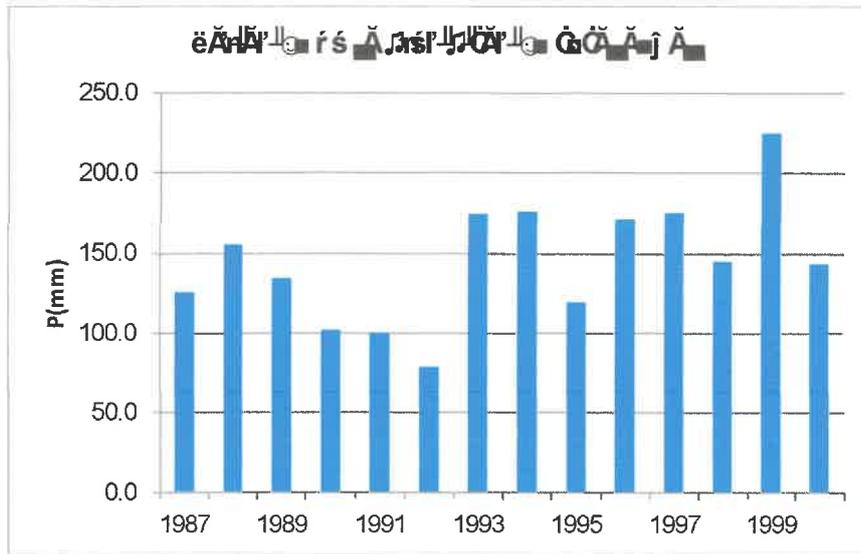
Se observa que en promedio la precipitación anual es de 405.6 mm, variando entre 207.5 mm y 575.2 mm como mínimo y máximo respectivamente.

CONSORCIO V-5

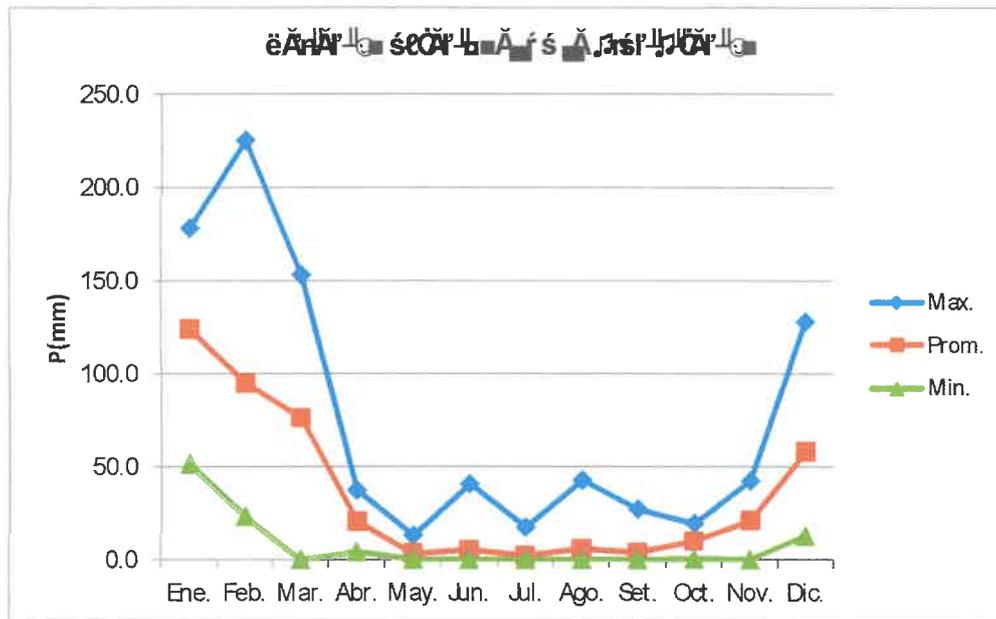
 Iny. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 8530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Apaella Nalarte
 ING. AGRICOLA
 CIP 11823



Estacionalmente, los valores más altos se presentan en los meses de octubre a abril y los valores más bajos en los meses de junio, julio y agosto.



Temperatura máxima.

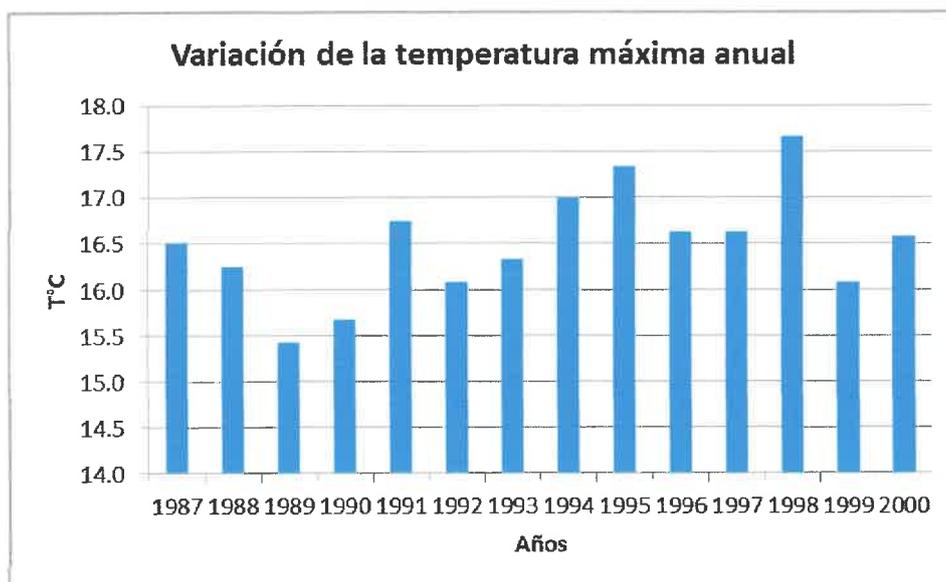
La temperatura máxima anual presenta poca variación con un valor promedio de 16.5°C oscilando entre 14.5°C y 18.7°C.

CONSORCIO V-5

 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Anabella Nalvare
 ING. AGRICOLA
 CIP 11823

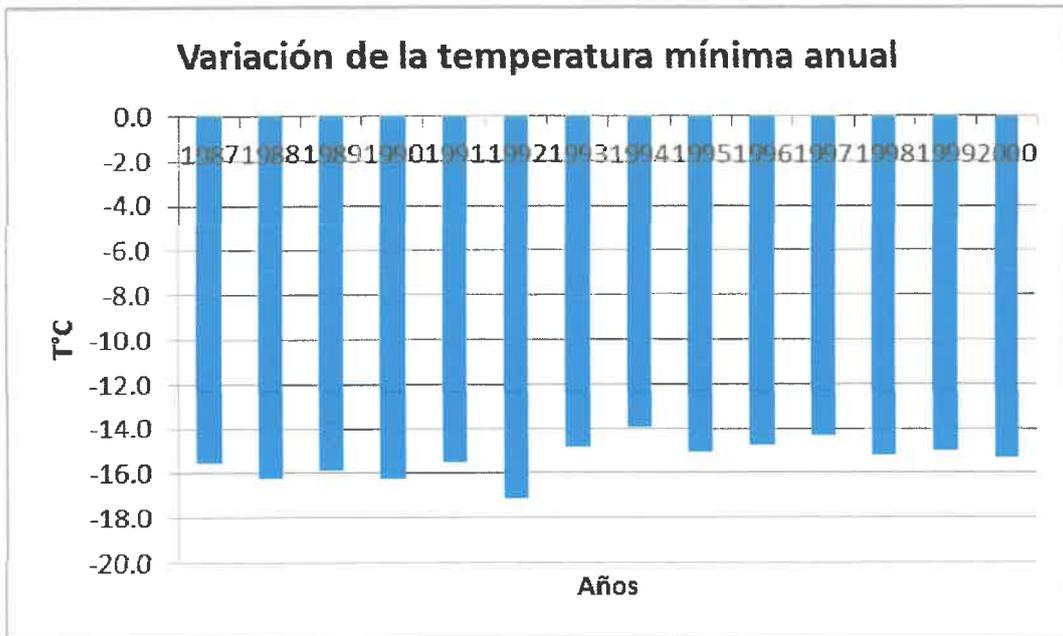


Estacionalmente la temperatura máxima presenta poca variación tal como se muestra en la figura siguiente.

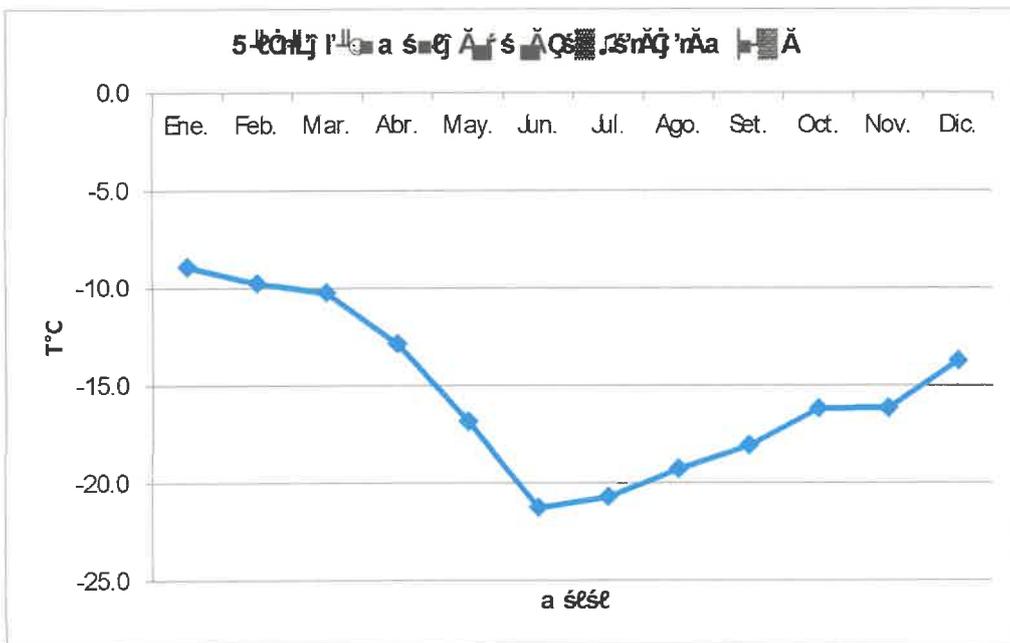


Temperatura mínima.

La temperatura mínima anual presenta variación con un valor promedio de -15.3°C oscilando entre -19.5°C y -11.8°C .



Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de enero a marzo y los menores valores en los meses de junio y julio tal como se muestra en la figura siguiente.



Humedad Relativa:

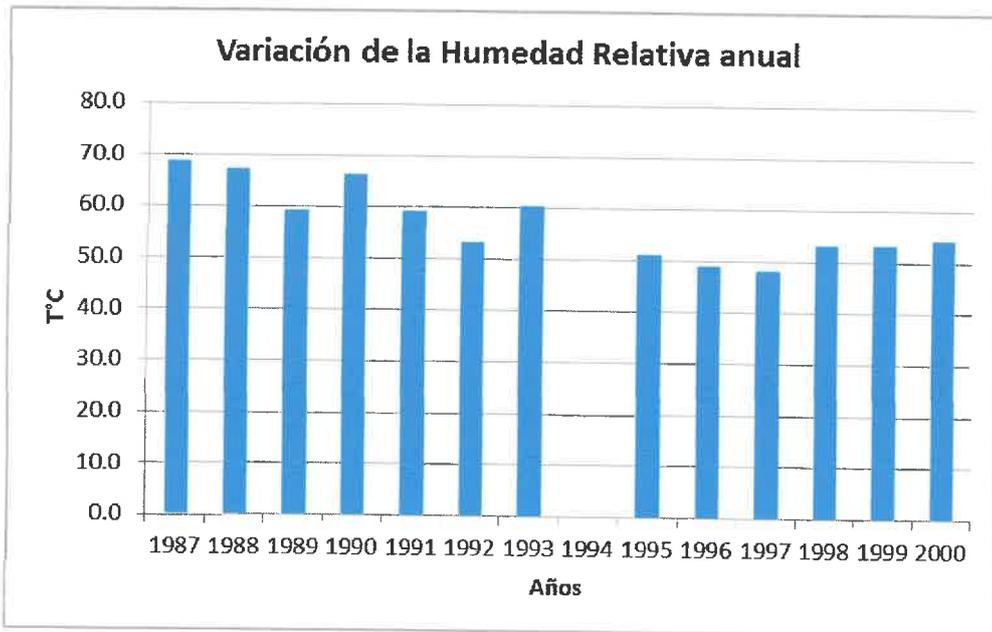
La humedad relativa promedio anual presenta variación con un valor promedio de 57.5% oscilando entre 44.3% y 76.1%.

CONSORCIO V-5

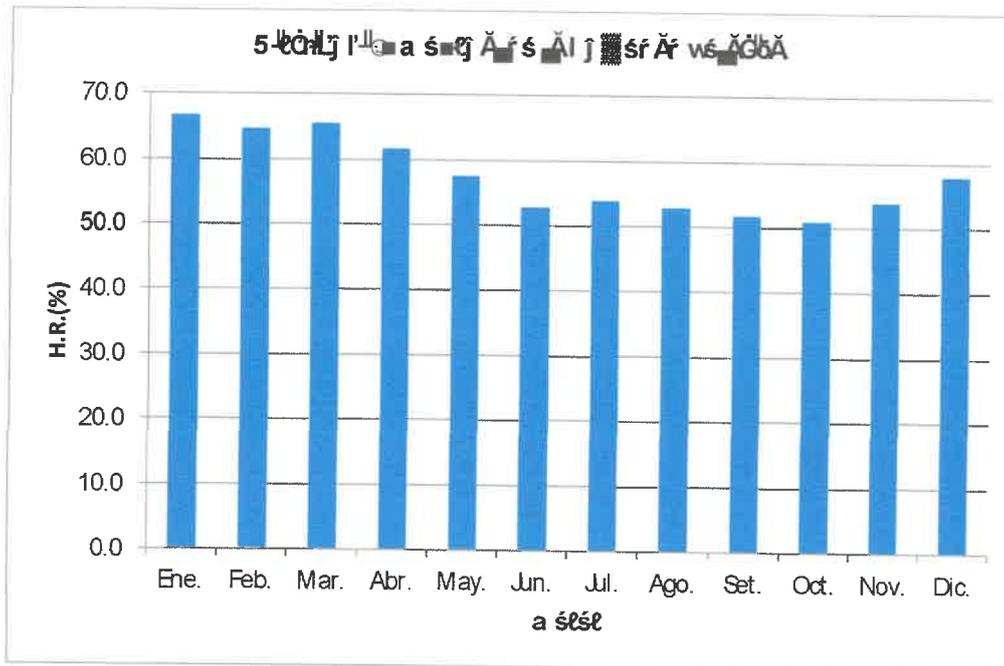
[Signature]
 Ing. Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

CONSORCIO V-5

[Signature]
 Ing. Ricardo Apacalla Nalvarte
 ING. AGRICOLA
 CIP. 11823



Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de diciembre a abril y los menores valores en los meses de junio a setiembre tal como se muestra en las figuras siguientes.

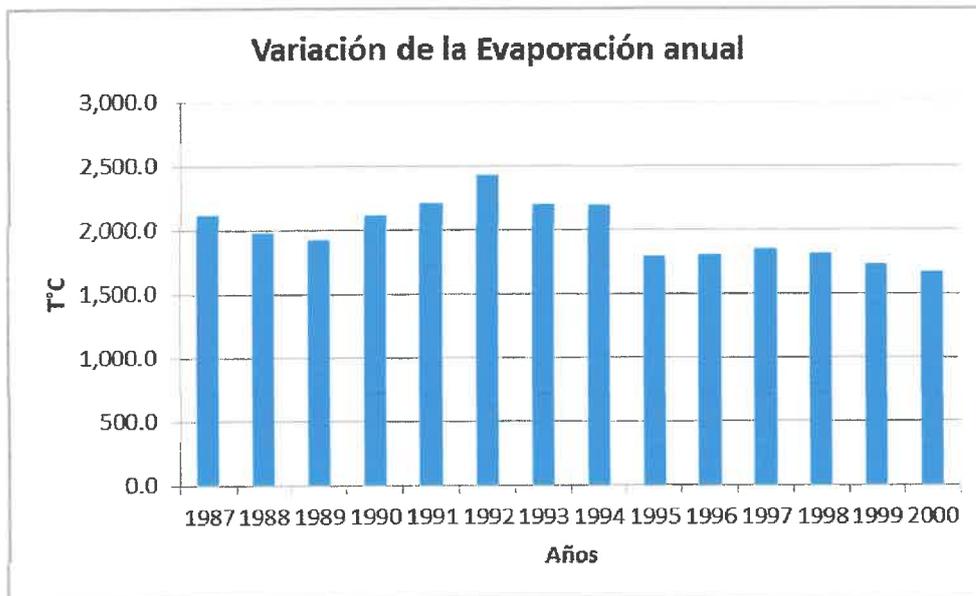


Evaporación:

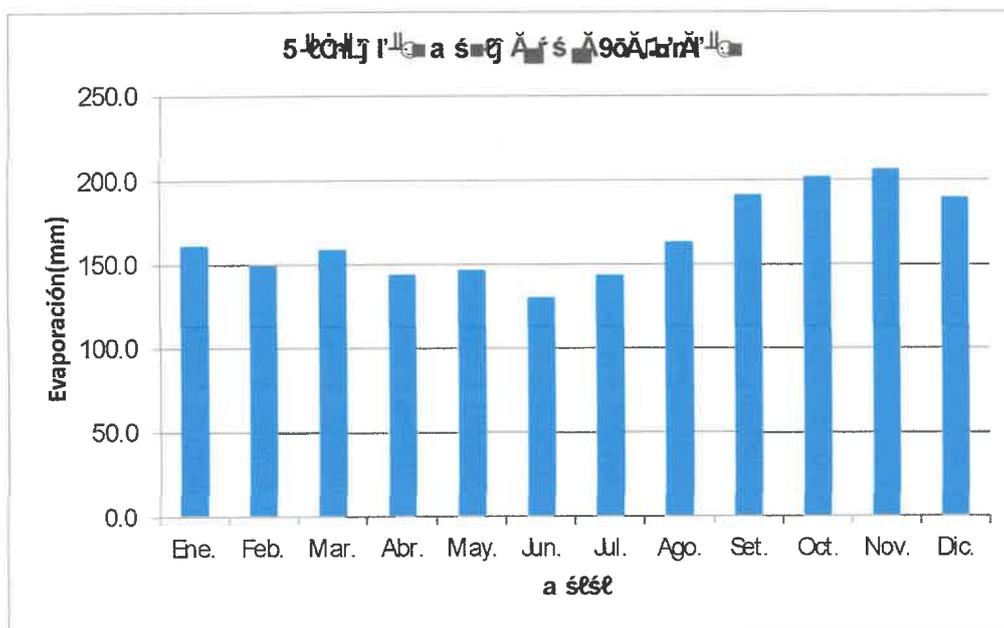
La evaporación media anual varía de 1672 mm a 2430 mm con un valor promedio de 1987.3 mm.


CONSORCIO V-5
 Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 5530


CONSORCIO V-5
 Ing. Ricardo Apachta Naharte
 ING. AGRICOLA
 CIP 11823



Estacionalmente los mayores valores se presentan en los meses de mayo a octubre y los menores valores en los meses de febrero a marzo tal como se muestra en la figura siguiente.



Datos meteorológicos de la Estación Carumas

Se cuenta con datos de Precipitación, Horas de Sol, y Viento para los meses de Abril, Mayo y Julio del año 2012, que permiten efectuar el monitoreo de estos parámetros con datos durante la realización del estudio.

Precipitación.

Se observa que la precipitación en el mes de abril alcanza los 51.2 mm, sin embargo en los meses de Mayo y Julio la precipitación es cero.

Abril	Mayo	Julio
51.2	0	0

Horas de Sol

Se observa que la precipitación en el mes de abril alcanza los 51.2 mm, sin embargo en los meses de Mayo y Julio la precipitación es cero.

Horas de Sol		
Abril	Mayo	Julio
4.45	7.68	7.20

Los valores de horas de sol son parecidos a los registrados en Umalso, aunque un poco menores.

Viento

El viento es calmo a las 07 y 19 horas con valores de 2.0 m/s, sin embargo, aumenta a las 13 horas donde alcanza valores similares a los registrados en Umalso,

En cuanto a la dirección a las 07 horas es de SE, a las 13 horas es NW y a las 19 horas es NE.

Viento a las 07 horas (m/s)		
Abril	Mayo	Julio
2.00	2.00	2.20

Viento a las 13 horas (m/s)		
Abril	Mayo	Julio
4.33	4.52	5.03

Viento a las 19 horas (m/s)		
Abril	Mayo	Julio
2.00	2.00	2.00

RADIACION SOLAR

Las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio no registran la radiación solar este parámetro fue evaluado sobre la base de la tesis "Radiación Solar en el Perú", realizada por Cesar Augusto Kadono Nakamura para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el PAIME-UNI, 1972; basado en la evaluación de la irradiación diaria media anual de 76 estaciones meteorológicas a nivel nacional.

N°	Departamento	Estación	IRRADIACION MEDIA ANUAL kWh/m ²
50	San Martín	Tampoto	4.00
60	Lambayeque	Lambayeque	4.00
61	Ancash	Huacuz	5.00
62	Lima	Andahuay	5.29
63	Junín	J. Geofago, Muarcano	6.20
64	Lima	La Molina	4.09
65	Lima	Alcañales	4.39
66	Lima	Sta. Rosa	5.23
67	Cusco	Granacana de	5.28
68	Jaya	Jaya	5.47
69	Puno	Puno	6.80
70	Arequipa	Punta de Mares	5.11
71	Arequipa	Characato	7.09
72	Moquegua	Punta Coles	4.86
73	Moquegua	Moquegua	6.13
74	Tarma	Casana	5.44
75	Arequipa	Punta Blanca	4.27
76	Arequipa	Huancilla	4.23

Para Moquegua se tienen los siguientes valores: 4.86 kWh/m² en Punta Coles y 6.13 kWh/m² en Moquegua.

En el Anexo Pronóstico de la radiación se presentan reportes del SENAMHI de la radiación ultravioleta.

VI. CONCLUSIONES

Estación Humalso:

- La evaporación media anual varía de 27.8 mm a 32.3 mm con un valor promedio de 29.8 mm.
- La humedad relativa promedio anual varía de 55% a 67% con un valor promedio de 60%.
- La temperatura máxima anual presenta poca variación con un valor promedio de 11.0°C oscilando entre 10.8°C y 11.4°C.
- La temperatura mínima anual presenta variación con un valor promedio de -6.5°C oscilando entre -5.9°C y -8.0°C.

Estación Pasto Grande:

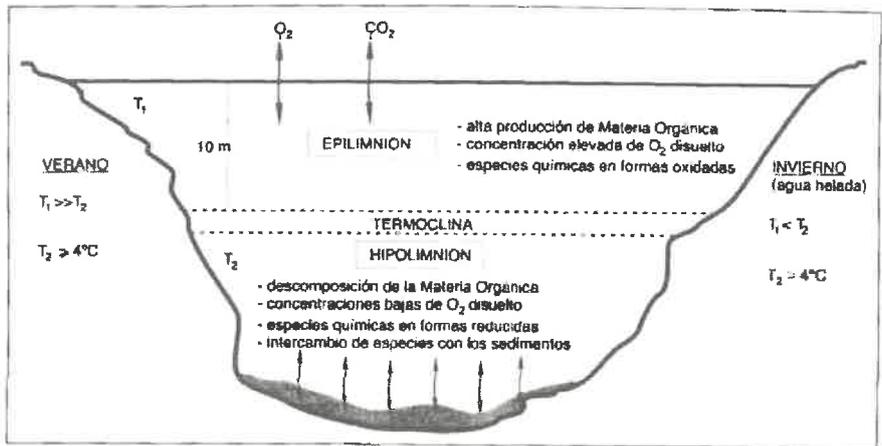
- La evaporación anual varía de 1163.1 mm a 1982.8 mm con un valor promedio de 1548.9 mm.
- La humedad relativa promedio anual presenta dos periodos bien marcados, el primero va de 1963 a 1983, el segundo de 1984 a 2009, con un promedio de 34.1% y 52.2% respectivamente.
- La temperatura máxima anual presenta poca variación con un valor promedio de 17.1°C oscilando entre 20.8°C y 14.3°C.
- La temperatura mínima anual presenta variación con un valor promedio de -10.6°C oscilando entre -17.4°C y -6.6°C.

Estación Tocco

- Se observa que en promedio la precipitación anual es de 405.6 mm, variando entre 207.5 mm y 575.2 mm como mínimo y máximo respectivamente.
- La temperatura máxima anual presenta poca variación con un valor promedio de 16.5°C oscilando entre 14.5°C y 18.7°C.
- La temperatura mínima anual presenta variación con un valor promedio de -15.3°C oscilando entre -19.5°C y -11.8°C.
- La humedad relativa promedio anual presenta variación con un valor promedio de 57.5% oscilando entre 44.3% y 76.1%.
- La evaporación media anual varía de 1672 mm a 2430 mm con un valor promedio de 1987.3 mm.

Lagos:

- En lagos en este caso el embalse Pasto Grande, funciona como tal, a una profundidad importante, superior a 8 metros, se produce una estratificación térmica que lleva, a la existencia de dos zonas separadas por el termoclina, en una y otra, tienen lugar distintos procesos, lo que origina una composición diferente en cada una de ellas, como se observa en la figura.



- En la superficie se produce un intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, y en el Epilimnion hay presencia de materia orgánica y especies químicas en forma oxidadas.
- En el Hipolimnion se produce la descomposición de la materia orgánica, concentración baja de oxígeno disuelto, hay especies químicas en forma reducidas y hay intercambio de especies con los sedimentos.
- En estas zonas se observa la influencia de la temperatura que define las características de estas dos zonas.
- Las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio no registran la radiación solar este parámetro fue evaluado sobre la base de la tesis "Radiación Solar en el Perú", realizada por Cesar Augusto Kadono Nakamura para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el PAIME-UNI, 1972; basado en la evaluación de la irradiación diaria media anual de 76 estaciones meteorológicas a nivel nacional.

N°	Departamento	Estación	IRRADIACION DIARIA MEDIA ANUAL kWh/m²
01	San Martín	Tucupiza	4.58
02	Lambayeque	Lambayeque	4.00
03	Ancash	Tarma	5.75
04	Lima	Avila Elhualan	5.79
05	Ayacucho	Luz de Jesús Huancayo	6.75
06	Lima	La Molina	4.69
07	Lima	Alcazar de	4.74
08	Lima	San Román	5.47
09	Lima	San Juan de	5.20
10	San	JCO	5.47
11	Arequipa	Puno	6.88
12	Arequipa	San Pedro de	5.11
13	AREQUIPA	Chacarato	7.89
14	Moquegua	Playa Coles	4.86
15	Moquegua	Moquegua	6.13
16	Tarma	Cayash	5.44
17	Moquegua	San Juan de	4.27
18	Arequipa	Huacapistán	4.27

- Para Moquegua se tienen los siguientes valores: 4.86 kWh/m² en Punta Coles y 6.13 kWh/m² en Moquegua.
- Las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio no registran la insolación por no contar con Heliografo. Se llama insolación absoluta el tiempo durante el cual el sol ha brillado en el cielo en el transcurso de un periodo determinado: un día, un mes o un año. También interesa calcular la insolación relativa, o sea, la relación entre la insolación absoluta y el número de horas que el sol haya permanecido durante el mismo periodo sobre el horizonte.


 Víctor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 6530

CONSORCIO V-5

 Ing. Ricardo Apaella Navarrete
 ING AGRICOLA
 CIP 11823

- Las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio no registran la Presión Atmosférica por no contar con Barómetro. La presión atmosférica es la presión que ejerce el aire sobre la Tierra.
- La presión atmosférica en un punto coincide numéricamente con el peso de una columna estática de aire de sección recta unitaria que se extiende desde ese punto hasta el límite superior de la atmósfera. Como la densidad del aire disminuye conforme aumenta la altura, no se puede calcular ese peso a menos que seamos capaces de expresar la variación de la densidad del aire ρ en función de la altitud z o de la presión p . Por ello, no resulta fácil hacer un cálculo exacto de la presión atmosférica sobre un lugar de la superficie terrestre; por el contrario, es muy difícil medirla, por lo menos, con cierta exactitud ya que tanto la temperatura como la presión del aire están variando continuamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar a las estaciones meteorológicas Tocco y Pasto Grande con instrumentos para que registren la Radiación Solar, Insolación y Presión Atmosférica, de ser posible instalar una estación meteorológica completa automática en las inmediaciones de la Presa Pasto Grande.
- Se estima que instalar una estación meteorológica completa automática requiere de un presupuesto estimado en US\$ 50000 dólares.

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Ricardo Aguella Narvarte
ING. AGRICOLA
CIP 11823



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
PROYECTO ESPECIAL REGIONAL PASTO GRANDE



ANEXOS

TOMO N° 5

CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA EN EL ECOSISTEMA DEL EMBALSE PASTO GRANDE

ESTUDIO MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
EMBALSE PASTO GRANDE DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA
MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA

2012

VCHI S.A.

Contrato N° 002-2012-GG-PERPG

Consorcio

acciona
Ingeniería

V-5

ANEXO N°01:
INFORMACION METEOROLOGICA

CONSORCIO V-5

.....
Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5 24

.....
Ing. Ricardo Ap. Ita Nalvarte
ING. AGRICOLA
C.I.P. 1523

SOUTHERN COPPER - SOUTHERN PERÚ
EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL (MM) - CON CIRCULACIÓN

Estación: 012 - PASTO GRANDE

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1963	143.5	54.5	114.0	169.5	144.5	130.0	106.0	135.0	133.0	155.0	179.0	132.0	1596.0
1964	161.0	132.0	122.5	142.0	101.0	170.0	150.0	157.5	142.0	160.0	131.7	206.0	1775.7
1965	134.5	133.5	151.0	169.5	170.0	143.0	146.3	155.0	151.0	160.0	143.0	126.0	1782.8
1966	162.5	64.5	137.0	155.0	117.5	145.0	140.0	160.0	130.0	130.5	202.0	175.5	1719.5
1967	208.5	117.5	160.3	205.5	125.2	135.0	131.5	160.0	118.0	170.5	171.0	162.5	1865.5
1968	144.0	99.5	150.0	161.5	128.5	104.5	116.5	125.0	127.5	142.0	87.2	118.2	1504.4
1969	157.0	115.4	151.8	147.0	155.0	116.8	116.8	121.9	144.0	165.3	125.8	164.0	1680.8
1970	92.5	125.7	100.0	126.0	118.8	115.0	120.0	150.0	169.0	192.0	221.0	164.8	1694.8
1971	176.8	153.5	145.0	107.0	150.0	110.5	112.0	130.0	128.0	170.0	168.0	175.5	1726.3
1972	148.8	130.5	92.5	123.5	110.0	100.0	130.0	162.0	154.0	178.0	166.5	166.5	1662.3
1973	128.0	108.5	106.0	116.5	163.0	150.0	126.5	144.5	150.5	188.5	218.5	170.5	1771.0
1974	220.5	139.5	87.5	135.0	140.0	110.0	145.0	60.5	148.0	165.0	207.0	204.5	1762.5
1975	65.5	119.0	150.5	204.5	138.0	110.0	115.0	175.0	225.5	160.5	195.0	115.5	1774.0
1976	176.5	89.5	102.5	102.0	148.0	140.0	129.5	163.0	135.0	165.0	190.0	170.5	1711.5
1977	181.5	150.0	133.0	155.0	146.0	120.0	140.0	140.0	140.0	183.0	154.0	186.0	1688.5
1978	154.5	127.5	109.0	159.5	140.0	100.0	136.5	117.5	150.0	165.0	141.0	154.0	1654.5
1979	172.8	127.0	169.0	170.0	144.0	110.0	165.0	163.0	160.0	215.5	191.0	195.5	1982.8
1980	193.0	168.0	189.9	170.0	130.0	125.0	90.0	136.8	159.0	148.8	152.0	188.5	1851.0
1981	137.5	132.8	151.6	151.0	130.0	112.0	113.0	128.5	152.0	160.0	181.8	169.5	1719.7
1982	143.1	138.2	121.1	114.6	118.5	125.0	155.0	135.0	119.0	162.0	153.4	174.6	1659.5
1983	205.3	145.0	164.1	131.5	155.0	149.5	127.0	126.0	148.7	142.0	148.0	177.8	1819.9
1984	121.7	210.3	135.4	83.5	85.7	67.1	75.2	97.5	118.3	124.5	116.3	146.3	1381.8
1985	144.3	114.9	114.3	118.8	129.4	120.4	153.1	167.0	160.2	199.4	154.5	171.2	1747.5
1986	136.8	101.9	118.5	127.2	161.4	153.1	148.6	160.8	168.6	200.0	164.8	135.7	1777.4
1987	121.9	144.6	144.3	140.0	153.5	148.8	138.4	162.4	180.1	189.8	156.5	179.6	1859.9
1988	152.9	134.4	119.5	117.0	120.8	113.8	118.0	151.4	152.0	185.7	199.6	155.1	1720.2
1989	106.1	124.4	123.2	132.2	147.7	125.9	149.4	141.1	143.7	132.8	141.0	133.6	1601.1
1990	78.3	118.1	111.9	91.2	96.3	49.1	75.1	87.4	132.3	134.7	142.9	190.1	1307.4
1991	101.0	129.2	79.6	81.5	84.6	59.1	78.8	102.6	110.4	155.1	123.9	153.0	1258.8
1992	104.4	126.3	146.9	111.8	103.2	76.3	134.5	156.7	153.7	147.1	147.5	161.9	1570.3
1993	118.0	118.1	88.5	90.5	95.2	91.7	116.6	100.3	131.8	131.8	122.5	128.3	1333.3
1994	118.6	98.0	104.3	102.1	111.3	105.6	121.0	133.8	136.2	182.6	160.0	137.2	1510.7
1995	122.7	117.8	96.5	109.0	106.0	99.8	110.7	152.4	136.2	169.5	168.3	152.4	1541.3
1996	118.3	98.8	134.3	97.3	98.8	98.9	102.9	116.4	137.0	162.8	137.2	112.9	1415.6
1997	132.6	170.7	119.6	85.6	96.7	85.2	88.1	75.7	98.1	154.1	131.3	155.6	1393.3
1998	113.3	102.7	137.8	118.4	103.9	75.8	84.8	113.0	140.9	172.0	176.9	164.8	1504.3
1999	127.8	90.5	75.0	79.4	96.0	84.5	84.8	105.8	128.6	125.7	193.8	161.4	1353.3
2000	89.8	77.8	73.1	82.8	83.2	66.3	87.3	93.6	137.0	131.2	168.9	115.0	1206.0
2001	115.3	76.1	84.7	88.9	86.3	78.9	79.0	95.1	130.3	147.6	156.9	152.3	1291.4
2002	133.7	70.0	95.8	54.6	78.2	69.6	48.8	88.3	127.4	115.5	145.7	135.5	1163.1
2003	127.3	90.1	103.2	89.0	74.9	68.0	77.0	94.0	121.5	162.4	170.9	150.3	1328.6
2004	82.1	112.0	102.9	98.1	98.4	71.6	62.2	72.2	120.9	170.5	192.3	164.0	1347.2
2005	109.4	77.2	102.2	92.8	94.2	86.0	88.0	110.8	120.1	171.6	169.1	133.4	1354.8
2006	92.4	100.8	88.5	92.4	97.2	76.1	84.0	108.0	130.8	153.9	139.8	152.4	1316.3
2007	122.3	93.4	65.2	87.2	80.5	68.0	77.0	107.0	101.9	147.7	142.0	122.8	1215.0
2008	79.0	90.4	95.0	101.7	83.0	72.0	77.0	96.1	125.7	144.2	165.8	108.7	1238.6
2009	116.5	75.5	93.0	83.1	89.5	67.5	82.2	100.0	126.8	151.3	101.7	127.9	1215.0
2010	94.9	84.1	109.0	98.0	99.0	84.9	84.3	107.5	132.5	154.8	160.4	99.0	1308.4
2011	102.1	62.4	85.1	90.6	80.5	77.0	79.5	102.5	115.3	157.0	155.0	126.5	1233.5
Max	220.5	210.3	189.9	205.5	170.0	170.0	165.0	175.0	225.5	215.5	221.0	206.0	1982.8
Prom	132.5	113.9	117.5	119.6	116.5	103.3	110.6	125.1	138.8	160.3	159.8	153.6	1548.9
Min	65.5	54.5	65.2	54.6	74.9	49.1	48.8	60.5	98.1	115.5	87.2	99.0	1163.1

SOUTHERN COPPER - SOUTHERN PERÚ													
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)													
Estación: 012 - PASTO GRANDE													
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1963	47.6	49.4	45.8	40.9	37.5	26.9	30.9	32.1	35.9	35.8	36.3	46.3	38.8
1964	40.3	44.6	42.9	39.0	36.8	29.5	30.5	32.2	33.0	34.3	37.1	42.7	36.9
1965	41.6	44.7	42.1	42.9	35.7	31.7	31.5	31.6	36.7	33.9	37.7	44.6	37.9
1966	40.7	44.4	45.3	38.6	39.9	36.4	32.1	33.0	35.8	40.3	43.0	45.0	39.5
1967	44.6	52.8	49.7	43.2	40.6	33.8	35.1	35.2	39.5	38.3	36.3	45.3	41.2
1968	50.0	50.4	48.2	39.5	36.8	34.5	31.1	30.6	31.9	36.6	45.4	39.9	39.6
1969	47.3	45.1	45.3	41.3	35.1	33.7	33.1	30.5	34.3	33.5	34.5	32.2	37.2
1970	46.1	41.1	40.9	32.1	23.3	23.0	22.7	19.0	21.7	22.8	19.2	36.8	29.1
1971	41.0	48.9	40.7	31.7	21.3	26.2	21.1	20.6	18.7	20.1	28.0	39.4	29.8
1972	46.2	44.7	47.4	31.3	21.0	22.3	22.1	24.3	26.5	27.7	27.2	35.2	31.3
1973	47.3	46.9	42.7	39.8	30.7	24.8	21.8	24.1	29.7	27.7	27.7	32.2	33.0
1974	49.7	46.5	40.3	39.6	24.9	25.4	27.8	42.2	31.6	25.7	24.3	30.7	34.1
1975	44.9	47.1	43.5	36.4	30.2	30.1	26.1	22.9	23.9	25.9	21.3	43.4	33.0
1976	46.1	41.1	41.1	23.1	28.0	29.4	31.8	29.3	36.3	31.5	27.2	37.4	33.5
1977	39.4	45.6	44.3	28.2	25.5	20.1	24.5	19.7	24.3	27.1	37.9	35.3	31.0
1978	45.1	37.7	37.4	35.5	23.4	31.4				23.8	34.0	34.0	33.6
1979	42.5	34.8	39.7	25.8	19.8	21.3	21.1	16.4	18.0	27.6	22.9	34.3	27.0
1980	31.6	29.9	48.3	23.9	16.1	15.5	17.2	22.7	20.0	27.5	22.1	21.8	24.7
1981	42.2	46.0	34.1	32.3	27.8				27.5	26.8	27.0	31.6	32.8
1982	19.8	15.3	13.7	29.8	26.1	29.2	26.3	27.7	27.2	29.9	30.6	23.0	24.9
1983	50.2	57.0	49.1	48.5	40.6	53.2	41.1	35.2	47.0	42.9	36.2	60.4	46.8
1984	84.2	84.7	81.1	65.8	50.0	48.3	41.4	50.4	34.2	61.7	59.9	58.5	60.0
1985	63.4	71.2	64.3	64.9	50.0	52.5	36.7	40.1	47.1	38.8	54.6	61.2	53.7
1986	64.7	67.3	69.3	58.3	45.1	37.4	38.7	41.6	41.4	38.4	44.4	62.5	50.8
1987	65.0	51.2	52.8	45.9	42.3	40.5	58.1	43.4	35.0	38.3	37.4	41.0	45.9
1988	66.5	46.9	63.9	59.0	51.8	42.7	41.4	41.4	43.2	41.0	36.9	54.6	49.1
1989	56.1	67.4	62.2	57.9	48.3	47.6	45.3	46.3	38.1	46.2	37.8	36.5	49.1
1990	51.0	50.8	56.9	49.7	48.4	53.7	46.4	44.1	41.5	49.5	52.1	64.2	50.7
1991	66.4	62.1	63.6	57.6	53.4	50.3	44.6	43.3	45.7	46.2	49.0	51.2	52.8
1992	69.8	59.2	48.4	47.7	44.6	44.2	43.9	45.9	39.1	48.7	50.7	57.8	50.0
1993	77.0	65.1	74.7	54.5	42.7	44.7	44.4	52.1	41.8	55.5	61.8	68.5	56.9
1994	74.6	75.0	64.9	61.3	43.6	40.3	36.6	38.3	43.1	38.9	51.5	63.1	52.6
1995	65.2	61.3	69.1	44.9	45.1	43.3	40.6	35.6	42.9	40.6	46.8	54.6	49.2
1996	70.1	73.0	62.8	62.3	48.5	40.1	39.8	47.1	39.5	41.4	50.2	63.4	53.2
1997	77.5	76.9	64.6	59.2	46.5	44.6	44.8	51.1	51.8	44.1	51.1	55.4	55.6
1998	70.2	65.3	57.0	46.4	39.6	45.9	45.8	42.9	38.7	38.7	44.0	48.4	48.6
1999	58.0	73.2	75.1	60.0	42.2	41.8	44.9	39.4	40.1	51.6	34.4	47.3	50.7
2000	70.7	74.1	68.3	51.3	42.2	45.0	46.5	46.3	40.6	46.3	36.5	57.1	52.1
2001	75.2	76.1	72.4	59.1	48.0	44.5	45.6	48.0	49.2	47.6	47.7	47.5	55.1
2002	59.6	74.7	71.3	71.0	54.8	45.9	61.3	50.3	44.2	52.4	47.0	55.4	57.3
2003	61.1	67.0	64.3	56.8	55.2	45.4	45.8	44.9	45.7	41.9	39.4	51.7	51.6
2004	68.2	63.6	58.8	52.3	44.1	47.9	53.6	54.4	43.0	38.1	34.9	48.7	50.6
2005	63.5	71.1	61.7	54.1	42.1	46.5	47.5	42.3	47.9	37.5	41.0	55.3	50.9
2006	72.4	67.9	71.4	54.1	46.1	48.1	46.5	46.9	47.6	46.7	50.5	50.2	54.0
2007	61.3	63.9	71.5	56.0	48.8	44.8	45.9	41.5	49.7	43.3	43.2	56.8	52.2
2008	68.8	65.2	64.7	51.0	42.7	44.2	45.3	44.1	39.2	43.3	40.5	59.7	50.7
2009	62.3	69.7	63.5	56.7	44.7	43.3	47.4	46.0	46.4	45.2	56.7	56.8	53.2
2010	71.1	65.6	58.9	56.2	49.2	45.1	49.0	44.7	48.5	50.1	39.5	47.2	52.1
Max	84.2	84.7	81.1	71.0	55.2	53.7	61.3	54.4	51.8	61.7	61.8	68.5	60.0
Prom	56.6	56.7	55.0	47.0	39.2	38.2	38.2	37.9	37.5	38.6	39.5	47.2	44.3
Min	19.8	15.3	13.7	23.1	16.1	15.5	17.2	16.4	18.0	20.1	19.2	21.8	24.7

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5 26

Ing. Ricardo Aguilar Nuvarie
ING. AGRICOLA
CIP. 11323

SOUTHERN COPPER - SOUTHERN PERÚ													
TEMPERATURA MAXIMA °C													
Estación: 012 - PASTO GRANDE													
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1963	14	14	15	19	16	18	17	16	16	15	17	17	16.2
1964	19	17	20	25	25	22	20	18	16	16	16	16	19.2
1965	16	16	19	19	19	14	13	16	17	19	19	17	17.0
1966	19	16	17	17	16	15	15	15	18	16	17	17	16.5
1967	18	19	22	23	21	19	17	22	20	18	18	16	19.4
1968	15	15	14	16	12	12	12	13	15	16	15	17	14.3
1969	17	17	20	18	15	13	13	16	15	18	17	18	16.4
1970	16	16	14	15	15	14	12	14	17	17	18	18	15.5
1971	17	13	16	19	13	10	15	16	17	18	18	19	15.9
1972	15	16	17	17	16	14	17	16	18	20	20	20	17.2
1973	17	18	19	20	18	17	15	16	18	20	21	20	18.3
1974	14	17	17	15	15	13	15	14	16	19	20	19	16.2
1975	20	17	17	19	18	15	20	16	17	19	18	16	17.7
1976	18	17	18	18	19	16	18	18	15	18	18	18	17.6
1977	18	16	17	17	16	15	16	17	18	18	17	19	17.0
1978	17	18	18	19	20	18	18	18	19	19	18	18	18.3
1979	20	21	18	19	22	21	19	18	19	20	20	20	19.8
1980	19	20	17	22	19	20	20	17	18	19	19	20	19.2
1981	17	16	17	15	16	17	15	15	17	19	20	19	16.9
1982	17	17	17	15	16	14	14	17	17	18	18	19	16.6
1983	23	22	22	23	22	15	19	20	18	23	22	20	20.8
1984	18	17	17	20	19	18	18	17	19	18	19	18	18.2
1985	17	15	16	16	15	13	13	16	16	18	18	16	15.8
1986	16	15	16	15	15	15	14	15	16	17	17	15	15.5
1987	16	18	17	17	16	15	15	16	16	17	17	19	16.6
1988	18	17	15	16	18	15	17	16	17	18	18	17	16.8
1989	15	15	15	15	16	16	14	15	17	17	16	19	15.8
1990	16	17	18	15	15	14	14	14	16	17	18	16	15.8
1991	16	16	17	17	18	17	14	17	16	16	17	19	16.7
1992	14	16	18	17	20	15	14	14	16	16	17	18	16.3
1993	17	15	14	16	17	22	18	15	15	17	16	18	16.7
1994	15	18	16	18	16	16	15	16	20	18	18	18	17.0
1995	18	17	17	18	18	16	16	18	17	18	19	17	17.4
1996	17	16	17	17	16	15	15	16	16	21	20	18	17.0
1997	19	16	17	17	16	17	15	15	19	21	22	22	18.0
1998	20	24	23	20	19	16	16	17	19	19	20	21	19.5
1999	20	17	15	16	15	14	14	15	18	18	20	22	17.0
2000	19	16	17	18	17	13	13	15	18	18	21	20	17.1
2001	15	16	17	17	15	15	14	16	18	18	22	20	16.9
2002	19	18	17	16	16	15	12	15	19	18	20	21	17.2
2003	21	18	19	17	16	16	14	15	17	19	22	22	18.0
2004	18	19	18	17	14	14	13	14	16	21	20	21	17.1
2005	21	16	19	17	16	15	15	14	16	18	19	19	17.1
2006	16	17	16	17	14	13	15	15	16	17	19	19	16.2
2007	18	19	15	15	15	16	13	16	16	17	16	17	16.1
2008	15	17	15	15	15	13	17	15	17	18	19	18	16.2
Max	23.0	24.0	23.0	25.0	25.0	22.0	20.0	22.0	20.0	23.0	22.0	22.0	20.8
Prom	17.4	17.0	17.2	17.6	16.9	15.6	15.4	16.0	17.1	18.2	18.6	18.5	17.1
Min	14.0	13.0	14.0	15.0	12.0	10.0	12.0	13.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.3



CONSORCIO V-S

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-S 27

Ing. Ricardo Apacalla Nalvarte
ING. AGRICOLA
CIP. 6530

SOUTHERN COPPER - SOUTHERN PERÚ													
TEMPERATURA MINIMA °C													
Estación: 012 - PASTO GRANDE													
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1963	-8	-6	-8	-11	-12	-19	-20	-17	-14	-15	-18	-9	-13.1
1964	-12	-6	-9	-13	-19	-19	-20	-20	-19	-19	-14	-13	-15.3
1965	-12	-18	-13	-12	-17	-20	-21	-23	-18	-19	-17	-13	-16.9
1966	-15	-11	-12	-16	-18	-26	-23	-20	-21	-17	-17	-13	-17.4
1967	-14	-6	-8	-14	-14	-15	-20	-21	-16	-14	-18	-14	-14.5
1968	-12	-8	-8	-14	-15	-18	-19	-19	-17	-18	-12	-14	-14.5
1969	-7	-8	-9	-15	-16	-19	-20	-21	-15	-18	-15	-15	-14.8
1970	-6	-10	-11	-12	-16	-18	-21	-20	-15	-17	-18	-13	-14.8
1971	-10	-6	-7	-12	-17	-19	-19	-18	-16	-14	-15	-9	-13.5
1972	-6	-7	-6	-9	-12	-15	-16	-13	-12	-12	-9	-9	-10.5
1973	-2	-2	-3	-5	-11	-16	-14	-17	-9	-9	-10	-14	-9.3
1974	-4	-2	-8	-8	-12	-15	-11	-17	-11	-9	-11	-20	-10.7
1975	-4	-2	-3	-10	-11	-15	-17	-13	-13	-15	-15	-8	-10.5
1976	-4	-5	-6	-10	-15	-16	-16	-17	-11	-13	-13	-12	-11.5
1977	-9	-9	-8	-11	-13	-18	-16	-18	-15	-15	-8	-10	-12.5
1978	-4	-7	-10	-10	-13	-16	-19	-13	-15	-14	-16	-8	-12.1
1979	-5	-8	-5	-11	-15	-15	-18	-18	-16	-12	-13	-11	-12.3
1980	-10	-10	-8	-10	-15	-16	-18	-17	-16	-10	-12	-12	-12.8
1981	-4	-3	-8	-10	-14	-17	-17	-14	-13	-12	-10	-7	-10.8
1982	-7	-6	-6	-10	-18	-16	-16	-17	-11	-12	-6	-12	-11.4
1983	-10	-7	-9	-11	-16	-16	-19	-15	-12	-15	-14	-11	-12.9
1984	-4	-5	-4	-11	-12	-13	-15	-16	-15	-13	-12	-8	-10.7
1985	-7	-3	-5	-7	-9	-13	-16	-16	-11	-14	-10	-7	-9.8
1986	-2	-3	-2	-8	-16	-15	-19	-16	-12	-14	-12	-12	-10.9
1987	-3	-6	-9	-12	-12	-15	-15	-14	-14	-13	-10	-10	-11.1
1988	-4	-7	-6	-9	-10	-15	-14	-15	-16	-13	-16	-10	-11.3
1989	-4	-7	-4	-8	-9	-14	-15	-16	-14	-10	-12	-10	-10.3
1990	-5	-8	-7	-9	-11	-16	-13	-11	-11	-9	-8	-5	-9.4
1991	-6	-5	-5	-6	-9	-11	-12	-9	-11	-9	-8	-6	-8.1
1992	-6	-7	-8	-10	-9	-11	-13	-14	-14	-11	-10	-6	-9.9
1993	-4	-8	-5	-7	-12	-12	-12	-11	-11	-9	-6	-3	-8.3
1994	-4	-4	-5	-4	-9	-11	-12	-11	-9	-10	-6	-4	-7.4
1995	-4	-5	-4	-7	-9	-12	-12	-12	-9	-10	-7	-7	-8.2
1996	-5	-3	-6	-5	-9	-13	-13	-10	-11	-10	-8	-5	-8.2
1997	-3	-6	-5	-7	-9	-11	-12	-11	-10	-8	-9	-8	-8.3
1998	-2	-4	-5	-10	-13	-12	-12	-13	-15	-10	-12	-7	-9.6
1999	-9	-4	-7	-6	-8	-13	-11	-10	-10	-7	-8	-7	-8.3
2000	-4	-3	-4	-5	-9	-12	-14	-12	-9	-9	-9	-6	-8.0
2001	-2	-2	-5	-7	-9	-10	-11	-9	-10	-8	-6	-7	-7.2
2002	-5	-2	-4	-4	-7	-10	-11	-11	-9	-5	-5	-6	-6.6
2003	-4	-2	-2	-8	-9	-10	-11	-11	-10	-9	-8	-6	-7.5
2004	-3	-5	-4	-6	-10	-12	-10	-10	-10	-10	-7	-6	-7.8
2005	-4	-4	-3	-6	-10	-12	-11	-12	-11	-9	-8	-5	-7.9
2006	-2	-6	-2	-5	-10	-11	-12	-11	-13	-8	-5	-5	-7.5
2007	-4	-5	-2	-4	-9	-11	-13	-11	-8	-8	-9	-5	-7.4
2008	-1	-3	-6	-8	-11	-11	-11	-12	-10	-9	-7	-6	-7.9
Max	-1.0	-2.0	-2.0	-4.0	-7.0	-10.0	-10.0	-9.0	-8.0	-5.0	-5.0	-3.0	-6.6
Prom	-5.8	-5.7	-6.2	-9.0	-12.2	-14.6	-15.2	-14.6	-12.8	-11.8	-10.8	-9.0	-10.6
Min	-15.0	-18.0	-13.0	-16.0	-19.0	-26.0	-23.0	-23.0	-21.0	-19.0	-18.0	-20.0	-17.4

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP 6530

CONSORCIO V-5

28

Ing. Ricardo Anacleto Nalvarez
INGENIERO CIVIL
CIP 11823

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)															
ESTACION	: Tocco			DEPARTAMENTO							: Puno			LOGITUD : 70° 07.5' O	
PERIODO	: 1991 - 2001			PROVINCIA							: Chucuito			LATITUD : 16° 49.2' S	
				DISTRITO							: Mazo Cruz			ALTITUD : 4550 (msnm)	
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total		
1987	125.6	67.0	16.0	4.0	1.2	3.0	17.6	0.0	0.6	14.4	19.2	16.8	125.6		
1988	155.5	33.7	92.3	34.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.2	11.3	0.0	60.9	155.5		
1989	134.2	83.6	106.0	37.1	0.6	2.9	5.6	0.0	0.0	2.8	5.2	12.7	134.2		
1990	51.4	23.2	42.4	9.7	7.3	40.7	0.0	7.1	0.0	14.2	22.5	102.1	102.1		
1991	84.8	44.0	100.5	14.8	0.0	17.9	0.0	0.0	3.1	17.1	15.0	37.3	100.5		
1992	78.7	26.2	0.0	5.0	0.0	0.6	1.3	8.7	0.0	19.7	39.9	27.4	78.7		
1993	174.1	34.6	61.0	27.8	0.0	3.3	0.0	16.2	0.8	15.5	40.5	103.0	174.1		
1994	124.6	175.9	58.2	29.9	4.9	0.0	0.0	0.0	8.7	1.7	29.0	73.2	175.9		
1995	52.5	28.6	119.4	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	5.7	21.3	26.7	119.4		
1996	171.1	125.2	61.6	29.3	13.0	0.0	0.0	7.9	0.0	3.0	33.5	90.1	171.1		
1997	175.2	149.0	64.6	30.1	10.6	0.0	0.0	42.8	27.3	1.5	36.1	38.0	175.2		
1998	145.1	73.2	58.4	11.4	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	4.1	42.3	36.8	145.1		
1999	64.0	224.9	152.8	34.0	0.8	0.0	0.0	0.0	11.9	18.1	0.0	54.0	224.9		
2000	143.6	136.5	77.3	11.3	3.9	0.5	0.0	1.2	0.0	19.7	1.4	61.3	143.6		
Max.	177.8	224.9	152.8	37.1	13.0	40.7	17.6	42.8	27.3	19.7	42.3	127.9	224.9		
Prom.	123.9	94.7	76.1	20.4	3.2	4.9	2.2	5.8	3.8	10.0	20.9	57.9	143.6		
Min.	51.4	23.2	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	12.7	78.7		

TEMPERATURA MAXIMA (°C)															
ESTACION	: Tocco			DEPART.							: Puno			LOGITUD : 70° 07.3' O	
PERIODO	: 1986 - 2001			PROVINCIA							: Chucuito			LATITUD : 16° 49.4' S	
				DISTRITO							: Mazo Cruz			ALTITUD : 4550 (msnm)	
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.		
1986						14.5	15.0	15.0	16.0	15.5	18.0	17.0			
1987	19.0		17.0	17.0	14.0	14.0	16.0	16.0	15.0	17.0	18.0	19.0			
1988	17.0	16.0	17.0	15.0	15.0	15.0	15.0	17.0	16.0	17.0	19.0	16.0	16.3		
1989	16.0	15.0	16.0	15.0	16.0	13.0	14.0	14.0	16.0	18.0	16.0	16.0	15.4		
1990	18.0	15.0	17.0	16.0	16.0	15.0	11.0	13.0	15.0	17.0	17.0	18.0	15.7		
1991	16.0	16.0	16.0	17.0	17.0	16.0	16.0	18.0	16.0	18.0	17.0	18.0	16.8		
1992	17.0	16.0	19.0	17.0	18.0	15.0	14.0	13.0	15.0	16.0	15.0	18.0	16.1		
1993	16.5	15.5	16.0	17.0	15.0	15.0	16.0	16.0	15.0	18.0	18.0	18.0	16.3		
1994	18.0	16.0	18.0	17.0	18.0	16.0	14.0	17.0	19.0	17.0	17.0	17.0	17.0		
1995	18.0	16.0	17.0	19.0	17.0	15.0	14.0	20.0	17.0	18.0	19.0	18.0	17.3		
1996	20.0	15.0	18.0	17.0	15.0	14.0	15.0	15.0	16.5	18.5	17.0	18.5	16.6		
1997	17.0	15.0	16.0	16.0	14.0	16.0	16.5	14.5	17.5	19.0	19.0	19.0	16.6		
1998	18.0	19.0	19.0	18.0	18.0	16.0	15.0	16.0	17.0	18.0	18.0	20.0	17.7		
1999	18.0	16.0	15.0	17.0	16.0	15.0	14.0	14.0	16.0	17.0	17.0	18.0	16.1		
2000	17.0	16.0	17.0	17.0	15.0	14.0	14.0	16.0	18.0	18.0	19.0	18.0	16.6		
2001	17.0	17.0	18.0												
Prom.	17.5	16.0	17.1	16.8	16.0	14.9	14.6	15.6	16.3	17.5	17.6	17.9	16.5		
D.STD.	1.1	1.0	1.2	1.1	1.4	0.9	1.3	1.9	1.2	0.9	1.2	1.1	1.2		
MIN.	16.0	15.0	15.0	15.0	14.0	13.0	11.0	13.0	15.0	15.5	15.0	16.0	14.5		
MAX.	20.0	19.0	19.0	19.0	18.0	16.0	16.5	20.0	19.0	19.0	19.0	20.0	18.7		

TEMPERATURA MINIMA (°C)														
ESTACION	: Tocco			DEPARTAMENTO : Puno						LONGITUD: 70° 07.3' O				
PERIODO	: 1986 - 2001			PROVINCIA : Chucuito						LATITUD: 16° 49.4' S				
				DISTRITO : Mazo Cruz						ALTITUD: 4550 (msnm)				
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.	
1986						-19.0	-25.0	-17.0	-18.0	-18.0	-17.5	-18.0		
1987	-8.0		-13.0	-16.0	-17.0	-20.0	-21.0	-19.0	-17.0	-17.0	-13.0	-16.0		
1988	-8.0	-12.0	-11.0	-14.0	-19.0	-22.0	-19.0	-19.0	-21.0	-16.0	-20.0	-14.0	-16.3	
1989	-7.0	-13.0	-10.0	-13.0	-14.0	-20.0	-21.0	-21.0	-21.0	-16.0	-20.0	-15.0	-15.9	
1990	-8.0	-13.0	-14.0	-16.0	-18.0	-30.0	-18.0	-18.0	-19.0	-15.0	-15.0	-11.0	-16.3	
1991	-12.0	-10.0	-10.0	-12.0	-16.0	-24.0	-22.0	-18.0	-16.0	-16.0	-16.0	-14.0	-15.5	
1992	-11.0	-12.0	-14.0	-18.0	-18.0	-22.0	-21.0	-23.0	-21.0	-18.0	-16.0	-12.0	-17.2	
1993	-10.0	-12.0	-10.0	-11.0	-19.0	-20.0	-22.0	-22.0	-15.0	-16.0	-13.0	-8.0	-14.8	
1994	-9.0	-9.0	-8.0	-8.0	-17.0	-19.0	-21.0	-19.0	-16.0	-15.0	-14.0	-12.0	-13.9	
1995	-8.0	-13.0	-10.0	-13.0	-16.0	-20.0	-22.0	-17.0	-16.0	-16.0	-13.0	-17.0	-15.1	
1996	-11.0	-8.0	-11.0	-10.0	-18.0	-20.0	-20.0	-17.0	-19.0	-17.0	-15.0	-11.0	-14.8	
1997	-8.0	-9.0	-10.0	-12.0	-15.0	-19.0	-20.0	-20.0	-16.0	-15.0	-15.0	-13.0	-14.3	
1998	-4.0	-7.0	-10.0	-15.0	-20.0	-18.0	-18.0	-20.0	-20.0	-17.0	-19.0	-14.0	-15.2	
1999	-14.0	-5.0	-7.0	-11.0	-14.0	-24.0	-18.0	-17.0	-20.0	-14.0	-18.0	-18.0	-15.0	
2000	-9.0	-9.0	-9.0	-11.0	-15.0	-22.0	-23.0	-22.0	-16.0	-17.0	-18.0	-13.0	-15.3	
2001	-7.0	-5.0	-7.0											
Prom.	-8.9	-9.8	-10.3	-12.9	-16.9	-21.3	-20.7	-19.3	-18.1	-16.2	-16.2	-13.7	-15.3	
D.STD.	2.4	2.8	2.2	2.7	1.9	3.0	2.0	2.0	2.2	1.1	2.5	2.8	2.3	
MIN.	-14.0	-13.0	-14.0	-18.0	-20.0	-30.0	-25.0	-23.0	-21.0	-18.0	-20.0	-18.0	-19.5	
MAX.	-4.0	-5.0	-7.0	-8.0	-14.0	-18.0	-18.0	-17.0	-15.0	-14.0	-13.0	-8.0	-11.8	

HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)														
ESTACION	: Tocco			DEPARTAMENTO : Puno						LONGITUD: 70° 07.3' O				
PERIODO	: 1986 - 1999			PROVINCIA : Chucuito						LATITUD: 16° 49.4' S				
				DISTRITO : Mazo Cruz						ALTITUD: 4550 (msnm)				
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.	
1986						46.1		56.2	56.1	57.4	64.1	83.7		
1987	99.8		73.2	48.4	63.0	69.9	76.5	63.8	63.5	59.1	69.9	72.9		
1988	75.9	89.4	83.6	73.7	65.2	58.5	62.3	63.3	58.0	59.5	57.8	59.8	67.3	
1989	62.3	63.2	64.8	66.8	65.0	59.0	71.5	66.3	64.3	44.3	41.8	40.2	59.1	
1990	72.0	74.8	64.0	69.0	76.3	56.2	63.9	65.7	56.1	59.8	63.0	74.4	66.3	
1991	80.5	74.5	78.1	72.5	61.9	53.8	45.6	42.1	43.0	47.7	52.6	59.3	59.3	
1992	67.3	59.6	58.1	51.0	45.1	44.0	46.0	49.7	45.3	52.3	61.1	60.0	53.3	
1993	66.0	61.5	64.2	57.9	55.3	63.3	55.5	56.4	58.5	56.6	61.7	67.8	60.4	
1994	66.7		67.0	65.2	63.8	60.5	55.2							
1995	65.8	59.5	64.7	57.2	47.0	50.2	47.6	43.1	45.7	41.5	45.2	47.4	51.2	
1996	55.7	56.5	58.3	54.4	53.1	45.8	42.5	43.2	41.7	42.7	45.6	51.4	49.2	
1997	57.4	62.9	62.4	59.4	54.8	40.5	39.8	41.4	45.0	35.6	40.0	39.6	48.2	
1998	57.7	54.4	55.0	54.3	47.7	52.3	55.8	51.0	53.9	54.0	56.5	48.4	53.4	
1999	51.5	64.6	67.9	63.0	54.1	45.2	46.6	50.5	44.3	51.2	48.9	52.6	53.4	
2000	56.8	65.2	62.1	70.0	52.2	45.6	45.8	47.7	47.7	50.8	46.6	52.3	54.4	
2001	53.4	53.2	57.7											
Prom.	66.6	64.6	65.4	61.6	57.5	52.7	53.9	52.9	51.7	50.9	53.9	57.8	57.5	
MIN.	51.5	53.2	55.0	48.4	45.1	40.5	39.8	41.4	41.7	35.6	40.0	39.6	44.3	
MAX.	99.8	89.4	83.6	73.7	76.3	69.9	76.5	66.3	64.3	59.8	69.9	83.7	76.1	

EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm)														
ESTACION	: Tocco			DEPART.	: Puno				LONGITUD:	70° 07.3' O				
PERIODO	: 1986 - 2001			PROVINCIA	: Chucuito				LATITUD:	16° 49.4' S				
				DISTRITO	: Mazo Cruz				ALTITUD:	4550 (msnm)				
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	
1986								196.9		224.5	215.9	154.9		
1987	125.6	141.0	162.0	173.0	193.2	152.0	145.4	173.3	204.3	220.3	182.0	243.2	2,115.3	
1988	141.4	159.7	115.6	133.9	137.8	157.1	166.2	173.6	167.5	201.7	208.8	212.9	1,976.2	
1989	191.9	123.7	135.8	114.5	137.1	129.4	143.4	148.6	181.4	197.8	204.1	214.7	1,922.4	
1990	155.6	152.8	187.3	174.9	177.4	131.3	163.9	182.4	202.0	199.4	199.2	186.0	2,112.2	
1991	181.4	144.5	173.1	162.9	174.7	146.4	172.4	202.2	199.5	208.8	218.9	227.1	2,211.9	
1992	195.1	206.4	231.1	194.2	202.0	171.1	168.9	160.0	211.3	235.1	229.3	225.5	2,430.0	
1993	183.7	196.8	162.9	161.8	156.7	157.1	190.1	176.2	213.1	228.0	197.5	175.7	2,199.6	
1994	179.0	182.1	139.6	135.7	128.8	123.6	131.2	153.7	326.2	205.8	345.5	141.1	2,192.3	
1995	151.8	134.2	159.7	145.4	130.5	115.0	120.1	161.1	156.9	189.1	171.3	157.2	1,792.3	
1996	165.0	166.9	156.5	120.2	119.8	106.9	119.6	136.2	159.1	201.9	180.8	168.5	1,801.4	
1997	140.8	121.1	170.1	129.1	119.9	141.2	160.1	153.7	160.6	200.9	173.8	179.9	1,851.2	
1998	157.1	147.3	178.2	154.7	130.8	98.0	112.7	135.8	161.1	189.6	174.1	176.1	1,815.5	
1999	163.4	100.1	134.3	99.4	121.1	99.4	121.4	152.0	156.8	157.8	196.2	227.4	1,729.3	
2000	140.8	134.1	130.0	117.2	121.4	95.8	93.9	143.7	180.3	169.2	197.4	148.2	1,672.0	
2001	141.5	126.8	147.4											
Prom.	160.9	149.2	158.9	144.1	146.5	130.3	143.5	163.3	191.4	202.0	206.3	189.2	1,987.3	
MIN.	125.6	100.1	115.6	99.4	119.8	95.8	93.9	135.8	156.8	157.8	171.3	141.1	1,672.0	
MAX.	195.1	206.4	231.1	194.2	202.0	171.1	190.1	202.2	326.2	235.1	345.5	243.2	2,430.0	

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION 000873 / CARUMAS/DRE-07 LONG 70° 41'30.3 "V DPTO. MOQUEGUA
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LAT 16° 48'45.6 "S PROV MARISCAL NIETO
DIARIA (mm) ALT 2978 msnm DIST CARUMAS

AÑO : 2012

DIA	ABR	MAY	JUL
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0
3	2.0	0.0	0.0
4	3.5	0.0	0.0
5	13.2	0.0	0.0
6	0.5	0.0	0.0
7	5.0	0.0	0.0
8	1.0	0.0	0.0
9	0.5	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0
11	10.1	0.0	0.0
12	8.7	0.0	0.0
13	3.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0
16	0.8	0.0	0.0
17	0.2	0.0	0.0
18	T	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0
21	0.9	0.0	0.0
22	0.6	0.0	0.0
23	0.9	0.0	0.0
24	0.3	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0
31		0.0	0.0

S/D = Sin Datos INFORMACION PREPARADA PARA CONSORCIO V-5
T = TRAZAS LIMA 27 DE AGOSTO DE 2012

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
TOTAL O PARCIAL

CONSORCIO V-5

Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5 32

Ing. Ricardo Apollina Navarrete
ING. AGROLOGA
CIP. 11823

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION 000873 / CARUMAS/DRE-07 LONG : 70° 41'30,3 " V DPTO. MOQUEGUA
PARAMETRO PARAMETRO : HORAS DE SOL TOTAL LAT : 16° 48'45,6 " S PROV. MARISCAL NIETO
DIARIA ALT : 2976 msnm DIST CARUMAS

AÑO : 2012

DIA	ABR	MAY	JUL
1	4.1	8.7	5.7
2	4.4	9.6	8.9
3	2.3	9.7	8.6
4	9.5	9.6	8.8
5	4.4	9.6	6.7
6	1.9	9.6	8.9
7	4.9	9.5	6.7
8	4.8	9.4	4.0
9	5.0	8.7	6.9
10	7.1	9.5	9.4
11	0.0	8.6	9.2
12	0.5	6.9	9.3
13	2.0	9.6	8.4
14	7.2	9.5	9.4
15	4.9	9.0	9.1
16	7.0	8.9	9.3
17	4.2	9.3	9.5
18	6.8	9.5	9.6
19	7.6	9.5	9.5
20	9.0	9.2	8.6
21	0.0	9.2	9.5
22	0.0	9.4	9.5
23	1.7	9.5	9.5
24	1.4	9.9	9.6
25	6.0	7.0	9.6
26	3.4	9.3	9.5
27	6.3	9.5	8.3
28	5.7	9.3	9.6
29	3.3	9.3	9.3
30	8.0	9.3	8.1
31		9.3	9.6

S/D = Sin Dato
T = TRAZAS

INFORMACION PREPARADA PARA CONSORCIO V-5
LIMA 27 DE AGOSTO DE 2012

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
TOTAL O PARCIAL**

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5-33

Ing. Ricardo Apacalla Nalvarte
ING. AGRICOLA
C.I.P. 1923



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION 000873 / CARUMAS/DRE-07 LONG 70° 41'30.3 "Y DPTO MOQUEGUA
 PARAMETRO : DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD LAT 16° 48'45.6 "S PROV MARISCAL NIETO
 DEL VIENTO DIARIO A LAS 07.00 ALT 2976 msnm DIST CARUMAS
 HORAS (m/s)

AÑO : 2012

DIA	ABR	MAY	JUL
1	SE-2	SE-2	SE-2
2	SE-2	NE-2	SE-2
3	SE-2	SE-2	SE-2
4	SE-2	SE-2	SE-2
5	SE-2	SE-2	SE-2
6	SE-2	SE-2	SE-2
7	SE-2	NE-2	SE-2
8	SE-2	SE-2	SE-2
9	SE-2	SE-2	SE-2
10	SE-2	SE-2	SE-2
11	SE-2	SE-2	SE-2
12	NE-2	SE-2	SE-2
13	SE-2	SE-2	SE-2
14	SE-2	SE-2	SE-2
15	SE-2	SE-2	SE-2
16	SE-2	SE-2	SE-2
17	SE-2	SE-2	SE-2
18	SE-2	SE-2	SE-2
19	SE-2	SE-2	SE-2
20	SE-2	SE-2	SE-4
21	SE-2	SE-2	SE-2
22	SE-2	SE-2	SE-2
23	SE-2	SE-2	SE-2
24	SE-2	SE-2	SE-2
25	SE-2	SE-2	SE-2
26	SE-2	SE-2	SE-4
27	SE-2	SE-2	SE-2
28	SE-2	SE-2	SE-2
29	SE-2	SE-2	SE-2
30	SE-2	SE-2	SE-4
31		SE-2	SE-2

S/D = Sin Datos INFORMACION PREPARADA PARA CONSORCIO V-5
 T = TRAZAS LIMA 27 DE AGOSTO DE 2012

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
 TOTAL O PARCIAL

Ing. Victor Díaz Nuñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 6530

Ing. Ricardo Apaella Nalvarte
 ING. AGRICOLA
 CIP. 11623

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION 000873 / CARUMAS/DRE-07 LONG 70° 41'30.3" V DPTO MOQUEGUA
PARAMETRO : DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD LAT 16° 48'45.6" S' PROV. MARISCAL NIETO
DEL VIENTO DIARIO A LAS 13.00 ALT 2976 msnm DIST. CARUMAS
HORAS (m/e)

AÑO : 2012

DIA	ABR	MAY	JUL
1	NW-6	NW-6	NW-6
2	NW-2	NW-2	NW-4
3	NW-4	NW-6	NW-4
4	NW-6	NW-6	NW-4
5	NW-6	NW-6	NW-6
6	NW-2	NW-6	NW-4
7	NW-6	NW-4	NW-2
8	NW-2	NW-2	NW-6
9	NW-6	NW-6	NW-4
10	NW-6	NW-2	NW-6
11	NW-6	NW-2	NW-6
12	NW-2	NW-6	NW-6
13	NE-2	NW-6	NW-6
14	NW-6	NW-2	NW-6
15	NW-2	NW-2	NW-6
16	NW-2	NW-4	NW-6
17	NW-2	NW-6	NW-6
18	NW-6	NW-6	NW-6
19	NW-6	NW-2	NW-6
20	NW-6	NW-2	NW-4
21	NW-2	NW-6	NW-2
22	NW-6	NW-6	NW-6
23	NW-6	NW-4	NW-6
24	NW-2	NW-2	NW-6
25	NE-6	NW-6	NW-6
26	NW-2	NW-6	NW-6
27	NW-6	NW-6	NW-4
28	NW-6	NW-6	NW-6
29	NW-6	NW-6	NW-6
30	NW-2	NW-2	NW-2
31		NW-4	NW-2

B/D = Sin Dato
Y = TRAZAS

INFORMACION PREPARADA PARA CONSORCIO V-5
LIMA, 27 DE AGOSTO DE 2012

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
TOTAL O PARCIAL

CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5 35

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

Ing. Ricardo Apacalla Nalvarte
ING. AGRICOLA
C.I.F. 11823

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION 000873 / CARUMAS/DRE-07 LONG 70° 41'30.3 " V DPTO MOQUEGUA
PARAMETRO : DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD LAT 18° 48'45.6 " S PROV. MARISCAL NIETO
DEL VIENTO DIARIO A LAS 19.00 ALT 2976 msnm DIST. CARUMAS
HORAS (m/s)

AÑO : 2012

DIA	ABR	MAY	JUL
1	NE-2	NE-2	NE-2
2	NE-2	NE-2	NE-2
3	NE-2	NE-2	NE-2
4	NE-2	NE-2	NE-2
5	NE-2	NE-2	NE-2
6	NE-2	NE-2	NE-2
7	NE-2	NE-2	NE-2
8	NE-2	NE-2	NE-2
9	NE-2	NE-2	NE-2
10	NE-2	NE-2	NE-2
11	NE-2	NE-2	NE-2
12	NE-2	NE-2	NE-2
13	NE-2	NE-2	NE-2
14	NE-2	NE-2	NE-2
15	NE-2	NE-2	NE-2
16	NE-2	NE-2	NE-2
17	NE-2	NE-2	NE-6
18	NE-2	NE-2	NE-2
19	NE-2	NE-2	NE-2
20	NE-2	NE-2	NE-2
21	NE-2	NE-2	NE-2
22	NE-2	NE-2	NE-2
23	NE-2	NE-2	NE-2
24	NE-2	NE-2	NE-2
25	NE-2	NE-2	NE-2
26	NE-2	NE-2	NE-2
27	NE-2	NE-2	NE-2
28	NE-2	NE-2	NE-2
29	NE-2	NE-2	NE-2
30	NE-2	NE-2	NE-2
31		NE-2	NE-2

S/D = Sin Dato
T = TRAZAS

INFORMACION PREPARADA PARA CONSORCIO V-5
LIMA 27 DE AGOSTO DE 2012

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
TOTAL O PARCIAL**

CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

Ing. Ricardo Apacalla Nalvarte
ING. AGRICOLA
C.I.P. 11823

**ANEXO N°02:
PRONOSTICOS DE RADIACION
ULTRAVIOLETA**

CONSORCIO V-5


.....
Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5

37

.....
Ing. Ricardo Apaclla Nalvarte
ING. AGRICOLA
CIP. 11923



CONSORCIO V-5

Ing. Víctor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6530

CONSORCIO V-5

38

Ing. Ricardo Apacalla Nalvarte
ING. AGRÍCOLA
C.I.P. 11823



CONSORCIO V-5

CONSORCIO V-5

Ing. Victor Diaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
C.P. 6530

Ing. Ricardo Apaclla Nalvarte
ING. AGRÍCOLA
C.P. 43323



PRONÓSTICO DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

JUEVES 27 DE SEPTIEMBRE 2012



PRONÓSTICO DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

DOMINGO 28 DE OCTUBRE 2012



CONSORCIO V-5

Ing. Victor Díaz Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP. 6530

CONSORCIO V-5 42

Ing. Ricardo Amella Nalvarte
INGENIERO CIVIL
CIP. 223