

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con respecto a los canales ubicados en la margen izquierda, están dotados de vertederos superiores al final de línea que permitan la evacuación de caudales en condiciones de seguridad. El agua evacuada es conducida hacia la quebrada el Impertinente por su cercanía.

Figura 2.5: Reservorios de purga

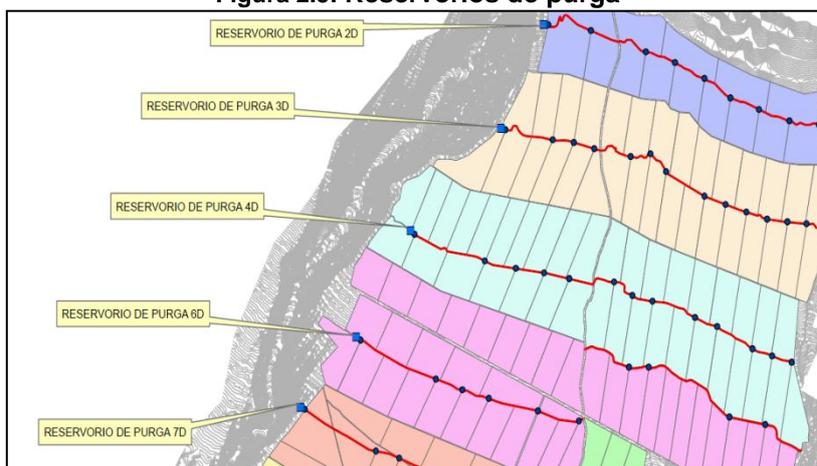
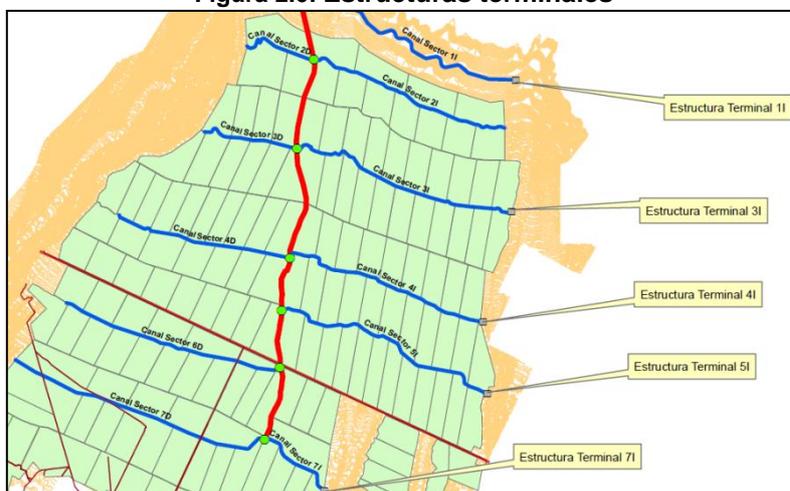


Figura 2.6: Estructuras terminales



### 2.2.8 Tomas sublaterales y estructuras de control

Desde el Canal Madre se deriva un caudal equivalente al demandado en cada una de las tomas sublaterales que se distribuyen a lo largo del canal lateral. Dichas tomas sublaterales se realizan en elementos denominados estructuras de control que por su forma se conocen como “picos de pato”, los cuales están intercalados a lo largo del canal lateral. Se tiene un total de 176 tomas de regadío aproximadamente, agrupadas en 56 estructuras de control.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las tomas sublaterales están diseñadas para poder derivar el agua del canal lateral a cada lote. Comienzan con una compuerta plana mural que aísla la toma directamente del canal lateral. A partir de dicha toma se proyecta un caudalímetro electromagnético individual para cada lote que permite la medición del caudal servido de forma continuada, con los correspondientes elementos: válvula de corte, carrete de montaje, etc.

El objetivo de las estructuras de control es garantizar la existencia de un tirante mínimo de agua en la zona de toma, que facilite la suficiente energía en el agua para que el caudal fluya desde el canal lateral hacia la tubería de conducción al lote. Para ello se utiliza un un vertedor superior, en forma de V o “pico de pato”. De esta forma, la estructura presenta dos partes diferenciadas:

- Aguas arriba del vertedor: en esta zona están ubicadas las compuertas de las tomas sublaterales. El agua tiene un tirante mínimo y un tirante máximo variante en función del caudal de paso sobre el vertedor. Esta zona debe reducir la velocidad del agua proveniente del canal sin generar flujos preferenciales ni turbulencias, consiguiendo de esta forma una lámina de agua estable que permita la derivación de agua a cada toma sublateral.
- Aguas abajo del vertedor: en esta zona se produce la incorporación del agua nuevamente al canal lateral mediante un salto hidráulico, que independiza cada tramo. La principal misión de esta zona de la estructura es facilitar la transición del agua al cambiar de una sección transversal rectangular a trapezoidal, estabilizando el flujo a la entrada del canal.

Las estructuras de control se han definido en tres tipos principales, las cuales se diseñaron teniendo como criterio el caudal máximo de ingreso. En la zona regable los picos de pato o estructuras de control estarán representados por nodos y donde apartir de estos se derivará el caudal hacia las parcelas mediante tomas necesarias. Las cantidades de tomas sublaterales están en función de la cantidad de las parcelas que son 176 y una cantidad total de 56 nodos. Cada tipo principal de estructuras de control (E.C.T1, E.C.T2 y E.C.T3) tendrán ciertas cantidades de tomas que dependerán del número de tuberías que parten del nodo. En resumen se presenta el siguiente esquema.

$$E.C.T1 \left\{ \begin{array}{l} E.C.T1 - 1 (02 Und) \\ E.C.T1 - 2 (03 Und) \\ E.C.T1 - 3 (04 Und) \\ E.C.T1 - 4 (02 Und) \\ E.C.T1 - 5 (01 Und) \\ E.C.T1 - 6 (01 Und) \\ E.C.T1 - 7 (02 Und) \end{array} \right\}, E.C.T2 \left\{ \begin{array}{l} E.C.T2 - 1 (04 Und) \\ E.C.T2 - 2 (10 Und) \\ E.C.T2 - 3 (02 Und) \\ E.C.T2 - 4 (01 Und) \\ E.C.T2 - 5 (03 Und) \\ E.C.T2 - 7 (01 Und) \\ E.C.T2 - 8 (01 Und) \\ E.C.T2 - 9 (01 Und) \end{array} \right\}$$

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

$$E.C.T3 \left\{ \begin{array}{l} E.C.T3 - 1 (03 Und) \\ E.C.T3 - 2 (07 Und) \\ E.C.T3 - 3 (03 Und) \\ E.C.T3 - 4 (02 Und) \\ E.C.T3 - 5 (02 Und) \\ E.C.T3 - 6 (01 Und) \end{array} \right.$$

Del esquema anterior se interpreta la nomenclatura (E.C.T1-3 (04 Und)) de la siguiente manera:

- La estructura de control Tipo 1 (E.C.T1), tendrá 4 estructuras de control, del cual se desprenderán solo 3 tuberías.

## 2.2.9 Instalaciones auxiliares

### 2.2.9.1 Línea de distribución eléctrica

Durante la etapa de construcción se requerirán fuentes de energía a pie de obra que alimenten a todos los equipos eléctricos utilizados, así como también fuentes de energía en los campamentos existentes, en una primera etapa se utilizarán grupos electrógenos, y posteriormente utilizaran energía proveniente de la Línea Primaria de 22.9 kV de SEAL, quien nos da como punto de alimentación la estructura MT 00008 del circuito La Colina, ubicado en la localidad de "El Pedregal", en la cual se instalara un recloser, fusibles cut out y un medidor de energía; en cada punto de derivación o ramal de la línea se instalarán fusibles cut out, y las estructuras serán de postes de madera. La longitud aproximada de la línea será 44 km; la longitud final se hallará al distribuir las estructuras hallando el perfil topográfico de ruta de la línea.

A la fecha los trazos de la línea están definidos en función de los puntos de requerimientos de energía, dichos puntos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.7: Puntos de requerimiento de energía

PUNTO	POTENCIA MAX (KW)
BOCATOMA	150
ADIT 1	465
ADIT 2	698
ADIT 3	564
ADIT 4	906
SALIDA DE TUNEL 11+400	577
O P C° ,P. CHANCADO QUEBRADO	160



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CEMENTERIO.	
Campamento 01-PAMPA DE SIGUAS	140

La selección del trazo de la línea primaria preliminar se efectuó mediante el análisis técnico y económico planteado en gabinete, el cual será verificado y ajustado en campo, para la definición de la ruta final.

El trazo de ruta final puede observarse en el Plano de Componentes. Las coordenadas finales son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2.8: Ubicación de los vértices

Línea de transmisión	Vértice	Coordenadas UTM Datum WGS84, Zona 18S		Tramo	Longitud parcial (metros)	Longitud total (metros)
		Este	Norte			
SE Majes - Bocatomá Lluclla Sigúas	V0	803548.163	8188550.759	V0-V1	330.30	31764.40
	V1	803829.996	8188722.998	V1-V2	133.16	
	V2	803856.095	8188853.577	V2-V3	88.41	
	V3	803900.757	8188929.876	V3-V4	711.80	
	V4	804336.191	8189492.954	V4-V5	893.96	
	V5	804791.117	8190262.506	V5-V6	2793.87	
	V6	805940.165	8192809.148	V6-V7	3113.42	
	V7	809022.432	8193248.491	V7-V8	931.40	
	V8	809851.205	8192823.465	V8-V9	5811.87	
	V9	813368.749	8197449.985	V9-V10	1011.42	
	V10	814290.551	8197866.224	V10-V11	3188.07	
	V11	815300.772	8200890.004	V11-V12	1576.15	
	V12	815803.000	8202384.000	V12-V13	3249.62	
	V13	816142.437	8205615.845	V13-V14	589.38	
	V14	816204.000	8206202.000	V14-V15	1363.30	
	V15	816560.000	8207518.000	V15-V16	304.24	
	V16	816548.000	8207822.000	V16-V17	147.14	
	V17	816613.000	8207954.000	V17-V18	341.21	
	V18	816720.000	8208278.000	V18-V19	309.61	
	V19	816969.000	8208462.000	V19-V20	255.60	
	V20	817123.000	8208666.000	V20-V21	492.06	
	V21	817364.000	8209095.000	V21-V22	475.71	
	V22	817684.000	8209447.000	V22-V23	191.27	
	V23	817614.000	8209625.000	V23-V24	94.00	
	V24	817614.000	8209719.000	V24-V25	361.72	
	V25	817894.000	8209948.000	V25-V26	180.42	
	V26	818052.780	8210033.678	V26-V27	451.95	
	V27	818482.428	8210173.890	V27-V28	710.57	
	V28	819017.694	8210641.229	V28-V29	700.90	
	V29	819676.272	8210881.101	V29-V30	478.85	
V30	819966.886	8211261.679	V30-VF	483.02		
VF	820077.099	8211731.953				
Derivación a Campamento 01-Pampa de Sigúas	V10	814290.551	8197866.224	V10-V10A	1564.21	6049.92
	V10A	814359.244	8196303.523	V10A-V10F	4485.71	
	V10F	816647.590	8192445.410			
Derivación a Salida Túnel 11+500	V11	815300.772	8200890.004	V11-V11F	1672.66	1338.85
	V11F	816635.520	8200994.690			



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Línea de transmisión	Vértice	Coordenadas UTM Datum WGS84, Zona 18S		Tramo	Longitud parcial (metros)	Longitud total (metros)
		Este	Norte			
Derivación a ADIT 4	V12	815803.000	8202384.000	V12-V12F	1672.66	1672.66
	V12F	817227.083	8203261.373			
Derivación a ADIT 3	V13	816142.437	8205615.845	V13-V13-FA	1137.87	1137.87
	V13-FA	817021.526	8206338.301			
Derivación a Planta de Chancado Quebrada Cementerio	V13	816142.437	8205615.845	V13-V13-FB	643.31	643.31
	V13-FB	815530.740	8205416.659			
Derivación a ADIT 2	V20	817123.000	8208666.000	V20-V20F	691.80	691.80
	V20F	817747.731	8208368.848			
Derivación a ADIT 1	V29	819676.272	8210881.101	V29-V29F	546.48	546.48
	V29F	819493.427	8210366.118			

### 2.2.9.2 Vías de acceso

El proyecto contempla la construcción de caminos de acceso a la Bocatoma, a los Portales Adit y a los caminos de la Zona Regable. Los accesos tendrán un acabado a nivel de afirmado y deberán permitir el tráfico de camiones de carga pesada.

- **CAMINO ACCESO A BOCATOMA**

El camino de acceso a la bocatoma parte de una trocha existente desde la Bocatoma Pitay a la cota 1741.28 msnm y discurre por la margen izquierda del río Sigúas hasta alcanzar la bocatoma de proyecto. Tiene una longitud de 5,170 m y anchura de la plataforma de 5 m. Desde el entronque con la trocha hasta el PK 4+460 discurre por conglomerados y desde el PK 4+460 hasta la bocatoma (PK 5+170) lo hace por granitos. Se ha diseñado para una vida útil de 50 años. Los taludes de desmonte son 10H:1V y de terraplén 1H:1V. Como material de terraplén está previsto utilizar el procedente de la propia excavación, el procedente del aluvial y de la excavación del túnel. La pendiente máxima no supera el 12%.

El espesor de la capa de afirmado será el definido en tabla adjunta recogida el Manual para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con un Índice Medio Diario Anual de Tránsito proyectado menor a 50 vehículos día.

- **CAMINO ACCESO A PORTALES ADIT**

Para el acceso a los portales de adits la anchura de la plataforma es de 4 m. El talud de desmonte es 5H:1V y el talud de terraplén es 1H:1V. Su vida útil proyectada es la duración de la obra. Su trazo discurre por gneises en toda su longitud para el caso del acceso al Adit 1, y conglomerados en toda su longitud para los demás accesos al Adit 2, 3 y 4.

Durante la construcción de los caminos tanto para el acceso a la Bocatoma como a los Portales Adit se ha estimado un movimiento de tierras de aproximadamente 13 275 .00



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

m<sup>3</sup> en excavación en roca, 53 174.00 m<sup>3</sup> en excavación en conglomerados y 59 383.00 material de relleno para terraplén

- **CAMINOS ZONA REGABLE**

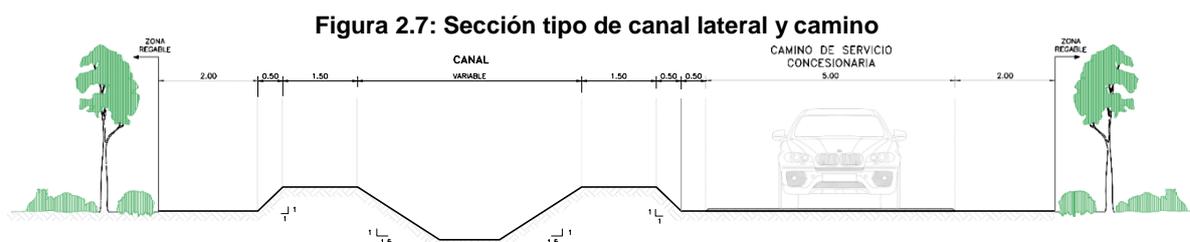
El sistema de canales principales y secundarios así como los caminos de servicio y caminos de acceso a las parcelas suponen a su vez zonas de servidumbre a descontar de la superficie neta de las parcelas.

Así, las zonas excluidas debidas a canales, vías de servicio y caminos de acceso son:

- Canales: 4 m de canal + 2 m a cada lado
- Caminos de servicio: 5.5 m de camino + 0,5 m de separación respecto al canal + 2m de separación exterior.
- Viales de acceso: 50 m + 2 m a cada lado de zona de protección (1 m interior en caso de encontrarse junto al canal).

En caminos perimetrales se tiene un total de 69 m de longitud, en caminos de acceso a lotes y camino paralelo a canal madre se tiene un total aproximado de 121 de longitud, en caminos de servicio de canales laterales y paralelo a canal madre se tiene un total aproximado de 131 m de longitud

A modo de ejemplo mostramos a continuación la sección tipo de canal lateral más camino de servicio y espacio reservado para otros caminos o usos:



### 2.2.9.3 Campamento

Durante la etapa de construcción del proyecto se instalará un campamento temporal para el alojamiento de los profesionales técnicos y obreros que se requerirán en esta etapa, asimismo para la etapa de operación se construirán instalaciones permanentes.

Para el desarrollo del proyecto Majes-Siguas, Etapa II, Fase 2, se ha provisto la instalación de 01 campamento provisional ubicado dentro del área del proyecto.

El campamento de obra debe acoger a todo el Personal, tanto técnico y administrativo como operario que intervenga en la construcción. Para la definición del Campamento se ha considerado el calendario de necesidades de personal para la construcción, que ha



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

establecido una punta máxima próxima a las 1,000 personas. Se ha considerado también la estancia de un remanente policial.

El conjunto alcanza una superficie aproximada construida techada de 8,500 m<sup>2</sup>, sobre una superficie de terreno aproximadamente de 53,000 m<sup>2</sup>.

Las edificaciones que se implementaran son de tipo modular prefabricado y serán montados in situ. La construcción se complementa con una serie de instalaciones exteriores como urbanización y accesos entre los distintos edificios y puntos específicos, zona deportiva, abastecimiento de energía, abastecimiento y saneamiento de agua con sus respectivas plantas de tratamiento, calefacción y agua caliente, iluminación, cierre perimetral, telecomunicaciones, puestos de vigilancia y control, aparcamientos etc.

En la siguiente tabla, se muestra de manera general la ubicación del campamento propuesto.

Tabla 2.9: Superficies y ubicación del campamento provisional

Item	Descripcion	Coordenadas utm		N° personas
		WGS84		
		Este	Norte	
1	Campamento Pampa de Siguas	816 648	8 192 445	1000

Se contará con una minicaseta en la Bocatoma, de aproximadamente 9 m<sup>2</sup> de área, y otra de la misma área en la zona del Reservorio.

Se prevé ubicar a personal de la etapa de operación en la localidad más cercana y con necesidades básicas, pero de ser necesario se podrá optar por un campamento permanente se acondicionará el Campamento en la Pampa de Siguas según la cantidad de personal que trabaje en la Etapa de Operación y Mantenimiento; en este se contarán con los recursos necesarios para cubrir las demandas de los trabajadores.

#### 2.2.9.4 Depósitos de material excedente (DME)

El material excedente de las obras deberá ser dispuesto en lugares destinados para dichos fines. Se ha considerado que el material proveniente de la construcción del reservorio, canal madre y canales laterales sean dispuestos con prioridad en las zonas de extracción de agregados mediante una secuencia de excavación y relleno; y el excedente sobre las pampas como una capa de material uniforme, que en el caso de canales será parte del sobre ancho.

Como muestra de lo antes dicho se tiene que el movimiento de tierra para el reservorio es de 600,790.57 m<sup>3</sup> de corte y 596,714.27 m<sup>3</sup> de relleno, de manera que el excedente no es significativo, en forma tal de no producir mayor alteración en el paisaje y en el suelo.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Las actividades de construcción de la Bocatoma y túnel de derivación y accesos que produzcan cantidades de materiales de desechos que se encuentran conformados por materiales excedentes de obra, que no se han utilizado en actividades de relleno; así como por los materiales de desmonte; se almacenarán en lugares que reúnan condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración en el entorno. En el plano de componentes se ha ubicado algunas propuestas de DME para el túnel y accesos.

La elección del emplazamiento de un DME se debe basara en criterios técnicos, económicos, ambientales y socioeconómicos, etc. En los criterios específicos más importantes se encuentra la distancia de transporte desde el área de producción de desechos hasta el DME, que afecta al costo total de la operación; la capacidad de almacenamiento necesaria, que viene impuesta por el volumen de materiales a mover; las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural y las restricciones ecológicas existentes en el área de implementación.

A continuación se presentan los principales volúmenes estimados de movimiento de material:

*Bocatoma Lluclla*

- Relleno : 40,000 m3
- Excavación en roca : 35,000 m3
- Excavación de material suelto : 65,000 m3

*Tunel Lluclla Siguas*

- Excavacion en roca : 302,275.94 m3
- Excavacion en suelo : 289,668.36 m3

*Caminos para la Bocatoma y Derivacion*

- Excavacion en roca : 13,275 m3
- Excavacion en conglomerados : 53,174 m3
- Relleno para terraplen : 59,383 m3

La disposición del material en función de la proximidad y requerimiento se realizará en los Depósitos de Material Excedente (DMEs) que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 2.10: Depósitos de Material Excedente (DMEs)**

CÓDIGO	UBICACIÓN (UTM WGS84)	
	ESTE	NORTE
DME01	820414	8211910
DME02	819486	8210604



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CÓDIGO	UBICACIÓN (UTM WGS84)	
	ESTE	NORTE
DME03	817565	8209540
DME04	816723	8207980
DME05	816002	8207033
DME06	816854	8206349
DME07	816876	8206211
DME08	815572	8205649
DME09	816259	8205889
DME10	813860	8203040
DME11	817260	8203095
DME12	817222	8202657
DME13	816928	8201266
DME14	816536	8200788
DME15	819650	8174048

Fuente: Concesionaria Angostura Sigúas S.A.

### 2.2.9.5 Canteras

La exploración y muestreo de las canteras de materiales de préstamo necesarios para la Implementación tiene por finalidad ubicar y evaluar los yacimientos de dichos materiales, las cuales satisfagan las condiciones técnicas y además de tener las reservas necesarias para abastecer durante la etapa constructiva; fue necesario contar con planos geológicos y geomorfológicos de la zona de estudio y examinar los depósitos aluviales y fluviales (ríos y quebradas), deluviales (laderas de cerros) y otros sectores.

Para el desarrollo de las obras de la Bocatoma Lluclla se ubicaron las siguientes canteras:

- Cantera de roca, con la finalidad de extraer piedras para protección de riberas.
- Cantera de materiales finos para la construcción de núcleos impermeables para las ataguías.

Para la construcción del canal madre y canales laterales, se está considerando extraer material agregado de la misma excavación, debido a que se utilizarían plantas de concreto y de chancado portátiles como una alternativa tanto en la zona de irrigación como en la de derivación. Después del reconocimiento geológico se ubicaron las siguientes canteras.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Tabla 2.11: Canteras del proyecto

CÓDIGO	Coordenadas UTM		TIPO
	WGS84		
	ESTE	NORTE	
MR - 02	818428	8210279	Cantera de rocas
MR - 03	817740	8209836	Cantera de rocas
MS - 05	816984	8208223	Cantera de finos
Cantera Roca 1	817311	8208772	Cantera de rocas
Cantera Roca 2	817459	8209055	Cantera de rocas
Cantera Finos 2	814344	8205459	Cantera de finos
Cantera Finos 1	815495	8205417	Cantera de finos

Cabe indicar que gran porcentaje del material de excavación será utilizado como material de relleno, solo en caso que el material de excavación no sea el apropiado se utilizará el material de las canteras descritas en la tabla líneas arriba.

#### 2.2.9.6 Planta de chancado y concreto

La planta de chancado serán ubicada en forma conjunta con la planta de concreto.

En este trabajo de acondicionamiento, se tendrá que realizar la limpieza del terreno y nivelación; el material recabado de la limpieza se llevará al depósito de material excedente más cercano.

En la instalación de estas plantas, se deben construir las obras complementarias requeridas, tales como cercado de las instalaciones (motores e instalaciones en general), servicios higiénicos para los trabajadores (baños portátiles).

La planta chancadora consta de maquinarias utilizadas para transformar los grandes bloques de piedras en piedras pequeñas, arenilla y arena. En esta planta se realizarán dos procesos:

- Las piedras serán alimentadas en la chancadora primaria por un transportador vibratorio, y luego pasadas por la chancadora secundaria y terciaria, o la máquina fragmentadora, donde son hechas piedras pequeñas.
- Luego las piedras chancadas pasan a través de un proceso de cribado para seleccionarlas de acuerdo a su tamaño.

La planta de concreto tendrá un sistema de depósitos o silos de almacenamiento de cemento a granel y de agregados y una balanza dosificadora. Los agregados serán pesados en la balanza electrónica y serán transportados en fajas o camiones hacia la mezcladora donde será mezclada, humedecida y pasará por un control de calidad.

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La ubicación y la superficie de estas plantas variaran en función del requerimiento de material para la construcción de los componentes del proyecto, considerando inclusive que se contará con plantas móviles.

### 2.2.9.7 Polvorin

Se contará con una compañía debidamente inscrita en la DISCAMEC, las cuales cuentan con personal profesional y técnicos adiestrados en el uso de explosivos.

Para esta actividad, se tomará en consideración el Reglamento de Control de Explosivos de Uso Civil, D.S. N° 019-71-IN, esta norma regula el uso civil de los explosivos, los requisitos para las autorizaciones y permisos para el transporte y manipulación de explosiones.

Esta actividad la realizará por personal capacitado y con permiso para la manipulación de los mismos.

La ubicación de los polvorines se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.12: Superficies y ubicación del Polvorín

Polvorín	Ubicación (UTM WGS84)	
	ESTE	NORTE
Polvorín 01	816,062	8,205,607
Polvorín 02	816,135	8,201,028

Fuente: Concesionaría Angostura Sigúas S.A.

### 2.2.10 Materia prima, insumos y maquinaria

La relación de materiales e insumos que se utilizarán para el Proyecto se detalla a continuación:

Tabla 2.13: Materiales e insumos

Descripción	Unidad	Cantidad
PLANCHA DE ACERO	kg	32,582
MARCO RETICULADO LG-70/33/22	kg	1,197,160
ALCANTARILLAS METALICA CIRCULAR	ml	50
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	1,927,862
RESINA EPOXICA DE 1" RAPIDA	pza	84,730
CEMBOLT	pza	169,486
ADITIVO ACELERANTE PARA SHOTCRETE	kg	769,697
ADITIVO PLASTIFICANTE	kg	165,235
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg	166,054
SELLADOR IGAS NEGRO	gal	30
ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	kg	262,845
BROCA DE BOTONES 51 mm	und	1,614
BROCA DE RIMADO 100 mm	und	18
BROCA DE BOTONES 41 mm	und	704



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad
ADAPTADOR PILOTO PARA BROCA DE RIMADO 100mm	und	71
BARRA DE PERFORACION 14'	pza	331
VALVULA MARIPOSA DE 1800 mm	und	8
VALVULA MARIPOSA DE 500 mm	und	4
VALVULA MARIPOSA DE 300 mm	und	4
VALVULA MARIPOSA DN 350	und	189
SOLDADURA ELECTRICA SUPERCITO	kg	30,164
FAMECORTE P-60 4.2m	und	25,991
MECHA DE SEGURIDAD	ml	67,040
DETONANTES TIPO FANEL	und	113,000
MATERIALES VARIOS PARA SISTEMA DE VENTILACION EN SUBTERRANEO (FASE II)	m	13,609
MATERIALES PARA INSTALACIONES ELECTRICAS EN SUBTERRANEO (FASE II)	m	13,609
PERNO DE ANCLAJE HELICOIDAL DE 22 mm x 2.00 m (INC. ACCESORIOS)	und	28,252
DISCO DE CORTE	und	6
DERECHO EXTRACCIÓN DE AGREGADOS	m3	482,948
MATERIALES VARIOS EN SUBTERRANEO (FASE II)	m	15,693
ACERO DE REFUERZO	kg	2,737,690
PERFIL ESTRUCTURAL	kg	27,972
SIKA ANTISOL S	kg	153,545
SIKAFLEX 2C NS EZ Mix (Lata x 8.5 kg)	lat	20,066
WATER STOP PVC 9"	ml	6,398
SIKA PRIMER 429 PE (Lata x 4 litros)	lat	770
TECKNOPOR 1"	m2	3,142
TUB PVC agua C-10 EC-4"	m	17,083
TUB PVC - PRECORTE 1" x 3m	und	125,734
FIBRA DE POLIPROPILENO - FASE II	kg	68,352
BARANDA DE SEGURIDAD CON TUBERIA FºGº D=1 1/2"	und	3,170
COMPUERTA DESLIZANTE 1.00 X 1.60 m	und	6
COMPUERTA SECTORIAL DE 9.50 m x 5.20 m	und	3
COMPUERTA SECTORIAL DE 3.00 m x 5.20 m	und	1
COMPUERTA PLANA DE 3.50 m X 2.40 m	und	3
COMPUERTA MURAL DE 1.00 m x 1.20 m	und	3
COMPUERTA PLANA DE 4.30 m X 2.00 m	und	4
COMPUERTA MURAL DE 0.40 m x 0.40 m	und	189
COMPUERTA DESLIZANTE 0.75 x 1.00	und	6
EQUIPO PULVERIZADOR/CURADO (20lt)	und	923
YUTE 7.5 Onzas (rollo ancho 1 mL=100 yardas=91 m)	rll	4,608



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad
EMBALAJE DE ENCOFRADOS	glb	1,000
ROLLO MANTA PLASTICA 4 micras 100 m	rll	614
CONO TERMINAL 22	und	30,958
TUBO DISTANCIADOR 22 (5 m)	und	5,038
Obturador 26	und	53,639
TAPON 26	und	53,639
FULMINANTE K6.8/11 ROJO X100 Hilti	kit	52
CINCEL PUNTA TE-SP SM 50	und	0
CINCEL PLANO TE-SP FM 50	und	0
ACETILENO	kg	54
OXIGENO	m3	83
DISCO DE ESMERIL	und	9
LIJA FIERRO N° 8	pln	1,472
BROCHAS	und	9,235
SOLVENTES	gal	9
PINTURA EPÓXICA	gal	65
ESCOBILLAS	und	9
ELECTRODOS A..C	kg	111
TRAPO INDUSTRIAL	kg	200
WAYPE	kg	200
CEPILLO METÁLICO P/AMOLADORA	und	20
DISCO DE ABRASIVO P/DESBASTE	und	96
DINAMITA 65 1 1/2" x 12"	kg	2,038
ANFO	kg	80,827
EMULSION ENCARTUCHADA BULK 1 1/2" X 12"	kg	6,001
CORDÓN DETONANTE 5g	ml	137,027
BOOSTER 1/3 lb	und	2,832
RETARDO DE FONDO PIROTECNICO	und	2,832
RETARDO SUPERFICIAL NONEL	und	4,303
FULMINANTE COMUN N° 8	und	845
HERRAMIENTAS PERFORACIÓN ROCKDRILL	m	24,883
BARRENOS 2 4 y 6 pies integral (jgo 520 US\$ - perfora 3200 pies)	und	1,228
ELEMENTO DE DESGASTE	m3	108,418
MADERA	p2	37,333
CUARTONES DE MADERA 4" X 4" X 10" (14.81 p2)	und	6,142
TABLONES DE MADERA 2"X10"X10"	und	364
CLAVOS	kg	5,735
ALAMBRE #8	kg	5,735
ALAMBRE #16	kg	131,379
DESMOLDANTE P/ENCOFRADOS	gal	2,787
ELEMENTOS DE DESGASTE PLANTAS	ton	557,539
SHANK ADAPTER R32/R38/T38	und	382
COUPLING R38/T38	und	382



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad
EMULSION ENCARTUCHADA (EMULNOR 5000)	kg	46,189
EMULSION ENCARTUCHADA (EMULNOR 3000)	kg	136,769
EMULSION ENCARTUCHADA (EMULNOR 1000)	kg	1,137
ATAGUIA DE MADERA TRATADA	m2	73
GASOLINA 90	gal	8,462
PETROLEO BODIESEL B2	gal	3,873,369
PETROLEO BODIESEL B2 - GE	gal	1,842,593
TUBERIA PRFV 1500 mm PN6	m	368
TUBERIA PRFV 1100 mm PN6	m	215

La relación de maquinaria y equipos que se utilizarán para el Proyecto se detalla a continuación:

Tabla 2.14: Maquinaria y equipos

Descripción	Unidad	Cantidad
EQUIPOS DEL SISTEMA DE VENTILACION (FASE II)	m	25,221
CARGADOR FONTAL BAJO PERFIL 6YD3	hm	32,360
CAMION VOLQUETE 6X4 15 m <sup>3</sup>	hm	132,378
PERFORADOR HIDRAULICO TIPO ATLAS COPCO RB282	hm	22,324
CARGADOR CATERPILLAR 259HP 3.8m3 CAT 966H	hm	42,875
TRACTOR CAT D6G 155HP	hm	36,681
CAMION CISTERNA (5000 GLNS.)	hm	71,491
EXCAVADORA CAT 330DL 268HP 2.39m3	hm	27,541
EQUIPOS DE GENERACION ELECTRICA	kwh	36,851,911
MANIPULADOR TELESCOPICO TELEHANDLER	hm	56,866
CAMION FREIGHTLINER 6 m <sup>3</sup> FL-80	hm	44,204
MOTONIVELADORA CAT 160 H 213HP	hm	28,159
EXCAVADORA S/ORUGA 128HP 0.9 m3 CAT 320B	hm	31,536
RODILLO TANDEM BOMAG - BW202ADH-2-113HP- 11ton	hm	49,202
BOMBA PARA CONCRETO	hm	11,168
PLANTA TRITURADORA CON ZARANDA Y FAJAS	hm	7,343
ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE	hm	8,017
PUNTAS MARTILLO HIDRAULICO 1300-1500 kg	und	854
CAMION VOLQUETE DE 15 m <sup>3</sup>	hm	30,472
PAVIMENTADORA DE CANAL	m2	560,300
CAMION MEZCLADOR 4m3	hm	10,263
MARTILLO HIDRAULICO 1300-1500 kg	hm	21,023
RETROEXCAVADORA 127HP	hm	30,986
CARGA RETROEXCAVADORA	hm	27,511
DESATADOR MECANIZADO SCALER	hm	5,783
CONSUMIBLES CIVILES	m3	175,596
PLANTA MEZCLADORA DE CONCRETO BETONMAC 50m3/hr	hm	30,767



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad
GRUA HIDRÁULICA 60tn	hm	5,076
PLANTA TRITURADORA P-S Z 4N OSBORN 170 TPH	hm	2,713
COMPRESORA 750 PCM	hm	21,099
CAMION VOLQUETE SUBTERRANEO DE 15 m <sup>3</sup>	hm	12,826
ENCOFRADO C/CARRO DE AVANCE P/DESARENADOR	m2/m	4,684
MINI CARGADOR	hm	18,929
RODILLO VIBRATORIO WACKER RD 11A-18HP -925 kgs	hm	34,727
PLANCHA COMPACTADORA REVERSIBLE 217 kg	hm	39,228
PLANTA DE ZARANDEO FINLAY MD390	hm	5,960
TORRE DE ILUMINACION TEREX	hm	60,435
EQUIPOS MENORES AUXILIARES EN SUBTERRANEO (FASE II)	m	25,923
TRACTOR D8R 305HP - 8.7m <sup>3</sup>	hm	2,289
ENCOFRADO PLANO	m2/m	9,738
CAMION MB+ L2318+ GRUA HIAB 9 t	hm	5,619
SILO DE CEMENTO 60TON	hm	30,767
EXCAVADORA CAT 330DL 268HP 2.39 m <sup>3</sup> (2T)	hm	2,943
TRACK DRILL hid. 3.5"	hm	1,874
GRUPO ELECTROGENO DE 56kW	hm	28,546
TRACTOR CAT D6G 155 HP (2T)	hm	2,586
GRUPO ELECTROGENO 450 kW	hm	7,343
RODILLO TANDEM CC102 – 30 HP	hm	9,591
SOPORTE DE LOSA P/TOMA LATERAL	m2/m	4,216
ZARANDA VIBRATORIA MOVIL 100 HP	hm	3,178
COMPRESORA 450 PCM	hm	7,522
CARRO DE AVANCE P/ENCOFRADO MUROS DESARENADOR	glb	6
GRUA TORRE	hm	2,113
ENCOFRADO TOMA LATERAL	m2/m	4,216
ANDAMIO TORRE 6.00X1.50 m h=8.00 m	u/m	88
DOBLADORA DE Fo Hasta 1"	hm	13,950
ENCOFRADO MURO CANAL EN DESARENADOR h=3.20m L=6.00 m	m2/m	4,733
ENCOFRADO MURO CANAL ALIMENTACIÓN h=2.75m L=6.00 m EN DESARENADOR	m2/m	4,733
GRUPO ELECTROGENO DE 150 KW.	hm	5,960
ENCOFRADO C/CANAL PURGA DESARENADOR	m2/m	2,840
CORTADORA DE Fo Hasta 1"	hm	13,950
EQUIPO DE ALINEAMIENTO LASER	glb	9,115
GRUPO ELECTROGENO 500 kW	hm	2,713
MARTILLO HIDRAULICO KOMATSU	hm	1,451
EQUIPOS DE BOMBEO SUBTERRANEO (FASE II)	m	25,923
VIBRADOR DE CONCRETO	hm	52,764
MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	11,107



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad
CORTADORA DE CONCRETO	hm	14,955
COMPRESORA 375 PCM	hm	3,928
CAMION VOLVO N-10 C/GRUA HIAB 12 TON	hm	645
ELECTROBOMBA NKZ-100H 1m3/m; HDT 24 m	hm	5,119
AFILADOR DE BROCAS	hm	11,107
ELECTROBOMBA KTZ47 5800lpm; HDT 30m	hm	5,119
TUERCAS EXAGONALES P/ENCOFRADO MUROS DESARENADOR	und	6,962
ANDAMIO 3.0X3.0X12.0m DE ALTO	u/m	435
BOMBA PARA PRUEBA TUBERIA MANUAL	hm	1,289
DUMPER HIDRAULICO MESSERSI	hm	1,912
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 400kg - 8HP	hm	1,764
BARRAS ROSCADA L=0.40 m P/ENCOFRADO DESARENADOR	und	6,962
CUERPO DE ANDAMIOS	hm	25,767
CAMION BARANDA (4TN)	hm	1,874
ANDAMIO 2.0X2.0X8.0m DE ALTO	u/m	438
COMPRESORA 250 PCM	hm	1,289
MAQUINA DE SOLDAR 400 AMP.	hm	10,268
ANDAMIO 2.0X2.0X6.0m DE ALTO	u/m	438
APISONADORA GASOLINA MIKASA Mtr	hm	2,264
REGLA VIBRATORIA	hm	1,698
ESLINGA DE NYLON N Tti 812 13´	hm	16,085
CARGADOR CATERPILLAR 259HP 3.8m3 CAT 966H (2T)	hm	65
PERFORADORA NEUMATICA	hm	695
ANDAMIO 2 CUERPOS 1.50X2.50m	hm	4,908
TORQUIMETRO	hm	2,577
TOMA ELECTRICA HILTI MOD Te 60	hm	2,577
ESTUCHE DE HERRAMIENTAS (TUBERO)	hm	5,153
PISTOLA FIJA DX 460-MX Hilti	hm	5,407
ROSCADORA ELECT RIDGID MOD-530 Y	hm	1,289
TIRFOR TRACTEL DE 1.5 Ton	hm	2,577
ALISADORA DE CONCRETO	hm	117
TECLE DE RATCHET DE 3 ton	hm	2,577
TARRAJA MANUAL TUBOS DE 1/4" A 2"	hm	2,577
MOTOBOMBA DE 4" (12 HP)	hm	1,289
TABLERO PARA TOMA DE FUERZA	hm	2,577
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICA	hm	2,577
ESTUCHE DE HERRAMIENTAS (MONTAJE)	hm	2,577
TECLE DE RATCHET DE 1.5 ton	hm	2,577
HORNO ELÉCTRICO P/CONSERVAC SOLDA	hm	2,577
EQUIPO DE CORTE MOD X-31	hm	2,577
TALADRO ELECTRICO 1/2" A 3/4"	hm	2,577
ESMERIL ELÉCTRICO ANG. 7"	hm	2,950



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad
ESMERIL ANGULAR	hm	2,577
CAJON METALICO P/GUARDA HERRAMIENTAS	hm	2,577
MORDAZA DE CADENA RIDGID DE 8"	hm	2,577
CORTATUBO RIDGID 1/8" A 2"	hm	2,577
CORTADORA DE CONCRETO 14"	día	6
TALADRO HILTI TE-76 ROOMARTILLO	hm	4

### 2.2.11 Personal

Durante la etapa de construcción se ha estimado un requerimiento de personal total aproximado de 1000 personas directamente involucradas en las obras, que comprenden ingenieros, operarios y obreros. Para la etapa de operación y mantenimiento esta cantidad se reduce aproximadamente a 66 personas.

### 2.2.12 Servicios

Para la generación eléctrica se utilizará en una primera etapa grupos electrógenos, para posteriormente utilizar energía proveniente de la subestación de Irrigación y mediante la construcción de las líneas de distribución eléctrica.

En relación a las fuentes de agua, se han evaluado diez (10) posibles. Se realizarán los trámites necesarios para lograr la autorización de uso de agua ante la autoridad competente.

El agua a ser utilizada para el campamento y para la planta de concreto será potable y proveniente de alguna planta certificada que nos pueda suministrar la misma y mientras más cerca a la obra, mejor.

Tabla 2.15: Fuentes de agua posibles

Código	Ubicación (utm wgs 84)	
	ESTE	NORTE
PB01	817963	8210034
PB02	814000	8204300
PB03	813000	8198100
PB04	812127	8196480
PB05	806790	8191060
PB07	825430	8178269
PB08	819516	8210873
PB09	820170	8211776
PB10	815171	8206341
PB01	817963	8210034

Fuente: Concesionaría Angostura Siguas S.A.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.2.13 Generación de residuos

Los residuos que se generarán durante esta etapa son residuos sólidos de naturaleza orgánica como: restos de comida, papeles, cartones y madera; y los inorgánicos: envases plásticos y de vidrio, latas de bebidas y conservas, desmonte, chatarra.

Se ha tomado como índice de generación per cápita 0.576 kg/hab (según el informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales realizado por el MINAM en el año 2012). Por lo que la generación de residuos sólidos será de 111.7 kg/hab/día, para lo cual el contratista seleccionara a la EPS-RS para la recolección y disposición de los residuos sólidos. Los residuos industriales serán dispuestos a través de una EPS.

La generación de residuos líquidos que se dará en la etapa de construcción, serán de fuente de tipo doméstica producto de las actividades de los trabajadores en esta etapa, estos no se verterán a ningún cuerpo de agua ya que se tiene previsto el uso de baños químicos tipo DISAL para el uso del personal en los frentes de trabajo, la empresa contratista será la encargada de disponer finalmente estos residuos líquidos. En el campamento se contará con una planta compacta para el tratamiento de los efluentes, para la cual se tramitará el permiso ante la autoridad competente.

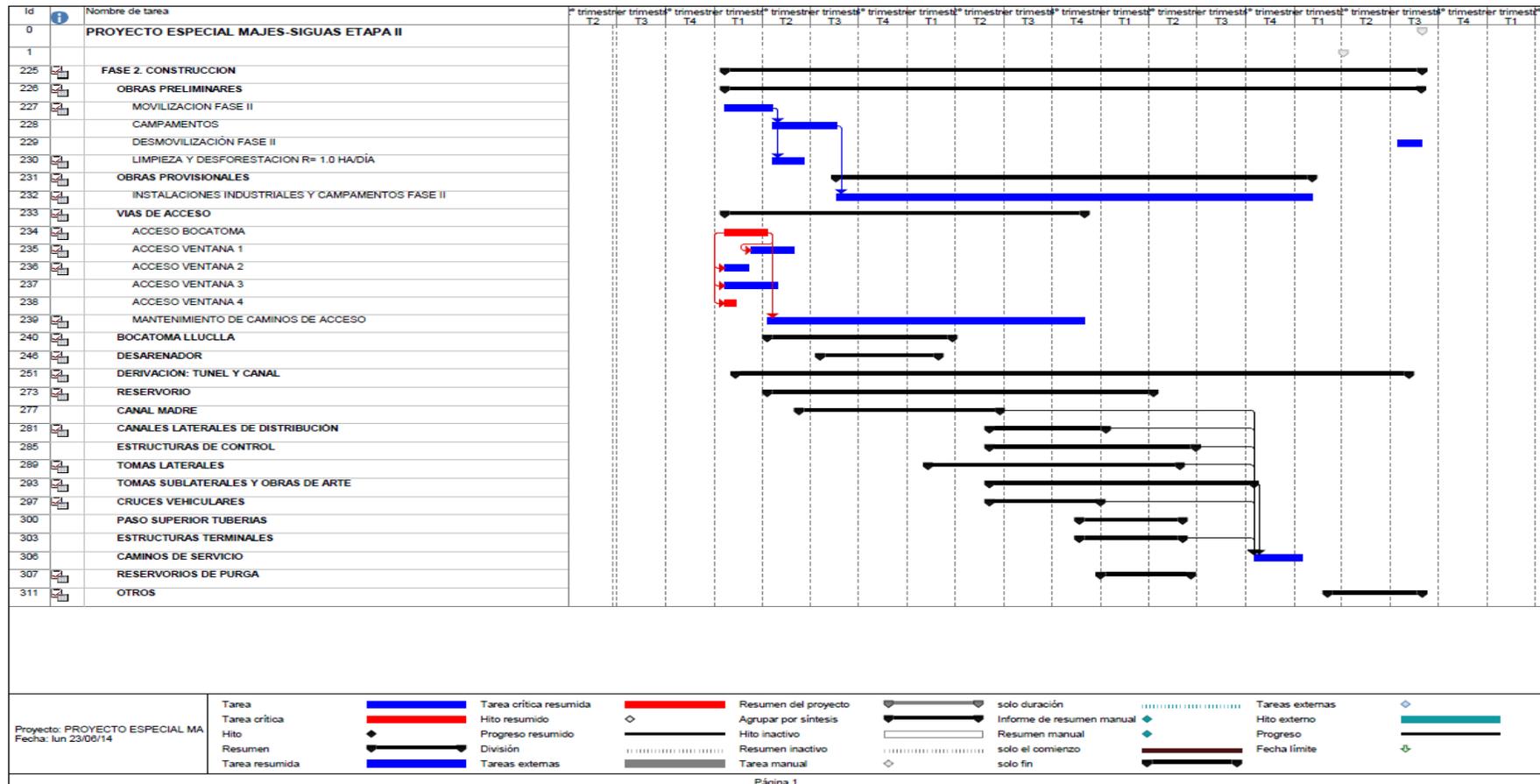
### 2.2.14 Tiempo de ejecución y cronograma

El periodo total comprenderá la construcción de las obras de la Bocatoma Lluclla, derivación Lluclla Siguas y zona irrigación, demandará un periodo total de 4 años, empleados de la siguiente manera:



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Figura 2.8: Cronograma de ejecución de obras



Carlos Fidal Unzueta Chávez  
 Apoderado  
 Concesionaria Angostura Sigua S.A.

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.2.15 Presupuesto de ejecución de obras

El nivel de inversión proyectado para la segunda etapa del proyecto se estima en \$ 275, 755,722.63 dólares americanos.

## 2.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El sistema de irrigación de Majes-Siguas II tiene como objetivo la puesta en riego de una extensión de 38500 ha de la Pampa de Sigúas con un sistema de riego tecnificado, así como el afianzamiento hídrico de los cultivos existentes en la Pampa de Majes, terrenos que fueron puestos en riego en la Etapa I del proyecto.

Las obras del Proyecto Etapa II Fase 2 etapa entrarán en operación incorporándose al actual sistema de manejo del agua existente en la zona.

El sistema de riego contará con la infraestructura mayor que se presenta a continuación, en *cursiva* se muestra la infraestructura que corresponde al presente Proyecto Etapa II Fase 2, que forma parte del Sistema de Irrigación Majes-Siguas II:

- **Presa La Angostura:** ubicada en el río Apurímac, cuyo objetivo es el trasvase de aguas de la cuenca del Apurímac a la cuenca del Colca para el riego de las pampas de Majes y Sigúas.
- **Túnel Pucará-Transandino:** túnel hidráulico para desvío de los caudales entre cuencas. La descarga se realiza en el río Chalhuanca.
- **Presa Condoroma:** ubicada en la parte alta de la cuenca del río Colca, se encarga de la regulación de los caudales de riego de la Pampa de Majes y los futuros de la Pampa de Sigúas. Obra ejecutada y en explotación.
- **Bocatoma Tuti:** ubicada en las cercanías del distrito de Tuti, deriva los caudales derivados desde el embalse de Condoroma hacia la cuenca del río Sigúas. Obra ejecutada y actualmente en explotación.
- **Aducción Colca-Sigúas:** sistema de túneles y canales que derivan el agua de la cuenca del **Colca** hacia la del río Sigúas. Su último tramo es el Túnel Terminal. Obra ejecutada y actualmente en explotación.
- **Bocatoma Llucilla:** *situada en el río Sigúas, su principal cometido es derivar el agua de riego a la Pampa de Sigúas, pasando previamente por el desarenador. Actualmente están en proyecto.*
- **Desarenador Huambo:** situado al comienzo del túnel terminal, su principal cometido es desprender de residuos al canal antes de la entrada al túnel terminal. Obra ejecutada y actualmente en explotación.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- **Bocatoma Pitay:** situada en el río Siguas, aguas abajo de la bocatoma Lluclla, su cometido es derivar el agua de riego a la Pampa de Majes. Obra ejecutada y actualmente en explotación.
- **Túnel derivación Lluclla-Siguas:** transporta el agua desde la bocatoma Lluclla hasta la zona regable de Siguas. Actualmente en proyecto.
- **Sistema de riego de la Pampa de Siguas,** que se ubicarán en la pampa de Siguas. La zona regable contará con los siguientes elementos: un reservorio de cabecera, seguido de un canal madre que mediante siete partidores lo dividen en siete canales secundarios entre los cuales se reparten tomas de regantes. Actualmente en proyecto.

Las obras que componen el sistema de riego parcelario quedan excluidas del diseño realizado en el estudio de factibilidad y por tal del Estudio de Impacto Ambiental y corresponde al propietario de la parcela su proyecto y ejecución. Si bien en el estudio de factibilidad no se incluyen planos, metrados y costos de dichas obras, sí se explica la filosofía de suministro de agua a la parcela de forma presurizada. El sistema de riego propuesto consiste en una red presurizada y conducciones cerradas de transporte de agua hacia la parcela.

### 2.3.1 Operación de la captación

#### 2.3.1.1 Operación normal

El nivel aguas arriba en el río se regula mediante el uso de la compuerta de limpia, que es la más cercana a la ventana de captación. De esta forma, se concentra el flujo hacia esta zona y se favorece el proceso de limpia continua de sedimentos de la ventana de captación.

La compuerta estará abierta para dejar pasar el agua en bloque para riego de la Pampa de Majes y de Santa Rita. Dichos caudales son a lo largo de un año tipo:

Se puede regular el caudal de paso variable mensual sólo operando la compuerta de limpia y dejando el resto de compuertas de operación cerradas, y manteniendo el nivel de operación constante.

Como se ha comentado anteriormente, al tener continuamente abierta la compuerta de limpia dejando un caudal de paso continuo se favorece la limpia de sedimentos en la zona de la ventana.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### 2.3.1.2 Operación en avenida ordinaria

La operación en avenida ordinaria se realiza operando de forma conjunta tanto la compuerta de limpia como una de las compuertas de operación.

Cuando vengan las avenidas ordinarias es necesario abrir todas las compuertas y dejar pasar la primera parte de la avenida, ya que esta produce la limpia de material del río, especialmente flotantes como árboles, arbustos, ramas, troncos,... Una vez que la avenida ha realizado una limpia de todo el cauce de aguas arriba se procede a la regulación del nivel de aguas arriba a su cota de operación manejando las dos compuertas tal y como se ha explicado anteriormente.

Este comportamiento de auto limpia del cauce es muy común y se presenta de forma habitual. En el río Siguas, debido a las fuertes variaciones de caudal entre el período estival e invernal, este tipo de comportamiento será muy normal, por lo que el operario deberá de estar atento para dejar pasar esta primera avenida.

### 2.3.1.3 Operación en avenida extraordinaria

Para grandes avenidas se deberán de abrir las tres compuertas sectoriales grandes junto con la de limpia, para permitir un control total del flujo.

Si la avenida es muy fuerte, o bien, en la avenida se presenta una fuerte concentración de sedimentos, se deberá de cerrar las compuertas de la estructura de control de caudales, de forma que durante las horas que dura la avenida no se está captando agua. En caso de captar agua en estas condiciones, la carga de sedimentos que se introduce en el desarenador es muy alta por lo que bajará su eficiencia de diseño dejando pasar al resto de las instalaciones una cantidad alta de arenas.

Será decisión del operario de la bocatoma determinar la idoneidad de captar o no.

### 2.3.1.4 Operación con falla de compuertas

Se han modelado los casos en que una compuerta esté inoperativa y diferentes casos de avenidas extremas.

En el caso de fallo de una compuerta de operación, la bocatoma puede operar en condiciones de seguridad para avenidas de período de retorno de hasta 500 años, quedando un pequeño resguardo remanente.

Sin embargo, este hecho no deberá de ser óbice para que, en caso de rotura o falla de una compuerta, esta no se repare inmediatamente.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### 2.3.1.5 Regulación de caudales captados

Con las compuertas sectoriales se mantiene estable el nivel de operación de la lámina de agua, permitiendo el acceso del agua por la ventana de captación al interior del canal de entrada. La captación está diseñada para garantizar la entrada del máximo caudal posible.

Este sistema no permite ajustar el caudal en la captación, para ello se utiliza la estructura de control de caudales, que se encuentra ubicada inmediatamente aguas abajo del canal desripador y de la poza tranquilizadora. Está formada por tres compuertas planas.

Con estas compuertas se ajusta el caudal de paso que entrará a las cámaras de desarenación.

### 2.3.1.6 Medición de caudales en bloque

Acorde a las especificaciones del diseño, se deben de medir los caudales servidos a las Pampas de Majes y Santa Rita en bloque en la bocatoma Lluclla.

La medición se realiza en la compuerta de limpia, ya que es la que se utiliza en la operación normal del barraje para mantener constante el nivel de operación. Dicha compuerta se ha calculado para que sea capaz de evacuar caudales de hasta 55 m<sup>3</sup>/s, caudales ampliamente superiores a los caudales en el río, considerando dichos caudales como la suma del caudal normal en el río más el caudal derivado.

Esto significa que con un único punto de medición en la compuerta de limpia es más que suficiente para medir los caudales de paso, sin ser necesario colocar otro punto de medición en más compuertas sectoriales.

### 2.3.1.7 Operación normal del desarenador

El desarenador ha sido diseñado para funcionar en continuo, y no de forma intermitente. El proceso de limpia se realiza por turnos independientes de cada nave de desarenación.

La ventana de captación ha sido diseñada para captar un 10% más del caudal necesario para riego. Este caudal se utiliza (2.50 m<sup>3</sup>/s) para realizar la limpia de la nave abriendo la compuerta inferior de limpia, de forma que pasará por el canal de limpia hasta 2.50 m<sup>3</sup>/s y por el labio de vertido un caudal de agua desarenada de 8.20 m<sup>3</sup>/s.

Con este sistema funcionan las naves desarenadoras a la vez, permitiendo simultáneamente la limpia.

## 2.3.2 Planificación, diseño y explotación del sistema de riego

El sistema de riego propuesto está basado en los lineamientos recogidos en "Términos y Condiciones Generales para la Prestación del Servicio de conducción y distribución de



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

agua para riego en las Pampas de Sigwas y para la entrega de agua en bloque al Proyecto Especial Majes-Sigwas”, que describen un sistema de explotación de demanda programada.

La prestación del servicio en las Pampas de Sigwas comprende la atención a los Clientes o Usuarios, adquirentes de las 38,500 ha de tierras nuevas en las pampas. El ámbito de las 38,500 ha a irrigar será cubierto en su integridad por la red de distribución. El Concesionario suscribirá con cada uno de los adquirentes de lotes en las pampas, los respectivos Contratos de Prestación del Servicio de conducción y Distribución de Agua para Riego.

El Concesionario atenderá las demandas derivadas de los requerimientos de agua para riego de los Usuarios del Servicio, considerando que a éstos les corresponde una dotación anual que serán entregados y medidos en la toma sublatera que le corresponda.

El suministro de agua y la transmisión de los volúmenes anuales se transmite desde la Concesionaria hasta el Usuario mediante un sistema planificado, que permite al Usuario por un lado programar sus consumos y por otro lado, a la Concesionaria, conocer los caudales que debe de servir en cada toma. Para ello, se deben de realizar con carácter anual y a año vista los siguientes planes:

- Plan General de Suministro: es la programación que establecerá la Concesionaria con el objeto de atender los requerimientos hídricos que se derivan del Servicio y de la obligación paralela de entregar agua en bloque a las irrigaciones de Majes y Santa Rita de Sigwas. Dentro del Plan General de Suministro se inserta el Plan de Servicio a Sigwas.
- Plan de Servicio: es la programación que establecerá la Concesionaria con el objeto de atender los requerimientos hídricos que se derivan de la prestación del Servicio.
- Plan de Cultivo: es la programación de actividades agronómicas y de requerimiento de agua de riego que desarrolle el Usuario en el Lote para un determinado año.

El Plan General de Suministro incluye tanto las responsabilidades contractuales con las irrigaciones de Majes y Santa Rita por un lado, y con las irrigaciones de Sigwas por otro. Por tanto, la planificación del riego de Sigwas queda recogida dentro del Plan de Servicio el cual a su vez está dentro de una planificación más amplia que es el Plan General.

La forma de proceder en la explotación conjunta de los diferentes elementos (captación, reservorio, canal madre, canales laterales y tomas sublaterales es la siguiente:



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

- Explotación en régimen continuo: a comienzos de mes y atendiendo al Calendario Mensualizado, la Concesionaria regulará las tomas de los Usuarios para suministrarles el caudal demandado para dicho mes. Para ello usará los elementos de medición y regulación de caudales instalados al efecto. El ajuste de caudales circulantes por el canal madre y los canales laterales se regula con los volúmenes acumulados en el reservorio. Una vez equilibrado el sistema desde el reservorio hacia aguas abajo se ajusta el nivel del agua en el embalse hasta alcanzar su nivel de operación normal, utilizando para ello los caudales captados en bocatoma hasta alcanzar un nivel de equilibrio entre los caudales captados en la bocatoma y los demandados por los regantes. El sistema queda por tanto equilibrado, suministrando el agua a los Usuarios, y regando estos a partir de sus propios reservorios. Las pequeñas variaciones del sistema son absorbidas y reguladas desde el reservorio. Al mes siguiente, se procede a adaptar nuevamente las tomas de los Usuarios a los nuevos caudales demandados.
- Variaciones en los caudales demandados: si durante el mes en curso el Usuario, por cualquier razón, quisiera reducir su demanda de agua al sistema, deberá de solicitarlo previamente a la Concesionaria de forma que esta pueda actuar sobre el sistema desde el reservorio hacia aguas abajo, hasta cerrar parcial o totalmente la toma del Usuario. El Usuario en ningún momento podrá cerrar la toma de acceso de agua a su vaso regulador sin el previo aviso a la Concesionaria, ya que desbordaría los canales laterales, pudiendo generar daños a la infraestructura de la Concesionaria o de terceros.

### 2.3.3 Reservorio

#### 2.3.3.1 Esquema de funcionamiento

A continuación se describen las diferentes opciones de operación que tiene el reservorio tipo diseñado:

#### **Funcionamiento en operación de explotación:**

Durante la función de operación ordinaria del embalse el agua entra por la obra de entrada en lámina libre, siendo la entrada por un vertedor tipo Creager y disipando la energía por una rápida escalonada. El flujo de agua se divide y entra simultáneamente en ambas cámaras, es decir, durante la explotación se trabaja conjuntamente con el llenado y vaciado de ambas cámaras en paralelo. La toma de agua se realiza también por las tomas de captación, correspondientes cada una a su cámara. Con esta forma de operar



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

los niveles en ambas cámaras deberían de estar igualados, subiendo y bajando de forma conjunta.

**Funcionamiento en operación de limpieza:**

Para realizar la operación de limpieza se procederá al vaciado de una cámara cerrando la válvula de corte de la tubería de toma de la otra cámara así como la compuerta de acceso de la cámara que quiere ser vaciada. Una vez que el agua está por debajo de la toma de captación se procede a cerrar la válvula de corte de la cámara que está siendo vaciada y simultáneamente se abre la válvula de corte de la cámara que está llena para no interrumpir el suministro de agua en los sectores que están abajo. El vaciado completo de la cámara se realiza mediante el desagüe de fondo. Una vez vaciada la cámara se procede a la limpieza de la misma con agua a presión manteniendo en todo momento abierta la válvula de desagüe de dicha cámara. Una vez terminada la operación, se procede a abrir parcialmente la compuerta de entrada a la cámara vacía y cerrar la válvula de corte del desagüe. Se procede así al llenado controlado de la cámara hasta que comience a alcanzar un nivel parecido al de la otra cámara. En ese momento se procede a la apertura de la válvula de corte de toma que estaba cerrada y se restablece el flujo de agua. Los niveles se emparejarán de forma automática dentro del reservorio.

**Funcionamiento en bypass:**

El funcionamiento en bypass de la cámara se utiliza bien para realizar limpiezas del fondo o bien para realizar labores de mantenimiento y reparación. En ambos casos, el bypass se realiza por una cámara, dejando la otra en seco. La forma de vaciado y llenado, así como la operación de maniobra de las válvulas y compuertas son iguales que durante el funcionamiento en operación de limpieza ya explicado en el apartado anterior.

**Funcionamiento en sobrevertido:**

Cuando el reservorio padece durante un tiempo considerable una diferencia de caudales de entrada más grandes que los de salida se corre el riesgo de que el nivel de agua alcanzado rebose por encima del cuerpo del reservorio. Esta situación debe de ser evitada a toda costa, pues este tipo de vertidos erosionan el talud exterior del terraplén poniendo en peligro la seguridad estructural del cuerpo del reservorio, llegando a veces a romper el dique de tierras y produciéndose el vaciado instantáneo del mismo. Para evitar esta situación, se coloca un aliviadero de seguridad en el dique, con rápida escalonada para romper la carga. En este caso, cuando el agua llega a cierto nivel es evacuada hacia afuera sin poner el peligro el dique de tierras. El aliviadero termina en un canal de alivio que conecta el aliviadero con la cámara de salida. En esta cámara, el agua se tranquiliza y se reconduce al canal madre directamente.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

**Funcionamiento de alivio automático entre cámaras:**

En el dique común entre cámaras se coloca un aliviadero de seguridad que permita, en caso de emergencia trasvasar agua entre una cámara a otra, en caso de sobrellenado de una cámara excesivo. El aliviadero está colocado 10 cm por debajo del aliviadero de emergencia. Con esto se consigue que sea obligatorio que las dos cámaras estén llenas antes de proceder al vertido exterior por el aliviadero de emergencia.

**2.3.3.2 Órganos de control y regulación**

**Obra de entrada**

La entrada del caudal al reservorio se realiza mediante una entrada en lámina libre procedente de la derivación Lluclla-Siguas.

Una vez dentro de la obra el agua es conducida a ambas cámaras donde se produce el llenado de las mismas.

El acceso al reservorio se realiza a través de un perfil vertedor y posteriormente está la rápida escalonada para romper la energía del salto.

Si se produjese un bloqueo de alguna de las compuertas planas de entrada al reservorio, y el caudal de admisión fuera inferior al caudal entrante, se produciría el desborde de la estructura. Para evitar este tipo de fallos, se ha previsto a la estructura de un aliviadero interno de forma que el agua antes de desbordar salta por dicho vertedor y bypasea a las compuertas entrando directamente a la cámara.

En caso de que el error no fuera de operación de las compuertas de acceso, sino de los caudales recibidos al reservorio, que fueran excesivos, una vez que el agua desborda la estructura de entrada accede al reservorio y cuando este se llena el agua es expulsada al exterior por el aliviadero de emergencia. En todo momento el agua es conducida desde la entrada hasta la salida por el vertedor sin ocasionar daños internos o externos al reservorio.

**Obra de toma y desagüe**

La obra de toma y desagüe están concentradas en el mismo punto, para facilitar la operación e ambas. La toma de desagüe se encuentra ubicada a nivel de solera y la toma de captación se encuentra por encima de esta de forma que se genera un volumen muerto dentro del embalse. El volumen muerto proyectado es del orden del 10% del volumen total del reservorio y determina la cota inferior de ubicación de la captación, asegurando de esta forma que el volumen residual nunca puede ser captado para riego, evitando de esta forma la entrada de sedimento al sistema.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Las tuberías son de acero y terminan en la cámara de válvulas, donde se encuentran los órganos de control de todo el sistema.

La apertura y cierre de las conducciones se realiza con las siguientes válvulas:

- Conducción de toma: cuenta con dos válvulas tipo mariposa, ambas con accionamiento a motor. La primera válvula es de seguridad, con apertura/cierre total, y la segunda válvula es para control de los caudales extraídos del reservorio.
- Conducción de desagüe: cuenta con dos válvulas tipo mariposa, ambas con accionamiento manual. La primera válvula es de seguridad y la segunda de operación.
- Conducción para vaciado de las tuberías de toma: está adosada en la parte inferior de la cámara de salida y conecta todas las tuberías de toma para permitir su vaciado

**Elementos de seguridad**

Como se ha comentado en anteriores apartados, los principales elementos de seguridad con los que cuenta el reservorio son el aliviadero de emergencia, que evacúa el agua del reservorio en condiciones de seguridad hacia el exterior y el aliviadero interno, que comunica las dos cámaras en condiciones de seguridad evitando la expulsión de agua hacia fuera del reservorio sin que ambas cámaras estén llenas.

**2.3.4 Automatización y telecontrol**

El Centro de Control se ubicará junto al reservorio de cabecera en la Pampa de Siguas.

El objetivo del Sistema de Control, Medición y Automatización del Proyecto es proporcionar una herramienta Scada completa, segura, confiable y duradera que permita una operación automatizada y telecontrolada desde el Centro de Comunicaciones y Control.

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Acquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El subsistema que comprende la zona regable de la Pampa de Siguas, se instalarán cuadros de control que albergarán un autómatas programable (PLC), en el reservorio de cabecera y en cada uno de los partidores del canal madre. Estos equipos se comunicarán vía satélite con el Centro de control vía Wimax. Los PLC's, deberán estar ubicados en casetas (ej: casetas prefabricadas de concreto) y deberán disponer de alimentación eléctrica.

Para Canales secundarios y Tomas de Regadío el punto de toma para dos lotes estará situado en estructuras de control, en este caso picos de pato, que mantendrán un nivel mínimo de agua independientemente del caudal de paso. La toma estará formada por una línea que incluirá rejas, compuerta mural manual, un caudalímetro electromagnético alimentado con batería y válvula mariposa con accionamiento manual. Cada toma se comunicará vía radio con su punto de enlace o concentrador de comunicación situado en el partidor del canal secundario, y este a su vez se comunicará con el Centro de Control vía Wimax.

### 2.3.5 Instrumentación y monitoreo

A continuación, se detallan los equipos de instrumentación y monitoreo que serán necesarios para el control y seguimiento de las operaciones.

Tabla 2.16: Equipos de instrumentación y monitoreo

Componente	Equipo	Descripcion
Bocatoma Iluclla	Caudalímetro para medición en lámina libre	Mide el caudal derivado al túnel
	Sensor tipo Radar	Mide el caudal entregado al río
	Sensor de posición de compuertas y valvulas	Indica el posicionamiento de las compuertas sectoriales en el barraje móvil
Reservorio en cabecera	Sensor para medicion en lámina libre	Mide el caudal a la entrada
	Sensor de nivel piezometrico	Mide el nivel en las cámaras
	Sensor de posición de compuertas y valvulas	Mide de posicionamiento de compuertas planas a la entrada de cada cámara
Canal Madre	Sensores de nivel ultrasónicos	Mide el nivel de agua en el partidor y el nivel aguas abajo de las compuertas sectoriales
	Medidores de posición	Indica el posicionamiento de todas las compuertas de los partidore
Canales secundarios y Tomas de Regadío	Caudalímetro electromagnético	Mide el caudal de paso en cada toma
	Medidor de nivel piezoresistivo	Mide los niveles en los canales



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 02. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### 2.3.5.1 Personal

Durante la etapa de de operación y mantenimiento se ha estimado un requerimiento de personal total aproximado de 66 personas.

### 2.3.5.2 Servicios

Para la generación eléctrica durante la etapa de operación, se utilizará energía proveniente de la subestación de Irrigación.

El consumo de agua para la etapa de operación se estima en función al número de trabajadores, los cuales son 66 aproximadamente, por lo que se requerirá de 3500 litros de agua por día. Esta agua podría provenir del canal madre previo tratamiento para su potabilización.

### 2.3.5.3 Generación de residuos

En esta etapa se generarán residuos sólidos pero en cantidades mínimas. En caso de requerirse se implementará una trinchera manual para residuos solidos. Los residuos líquidos serán dispuestos en pozas de percolación.

### 2.3.5.4 Tiempo de operación

El plazo de esta etapa de operación es de 16 años, momento en el que la concesionaria hará entrega oficial de todas las obras al Gobierno Regional de Arequipa.

### 2.3.5.5 Presupuesto de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento ascenderían aproximadamente a USD\$ 2,092,780.19 dólares americanos.

## 2.4 ETAPA DE CIERRE CONSTRUCTIVO

En esta etapa prevista al final de la ejecución se efectuarán trabajos de mitigación y resane del paisaje afectado por la construcción de la obra, tratando en lo posible de mantener el ambiente como en la línea base o etapa inicial.

Estos trabajos se desarrollarán de manera paralela a la fase de construcción, debido a que esto involucra el cierre de facilidades constructivas como: DME's, canteras, etc.

Dadas estas características, para esta fase no se prevé el uso de ningún tipo de materia prima e insumos químicos adicionales a los usados y explicados durante la fase de construcción. El plazo de ejecución de esta etapa se explica en el Plan de Cierre Constructivo.



**CONCESIONARIA**  
**ANGOSTURA SIGUAS**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**

*CONTRATO DE CONCESIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS MAYORES DE AFIANZAMIENTO HÍDRICO Y DE  
INFRAESTRUCTURA PARA IRRIGACIÓN DE LAS PAMPAS DE SIGUAS*

**MS2-ET2-13 - 03**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Elaborado para:

**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**

23 Julio 2014



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

## Índice

3	LINEA BASE AMBIENTAL.....	4
3.1	UBICACIÓN DEL AREA DEL PROYECTO .....	4
3.2	VIAS DE ACCESO .....	4
3.3	AREA DE INFLUENCIA.....	4
3.3.1	Área de Influencia Directa (AID) .....	5
3.3.2	Area de Influencia Indirecta (AII).....	6
3.4	AREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) .....	8
3.4.1	Reserva nacional de Salinas y Aguada Blanca.....	8
3.4.2	Reserva nacional sistema de Islas, Islote y Puntas Guaneras (RNSIIPG) Punta Hornillos .....	8
3.5	MEDIO FÍSICO.....	9
3.5.1	Climatología y meteorología .....	9
3.5.2	Fisiografía.....	22
3.5.3	Geomorfología.....	40
3.5.4	Geología.....	49
3.5.5	Hidrogeología .....	71
3.5.6	Hidrología .....	94
3.5.7	Calidad de agua Superficial .....	108
3.5.8	Calidad de agua subterránea.....	141
3.5.9	Calidad del aire.....	141
3.5.10	Radiaciones no ionizantes.....	156
3.5.11	Ruido .....	158
3.5.12	Suelos .....	162
3.5.13	Descripción de las Unidades de Suelo.....	165
3.5.14	Capacidad de uso mayor de las tierras.....	192
3.5.15	Uso actual de la tierra.....	204



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

3.6	MEDIO BIOTICO .....	213
3.6.1	Objetivos .....	213
3.6.2	Biogeografía .....	214
3.6.3	Zonas de vida .....	215
3.6.4	Unidades vegetales .....	217
3.6.5	Ecosistemas frágiles .....	221
3.6.6	Vegetación .....	221
3.6.7	Fauna terrestre .....	257
3.6.8	Evaluación hidrobiológica .....	292
3.7	MEDIO SOCIOCULTURAL Y ECONOMICO .....	309
3.7.1	Criterios para la delimitación del área de influencia social .....	310
3.7.2	Descripción del Área de Influencia Social del Proyecto .....	312
3.7.3	Metodología de Investigación .....	314
3.7.4	Estudio de sistema territorial.....	315
3.7.5	Caracterización Sociodemográfica y Socioeconómica AIDS.....	318
3.7.6	Caracterización sociodemográfica y socioeconómica AIIS .....	347
3.7.7	Percepción de la población.....	394
3.8	ASPECTOS ARQUEOLÓGICOS.....	395
3.9	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES.....	396
3.9.1	Metodología de Identificación y Evaluación de Pasivos Ambientales.....	396
3.9.2	Clases de Pasivos Ambientales.....	399
3.9.3	Conclusiones.....	414



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

### 3 LINEA BASE AMBIENTAL

#### 3.1 UBICACIÓN DEL AREA DEL PROYECTO

El proyecto, que incluye la bocatoma, canales de derivación, reservorio, instalaciones auxiliares, línea de transmisión eléctrica y canales de distribución que llevarán el agua para la irrigación, estará ubicado políticamente en los distritos de Santa Rita de Sigúas, San Juan de Sigúas, Santa Isabel de Sigúas y Vitor, en el departamento y provincia de Arequipa.

Tabla 3.1: Ubicación política del proyecto de Irrigación Majes – Sigúas. Etapa II, Fase 2

Departamento	Provincia	Distrito
Arequipa	Arequipa	Santa Rita de Sigúas
		San Juan de Sigúas
		Santa Isabel de Sigúas
		Vitor

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

En el **Anexo 3A-01** se encuentra el Mapa de Ubicación con sus respectivas coordenadas (escala 1:100,000).

#### 3.2 VIAS DE ACCESO

La carretera Panamericana se constituye en la principal vía de acceso a la zona del Proyecto, en tanto esta vía atraviesa las tierras a irrigar de la Pampa de Sigúas.

#### 3.3 AREA DE INFLUENCIA

Para fines del estudio, el área de influencia está referida a aquella porción de territorio compuesta por elementos físicos, bióticos y por población urbana, donde se pueden manifestar los impactos causados por la realización de las actividades consideradas durante la construcción y operación del Proyecto.

El área de influencia tiene dos niveles de evaluación, la primera que se refiere a las áreas donde se presentan los impactos directos, es decir, donde se manifiesta de forma directa el impacto causado por la actividad que se desarrolle, y la segunda o indirecta que corresponde a los sitios aledaños al proyecto y que puedan sufrir impactos indirectamente.

El proyecto en estudio abarca como área de influencia ambiental directa 74.740,6 ha y como área de influencia ambiental indirecta 103.655,5 ha.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

### 3.3.1 Área de Influencia Directa (AID)

#### 3.3.1.1 Criterios utilizados para determinar el Área de Influencia Directa

Entre los criterios que se han utilizado para determinar el área de influencia directa tenemos:

- Área de servidumbre: Espacio donde se pueden registrar posibles impactos ambientales significativo o directos sobre la flora, fauna, agua, aire, poblaciones, paisajes, restos arqueológicos, entre otros como consecuencia de la construcción y operación del proyecto.
- Espacio que será ocupado por los principales componentes del proyecto.
- Espacio que será ocupado por los componentes auxiliares del proyecto (campamentos, depósito de material excedente, instalaciones industriales, etc.).
- Accesos proyectados temporales y permanentes en la zona del proyecto.
- Vías de accesos existentes.
- Población que pueda verse afectada por las actividades directas del proyecto.
- Los potenciales efectos sobre los recursos hídricos e hidrobiológicos ante un peor escenario.

#### 3.3.1.2 Descripción del Área de Influencia Directa

Se define como Área de Influencia Directa al espacio físico que será ocupado en forma permanente o temporal durante la construcción y operación de toda la infraestructura requerida por el Proyecto Majes-Siguas, Etapa II, Fase 2 (ver **Anexo 3A-02 y 3A-20**, Mapa de Área de Influencia Ambiental y Mapa de Influencia Social).

Por lo tanto, el AID del proyecto comprenderá:

- Área que se ocupa a lo largo de las Líneas de Transmisión, cuyas dimensiones son: 100 m de ancho (a razón de 50 m a cada lado del eje de la línea) a lo largo del trazo, superando el área de servidumbre (8 m a cada lado del eje de la línea).
- El espacio físico que será ocupado por los componentes del proyecto en forma permanente tales como: Subestación eléctrica Irrigación, línea de transmisión de 60 kv, línea de transmisión de 22.9 kv, postes, entre otros.
- 200 metros de ancho (100 m a cada lado) a lo largo del canal y túnel de derivación.
- El área que comprende el canal principal, canales de distribución, canales de aspersión, bocatoma Lluclla y desarenador.
- El espacio físico que será ocupado por los componentes o instalaciones auxiliares del proyecto en forma temporal estos son canteras, campamentos, almacenes, depósitos de material excedente, entre otros.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

- Población que podría ser afectada directamente por los impactos ambientales producto de las actividades del proyecto (ver tabla siguiente).
- Área que se ocupa a lo largo de los accesos proyectados y vías de accesos existentes, cuyas dimensiones son: 100 m de ancho (a razón de 50 m a cada lado del eje de la línea) a lo largo de la vía.

En la tabla siguiente se muestran los centros poblados involucrados en el Área de Influencia Directa del proyecto:

Tabla 3.2: Centros poblados ubicados en el Área de Influencia Directa (AID)

Provincia	Distrito	Localidad / Centro Poblado
AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	Centro Poblado San Isabel de Siguas
		Anexo Huayca
		Anexo Lluclla
		Anexo Ranchería - Pitay
		Caserío Las Laderas
		Unidad agropecuaria Huarangal
		Caserío Socor
		Caserío Colombia
		Caserío La Rinconada
		Caserío Ocoña
		Unidad agropecuaria Majuelo
		Caserío Mataral
		Unidad agropecuaria San Luis
		Unidad agropecuaria Tomarco
	Anexo Cujan	
	Caserío Cujanillo	
	SAN JUAN DE SIGUAS	Centro Poblado San Juan de Siguas
		Anexo Vivichez
		Cooperativa agraria de producción San Martín
		Anexo Lucanías
		Unidad agropecuaria San Bernardo
		Caserío La Candia
		Anexo Tinajeras

### 3.3.2 Area de Influencia Indirecta (AII)

#### 3.3.2.1 Criterios utilizados para determinar el Área de Influencia Indirecta

Entre los criterios que se han utilizado para determinar el área de influencia indirecta tenemos:

- Espacio geográfico que sufrirá impactos ambientales de manera indirecta por las actividades del proyecto.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

- Localidades conectadas con el quehacer del proyecto.
- Carreteras, trocha carrozable y caminos de accesos existentes en la zona del proyecto.
- Cuerpos de agua y recursos hidrobiológicos que puedan sufrir potenciales efectos ante un peor escenario.

Para el caso del All se ha hecho una diferenciación entre el All de aspectos físicos y biológicos y el All de aspectos sociales.

### 3.3.2.2 Descripción del Área de Influencia Indirecta

Es la zona que va estar afectada indirectamente por posibles impactos ambientales en la construcción y operación del Proyecto Majes-Siguas, Etapa II, Fase 2 (ver **Anexo 3A-20**, Mapa de Influencia Social).

Por lo tanto, el All del proyecto desde el punto de vista de los aspectos físicos y biológicos, comprenderá:

- Espacio físico que pueda verse afectado indirectamente por las actividades del proyecto.
- Área que se ocupa a lo largo de las líneas de transmisión, cuyas dimensiones son: 200 m de ancho (a razón de 100 m a cada lado del eje de la línea).
- 300 metros de ancho (150 metros a cada lado) a lo largo del canal y túnel de derivación.
- Centros poblados que podrían ser afectadas indirectamente por los impactos ambientales y que están conectados con el quehacer del proyecto (Ver Tabla N° 3).
- Área que se ocupa a lo largo de los accesos proyectados y vías de accesos existentes, cuyas dimensiones son: 200 m de ancho (a razón de 100 m. a cada lado del eje de la línea) a lo largo de la vía.
- Área que ocupa a lo largo de los ríos Siguas, Vitor, Quilca y quebrada Molle, con dimensiones de 100 m de ancho (50 m a cada lado del río o quebrada).
- Terrenos agrícolas de la parte baja del valle.

Desde el punto de vista de los aspectos sociales, el All se ha determinado por la jurisdicción de los distritos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.3: Distritos ubicados en el Área de Influencia Indirecta (All)

Departamento	Provincia	Distrito
Arequipa	Arequipa	Vitor
		Santa Rita de Siguas
	Caylloma	Majes
	Camaná	Quilca

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

### 3.4 AREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Dentro del área del proyecto, área de influencia directa e indirecta, no se registran Áreas Naturales protegidas (ANP), de acuerdo a la información del SERNANP y SIRANP - Arequipa. Las ANPs más cercanas al área del proyecto son la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca ubicada al Noreste del proyecto, y la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, Punta Hornillos ubicada al Sur del proyecto. La Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca, se ubican a 33 km aproximadamente del vértice más cercano del área de influencia indirecta del proyecto, mientras que la Reserva Nacional Punta Hornillos se ubica a 20 km de distancia aproximadamente (ver **Anexo 3A-03**, Mapa de Áreas Naturales Protegidas).

#### 3.4.1 Reserva nacional de Salinas y Aguada Blanca

La Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB) se encuentra ubicada en las provincias de Arequipa y Caylloma en el departamento de Arequipa y en la provincia de General Sánchez Cerro del departamento de Moquegua. Su extensión es de 366,936 hectáreas. La altitud promedio es de 4,300 m.s.n.m. Su principal objetivo es conservar los recursos naturales y paisajísticos de la zona. La RNSAB se distingue por la presencia de los majestuosos volcanes Ubinas, Pichupichu, Misti y Chachani en la parte suroeste, y por los nevados Chuccura y Huarancante en el lado norte. Las planicies altoandinas, salpicadas de hermosas lagunas y bofedales, completan el gélido paisaje de la mayor parte del territorio habitado principalmente por camélidos sudamericanos y por un gran número de aves terrestres y acuáticas, como lo certifica su designación como sitio RAMSAR desde 2003 (SERNANP, 2013).

#### 3.4.2 Reserva nacional sistema de Islas, Islote y Puntas Guaneras (RNSIIPG) Punta Hornillos

La Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG), Está integrada por un conjunto de 22 islas, islotes y grupos de islas y 11 puntas a lo largo de la costa peruana, que van en forma discontinua desde las costas frente a Piura hasta llegar casi a la frontera con Tacna, una de las cuales es Punta Hornillos, ubicada en el departamento de Arequipa, en la provincia de Camaná, distrito de Quilca. Su principal objetivo es conservar una muestra representativa de la diversidad biológica de los ecosistemas marino costero del mar frío de la corriente de Humboldt, así como asegurar su aprovechamiento sostenible con la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos (SERNANP, 2013).



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

### 3.5 MEDIO FÍSICO

#### 3.5.1 Climatología y meteorología

Dentro del ámbito de la climatología, las descripciones de la evolución de las variables siguen ocupando un papel preponderante ya que ayudan a comprender el fenómeno climático local y las interrelaciones que permiten el intercambio de energía y masa (vapor de agua) entre los diferentes ecosistemas y la atmósfera.

Para el presente ítem, en la evaluación de las características climáticas y meteorológicas. Se han considerado las siguientes variables meteorológicas: temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, velocidad y dirección del viento, con el fin de caracterizar adecuadamente el área de estudio.

##### 3.5.1.1 Climatología

Para la identificación de los tipos climáticos del ámbito de estudio, se ha tomado como referencia el Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 2012), los mismos que han permitido determinar los “Índices Climáticos” de acuerdo al Sistema de Clasificación Climática por el Método del Dr. W Thornthwaite, que está enfocado en las necesidades hidrológicas y agrícolas del área; para ello, este modelo se basa en la evapotranspiración potencial, que mide la eficiencia térmica del medio analizado; y el índice hídrico, que mide la eficiencia pluvial de dicho medio.

##### a) Metodología

En base al Mapa de Clasificación Climática fundamentado en el Método de Thornthwaite, generado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, se tiene la clasificación climática para el ámbito del Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2 definida por dos zonas climáticas, cuyo detalle se explica a continuación:

##### ➤ Tipo Climático E(d)B'1H3

Corresponde a un tipo de clima desértico (E) y semicálido (B'1), con deficiencia de precipitación en todas las estaciones del año (d), con humedad relativa calificada como húmedo (H3). Esta unidad climática abarca un porcentaje de 90% del total del área de estudio, incluyendo los distritos de Santa Rita de Siguas, San Juan de Siguas y Santa Isabel de Siguas.

##### ➤ Tipo Climático D(o, i, p) B'2 H2:

Corresponde a un tipo de clima semiárido (D) y templado (B'2), con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera (o, i, p), con humedad relativa calificada como seco (H2). Esta unidad climática abarca un porcentaje de 10% del total del área del proyecto, incluye la parte alta de Santa Isabel de Siguas.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

En la siguiente tabla se anotan los rasgos climáticos sustantivos de los tipos de clima identificados.

Tabla 3.4: Características Climáticas del área del proyecto

Clima	Rango Altitud(msnm)	Eficiencia Temperat	Humedad Atmosfer	Distribucion Precip Anual
E(d) B'1 H3	0 a 1800	Semi cálido	Húmedo	Deficiente todo el año
D(o,i,p) B'2 H2	1800 a 2000	Templado	Seco	Deficiente en otoño, primavera e invierno

Fuente: Mapa de Clasificación Climática de SENAMHI y basado en el método de Thornthwaite.

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

### 3.5.1.2 Meteorología

El análisis de los parámetros meteorológicos ha sido efectuado considerando la información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). De esta manera se obtiene un análisis preciso de las condiciones y tendencias meteorológicas en el área de estudio.

#### a) Parámetros Meteorológicos

La información hidro-meteorológica básica para la caracterización climatológica del área del Proyecto Especial Majes Siguas Etapa II – Fase 2, así como del ámbito de influencia directa e indirecta proviene de registros de estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI. Dichas estaciones han sido seleccionadas de acuerdo con su localización y representatividad dentro del área de influencia del Proyecto. En la siguiente tabla se presentan las principales características de identificación de las estaciones consideradas para este análisis.

Tabla 3.5: Estaciones Meteorológicas

N°	Estacion	Código de la Estación	Coordenadas		
			Latitud	Longitud	Altitud
1	Pampa de Majes	000805	16°19' S	72°12' O	1 434
2	La Joya	000804	16°35' S	71°55' O	1 292
3	La Pampilla	000839	16°24' S	71°31' O	2 400
4	Huanca	008203	16°1' S	71°52' O	3 075

Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

En los ítems siguientes se describen variables meteorológicas analizadas en cada una de las estaciones del ámbito de estudio.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Tabla 3.6: Variables Meteorológicas Registradas en el Ámbito de Estudio

Estación	Parámetros	Períodos de registro
La Pampilla	Precipitación (mm)	1985 al 2012
Huanca	Precipitación (mm)	1985 al 2012
Pampa de Majes	Precipitación (mm)	1985 al 2012
	Temperatura máx (°C)	2001 – 2010
	Temperatura mín (°C)	2001 – 2010
	Humedad Relativa (%)	2002 – 2012
	Velocidad del Viento (m/s)	2001 - 2012
	Dirección Predominante	2001 - 2012
La Joya	Precipitación (mm)	1985 al 2012
	Temperatura máx. (°C)	2002 – 2010
	Temperatura mín. (°C)	2002 – 2010
	Humedad Relativa (%)	2002 – 2012
	Velocidad del Viento (m/s)	2002 – 2012
	Dirección Predominante	2002 – 2012

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

### b) Precipitación

La precipitación es el agua que cae sobre la superficie de la Tierra, es una parte importante del ciclo hidrológico y es responsable de depositar agua fresca en los cuerpos de agua y el planeta.

Es importante su estudio ya que esta influye sobre los organismos del ecosistema existente en la zona de estudio y en las actividades económicas de la población. La importancia para un ecosistema es que determinan que tipo de organismos pueden desarrollarse en él, ya que cada ser vivo, necesita unas condiciones adecuadas tanto bióticas como abióticas para poder sobrevivir. A continuación, se describe el comportamiento de este parámetro meteorológico en las siguientes estaciones.

#### Análisis de la precipitación en las estaciones meteorológicas analizadas

Se analizó la precipitación total anual de las estaciones de SENAMHI (*Pampa de Majes, La Joya, La Pampilla y Huanca*), a fin de observar distribuciones crecientes o decrecientes, así como posibles eventos o valores particulares que podrían estar relacionados con fenómenos climáticos locales y/o externos.



CONCESIONARIA  
ANGOSTURA SIGUAS



Pacific PIR  
Soluciones Sostenibles

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

A continuación, se reportan los datos de precipitación máxima, mínima y media total mensual, lo que permite establecer un comportamiento temporal definido y asociado a las estaciones:



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Tabla 3.7: Precipitación media, máxima y mínima (mm) de las estaciones meteorológicas analizadas (1985 – 2012)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio anual La Joya (1985-2012)	0,28	0,30	0,35	0,06	0,08	0,00	0,12	0,07	0,00	0,00	0,01	0,10
Max. - La Joya	3,4	2,5	4,9	1,3	2,2	0	2,3	1,9	0	0	0,3	2,3
Min.- La Joya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>7,7</b>	<b>8,3</b>	<b>9,8</b>	<b>1,6</b>	<b>2,2</b>	<b>0</b>	<b>3,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,3</b>	<b>2,9</b>
Promedio anual Pampa de Majes (1985-2012)	3,0	3,0	1,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5	0,0	0,0	0,3	0,6
Max- Pampa de Majes	30,3	23	19,6	7,2	11,1	4,5	3,5	7,4	0	0,8	6,1	6
Min- Pampa de Majes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>83,8</b>	<b>85,3</b>	<b>46,2</b>	<b>16,6</b>	<b>13,1</b>	<b>9,8</b>	<b>8,4</b>	<b>13,2</b>	<b>0</b>	<b>1,1</b>	<b>9,6</b>	<b>15,5</b>
Promedio anual La Pampilla (1985-2012)	26,67	35,69	17,47	1,75	0,52	0,50	0,81	1,13	0,56	0,54	0,59	4,25
Max. - La Pampilla	106,4	153,8	71,6	19,3	2,4	4,7	6	12,4	4,5	4,6	5,8	22,8
Min.- La Pampilla	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>746,8</b>	<b>999,3</b>	<b>489,1</b>	<b>48,9</b>	<b>14,6</b>	<b>14,1</b>	<b>22,7</b>	<b>31,5</b>	<b>15,7</b>	<b>15,2</b>	<b>16,5</b>	<b>119,1</b>
Promedio anual Huanca (1985-2012)	42,4	74,2	34,3	5,5	1,2	0,0	2,5	2,4	3,4	1,8	0,6	12,0
Max- Huanca	145,9	252,6	98,2	33,4	7,6	0	22,8	21,8	28,5	9,8	3	83,5
Min-Huanca	3,5	9,3	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1 188</b>	<b>2 079</b>	<b>960</b>	<b>152,9</b>	<b>34,9</b>	<b>0</b>	<b>68,7</b>	<b>68,1</b>	<b>94,6</b>	<b>50,9</b>	<b>16,5</b>	<b>336</b>

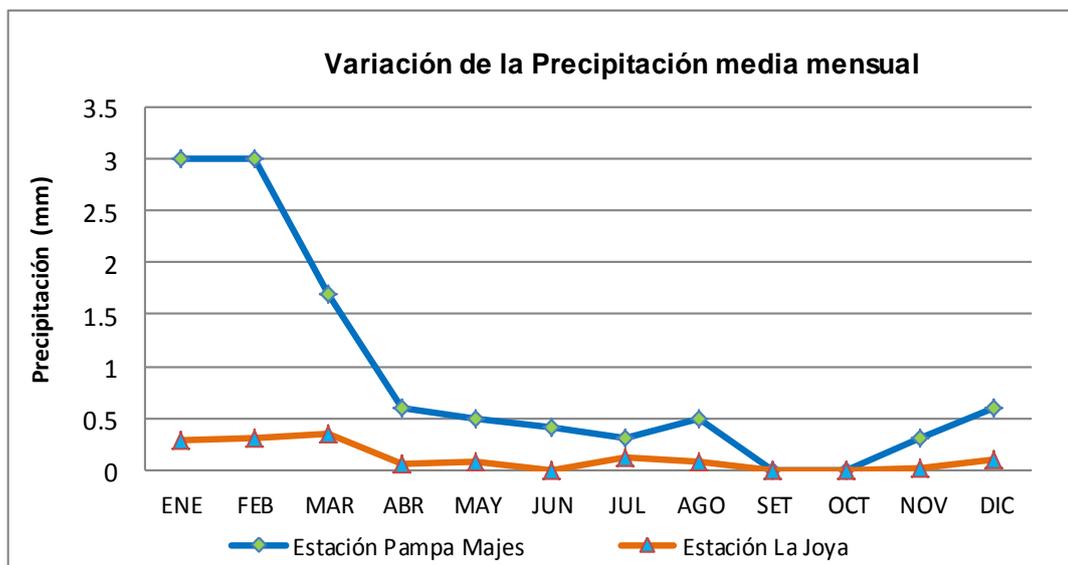
Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.



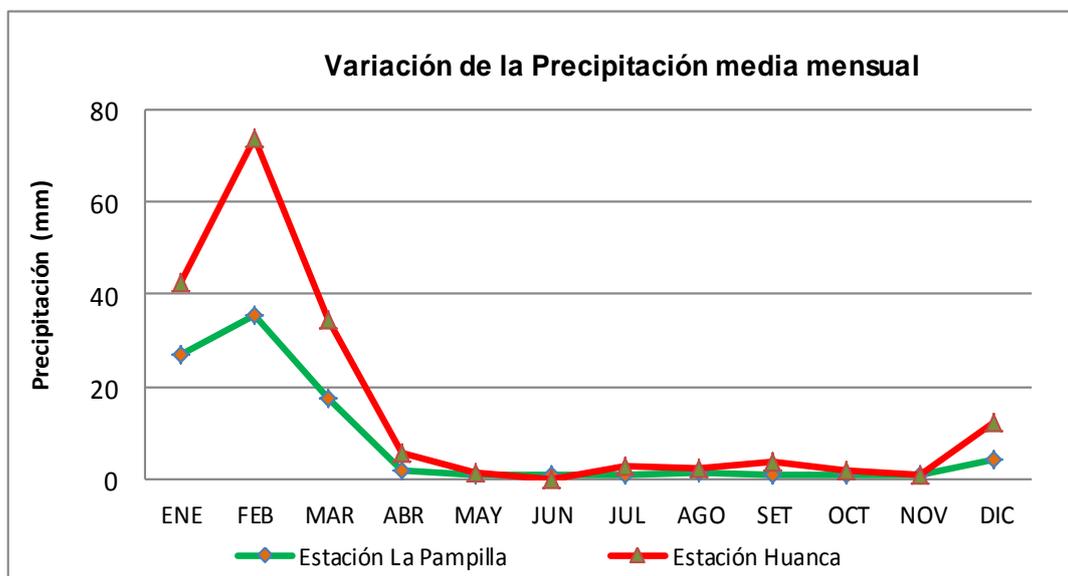
PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Gráfico 3.1: Variación de la precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas analizadas Pampa de Majes y La Joya (1985 al 2012)



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C

Gráfico 3.2: Variación de la precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas analizadas La Pampilla y Huanca (1985 al 2012)



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C

Como se observan en ambas gráficas, los meses de mayor precipitación están comprendidos entre Enero y Marzo. Mientras que el resto del año se caracteriza por presentar bajos niveles de precipitación (menor a 1 mm).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### c) Temperatura

Uno de los elementos meteorológicos importantes es la temperatura, considerada como uno de los componentes que determinan el clima de una zona, además de ejercer gran influencia sobre los seres vivos y de ser la causante de otros fenómenos tales como los cambios de presión atmosférica, vientos, contenidos de humedad del aire, formación de nubes y la precipitación pluvial.

Las estaciones consideradas para el análisis de la temperatura son: Pampa de Majes y La Joya, los promedios máximos y mínimos mensuales figuran en la siguiente tabla.

**Tabla 3.8: Promedios mensuales de temperatura de las estaciones meteorológicas (2001 – 2011)**

Temperatura	Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Promedio Máximo Media Mensual	Pampa de Majes	24,6	24,8	23,1	24,2	24,4	24,1	23,9	24,6	24,8	24,9	22,6	22,5
	La Joya	27,3	27,4	25,2	26,9	27,0	26,5	26,2	27,0	27,5	27,6	25,1	24,7
Promedio Mínimo Media Mensual	Pampa de Majes	13,4	14,5	13,9	12,3	10,1	8,2	9,0	9,2	9,9	10,5	10,1	11,1
	La Joya	12,9	14,0	11,8	11,1	8,7	7,3	6,9	7,3	8,3	8,3	8,4	10,0

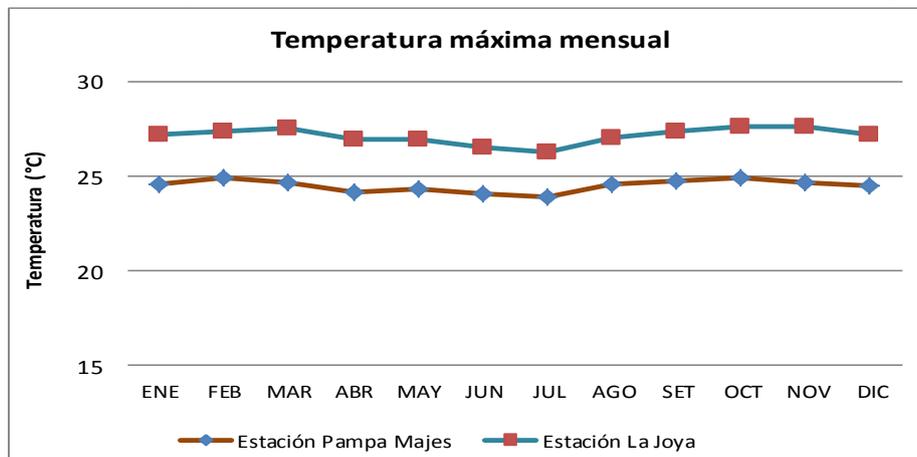
Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

#### ➤ Temperatura máxima

En la zona de estudio, en el mes de Octubre se registra la temperatura más alta, alcanzando un valor promedio de 24,9°C en la Estación Pampa de Majes, para el período de años comprendido entre el 2001 al 2010. En la Estación La Joya la temperatura máxima promedio alcanza el valor de 27,6°C en el mes de Octubre para el periodo comprendido entre el 2002 hasta 2011.

**Gráfico 3.3: Temperatura máxima media mensual de las estaciones meteorológicas**



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

En la siguiente tabla, se observa que la temperatura máxima varía entre 22,6°C y 26,4°C en la estación Pampa de Majes.

Tabla 3.9: Temperatura máxima – Estación Pampa de Majes (2001 – 2010)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	24,2	25,5	24,7	23,8	23,5	23,4	24,5	25,4	23,7	25,4	24,2	25,3
2002	25,1	24,7	25,7	23,4	25,2	23,4	24,4	25,4	25,7	25,4	24,7	25
2003	25,3	25	25,2	24,7	24,9	24,1	23,5	24,1	24,8	24,7	24,3	23,6
2004	23,9	24,4	24,5	23,4	23,6	24,2	23,3	24	24,5	24,8	24,5	24,3
2005	24,3	25	22,8	24,5	24,5	24,8	23,7	25,1	24,5	24,4	24,8	24,8
2006	24,6	25,2	24,9	24,4	24,5	23,8	24,8	24,7	25	24,3	24,2	24,3
2007	24,4	24,3	23,9	24,1	23,8	24,3	24,2	22,6	23,8	24,1	24,5	24
2008	23,8	24,7	24,9	24,3	24,7	23,6	23,8	24,5	25,2	24,7	24,7	24,8
2009	24,8	24,7	24,9	24,2	23,5	24,9	24	25,2	25,6	26,4	25,9	25,2
2010	25	25,3	25,4	24,9	24,7	24,1	22,9	24,8	24,3	24,7	24,5	23,9

Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

En la siguiente tabla se observa que la temperatura máxima varía entre 25,2°C y 29,1°C en la estación La Joya.

Tabla 3.10: Temperatura máxima Estación La Joya (2002 – 2010)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002	27,4	26,5	27,5	25,2	26,7	25,4	26,2	26,7	27,8	27,7	27,7	27,4
2003	27,3	26,9	S/D	27,3	27,6	26,5	25,7	26,6	27,5	27,8	27,4	26,3
2004	26,6	27,5	27,7	26,6	27,1	27,2	25,8	27,1	27,8	27,8	27,7	27,3
2005	27	28,2	27,6	27,7	27,3	27,5	26,2	27,7	26,5	27,1	27,9	27,8
2006	28	27,6	27,3	27,1	27,2	26,3	27,6	27,6	27,6	27,4	26,9	27,6
2007	27	26,9	27,1	26,9	26,6	26,6	26,5	25,2	27	27,3	27,3	26,5
2008	25,9	26,6	26,9	26,5	26,7	25,5	26,3	26,9	27,9	27,7	27,9	27,4
2009	27,1	26,8	27,3	27,8	26,8	27,4	26,5	27,5	28	29	28,8	28,5
2010	28,8	29,1	29	27,3	26,6	26,1	25,2	28	26,5	27	26,6	26,3

Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

### ➤ Temperatura mínima

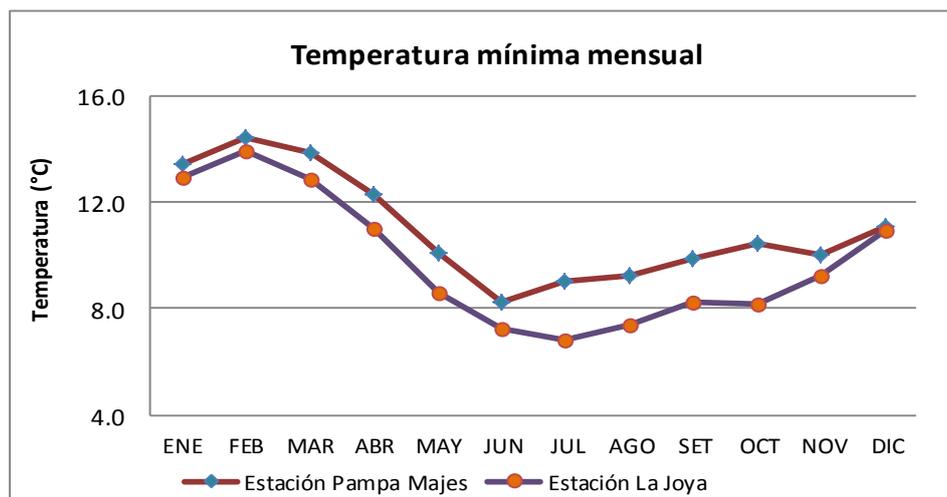
Los máximos valores de las temperaturas mínimas se presentan durante la estación de verano, específicamente en el mes de febrero que alcanzan un valor promedio de 14,5°C en la estación Pampa de Majes durante los años 2001 al 2010, y un valor promedio 14 °C en el mes de febrero en la estación de La Joya para el periodo 2002 al 2011. Por otro lado, los valores más bajos se registraron durante la estación de invierno, específicamente en el mes de Junio y Julio, alcanzando un valor promedio de 8,2 °C en la



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

estación Pampa de Majes; y en la estación La Joya, en el mes de julio, alcanza un valor promedio de 6,9°C.

Gráfico 3.4: Temperatura mínima media mensual de las estaciones meteorológicas



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

Tabla 3.11: Temperatura mínima mensual – Estación Pampa de Majes (2001 – 2010)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	13	15,2	14,7	12,8	9,8	9,1	8,8	10,2	9,7	10,7	10,7	12,1
2002	12,5	14,9	14,5	12,7	11,1	8,6	9,5	9,8	9,9	10,6	11,6	12,1
2003	13,3	14,2	13,9	11,5	10,7	8,7	9,1	9,4	9,8	10,5	10,5	12,2
2004	13,5	13,7	14,3	11,9	9,3	9	8,9	10,1	10,5	10,9	11,4	12,4
2005	13,1	14,1	13,4	12,1	9,1	8,3	8,8	8,7	9,9	9,8	10	11,7
2006	14	14,6	14,3	12	9,5	8,4	9,5	9,4	9,9	10,5	11,6	11,8
2007	13,8	14,2	14,1	12,8	10,8	1,2	9,8	8,7	10,1	9,8	10,5	11,6
2008	14,8	13,9	13,2	11	8,6	7,8	7,5	8,4	8,6	10,6	11,2	12,5
2009	13,5	14,4	13,7	12	9,8	8,6	9,7	8,5	10,3	10,8	12,2	12,5
2010	13,4	15,1	13,5	12,8	11,5	9,3	7,7	9	9,7	10,5	10,1	11,8

Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

En la siguiente tabla, se observa que la temperatura mínima mensual en la estación La Joya varía entre 4,7°C y 14,8°C.

Tabla 3.12: Temperatura mínima mensual Estación La Joya (2002 – 2010)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002	11,4	14,4	14	11,8	9,4	7,2	8,3	8,3	8,4	9,5	10,6	11
2003	12,5	14,1	S/D	10,3	9,2	7	7,3	7	8,3	8,4	8,8	11,2
2004	13,2	13,2	13,6	11,1	7,7	7,4	7,2	8,8	8,9	9,2	9,9	12,5
2005	13,4	13,6	12,2	11,4	7,8	7,8	7,1	7,4	8,2	8,2	9,2	11,2

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2006	14,3	14,8	14,2	11,1	8,8	8,1	8,3	8,8	7,9	8,3	9,8	10,6
2007	13,3	13,4	13,1	11,3	8,3	7,8	7	6,1	7,7	7,8	8,8	10,1
2008	14,6	13	12,3	10,3	7,9	6,4	5,2	6,6	7,2	8,3	9,3	10,7
2009	12,5	14,1	13	11	8,9	6,3	6,8	5,9	7,6	8,2	10,1	11
2010	12,7	14,8	12,7	11,3	10,1	7,2	4,7	6,5	7,1	7,1	7,2	9,6

Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

#### d) Humedad Relativa

La humedad relativa es una variable meteorológica que tiene una relación inversa con la temperatura del aire, y expresa la cantidad de vapor que le falta al aire para llegar a la saturación y producir precipitación.

Este parámetro se registró en las Estaciones de Pampa de Majes y La Joya. En la Estación Pampa de Majes se registra una humedad relativa media mensual que fluctúa entre 45,8% (setiembre) y 72,7% (febrero). Mientras que en la Estación La Joya se registra una humedad relativa media mensual que fluctúa entre 32,2% (agosto) y 54% (febrero). Los datos registrados se presentan en la siguiente tabla. Su distribución mensual se muestra en el Gráfico N° 3.5.

Tabla 3.13: Promedios mensuales de humedad relativa de las estaciones meteorológicas (2002-2012)

Humedad Relativa	Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Media Mensual Período 2002 - 2012	Pampa de Majes	70,7	72,7	70,6	67,8	57,8	52,2	51,9	51,4	45,8	55	59,7	64,6
	La Joya	50,1	54	49,3	47,3	36,9	35,7	36,1	32,2	35,8	36,6	38,5	45,4

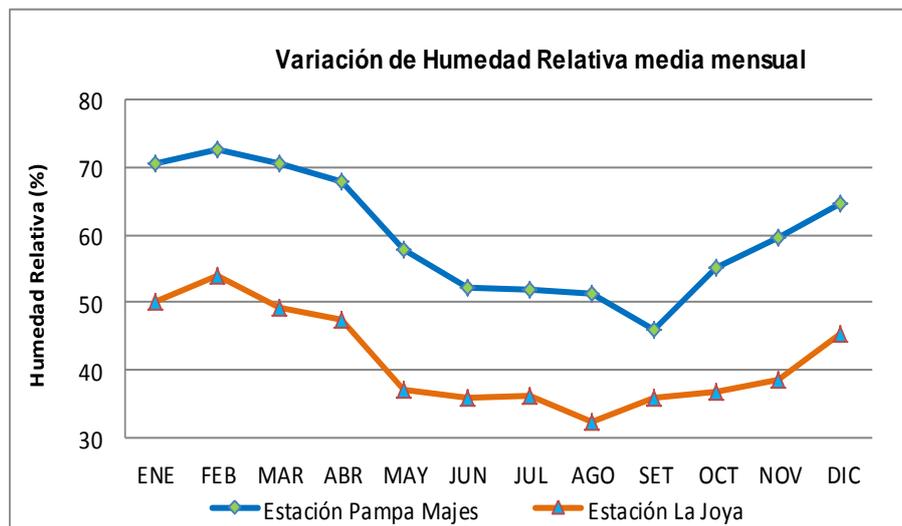
Fuente: SENAMHI

Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.5: Humedad Relativa media mensual de las estaciones meteorológicas  
Período 2002-2012**



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

### e) Dirección y Velocidad del Viento

El viento es el movimiento del aire en la atmósfera, especialmente, en la tropósfera, producido por causas naturales. El viento es el aire en movimiento que se forma por las diferencias de temperatura y presión atmosférica.

El estudio de este factor es importante porque influye en el clima manteniendo una atmósfera homogénea transportando el oxígeno y CO<sub>2</sub> hacia todo el planeta, regula las temperaturas, distribuye la humedad en la tierra, es un medio de transporte de partículas y dispersión de contaminantes.

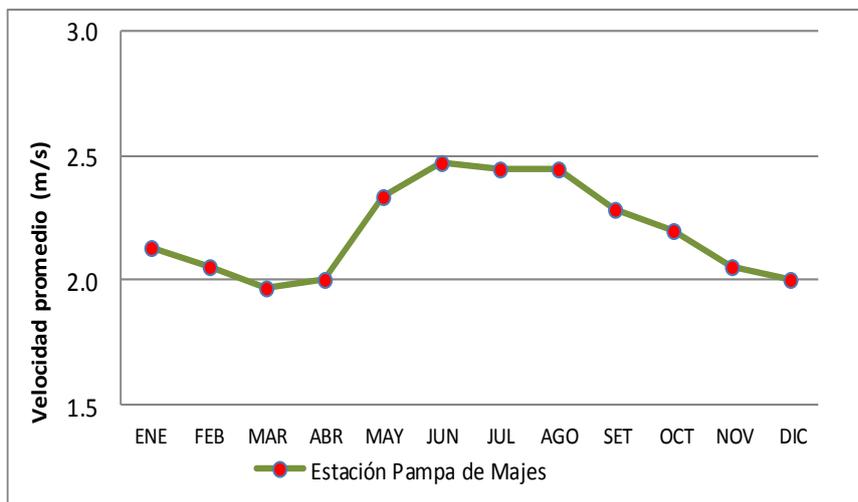
#### ➤ Estación Pampa de Majes

En el siguiente gráfico se muestra el promedio de velocidad media mensual del viento a lo largo del periodo 2001 - 2012 en la estación Pampa de Majes, donde se observó valores promedios de velocidad media del viento entre 2 m/s a 2.5 m/s.



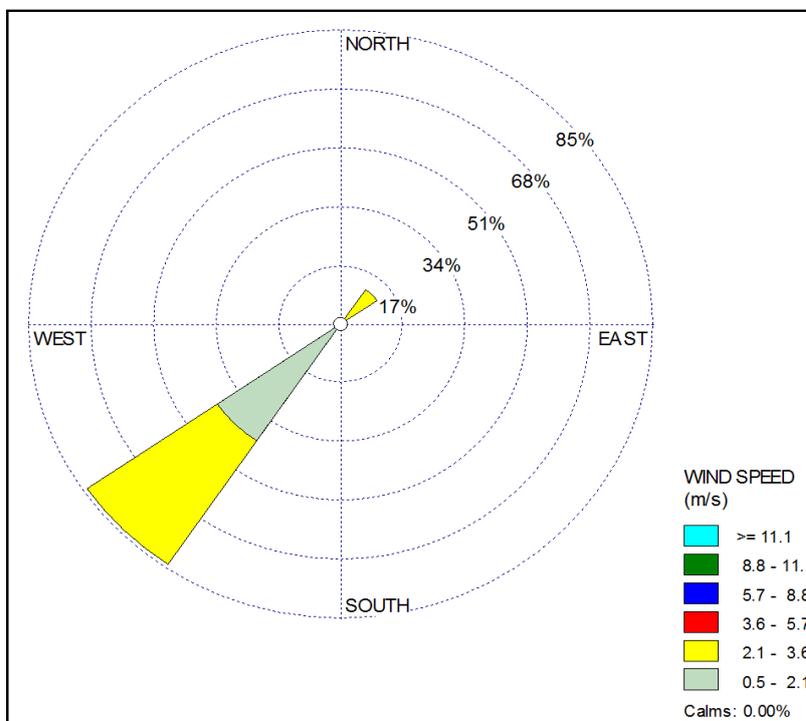
PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Gráfico 3.6: Velocidad promedio mensual del viento en la estación meteorológica Pampa de Majes periodo 2001 – 2012



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

Gráfico 3.7: Rosa de viento de la estación meteorológica Pampa de Majes período 2001 – 2012



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

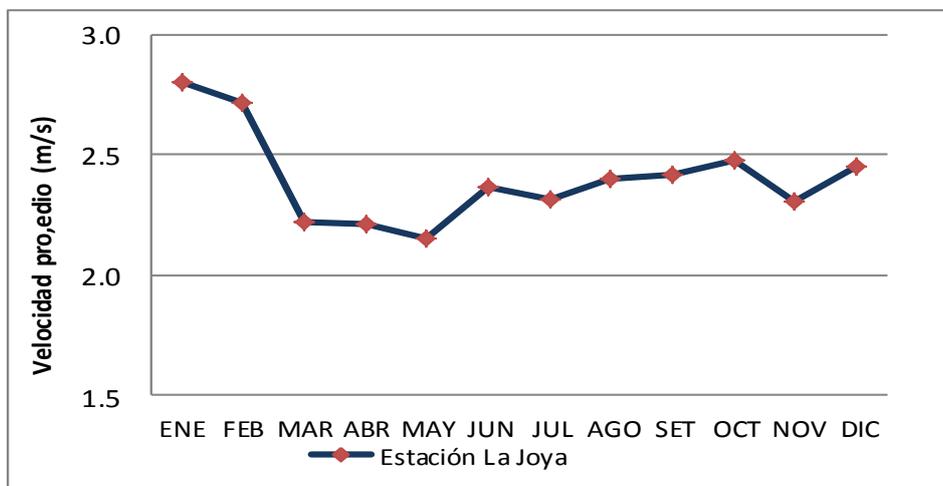


PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

➤ Estación La Joya

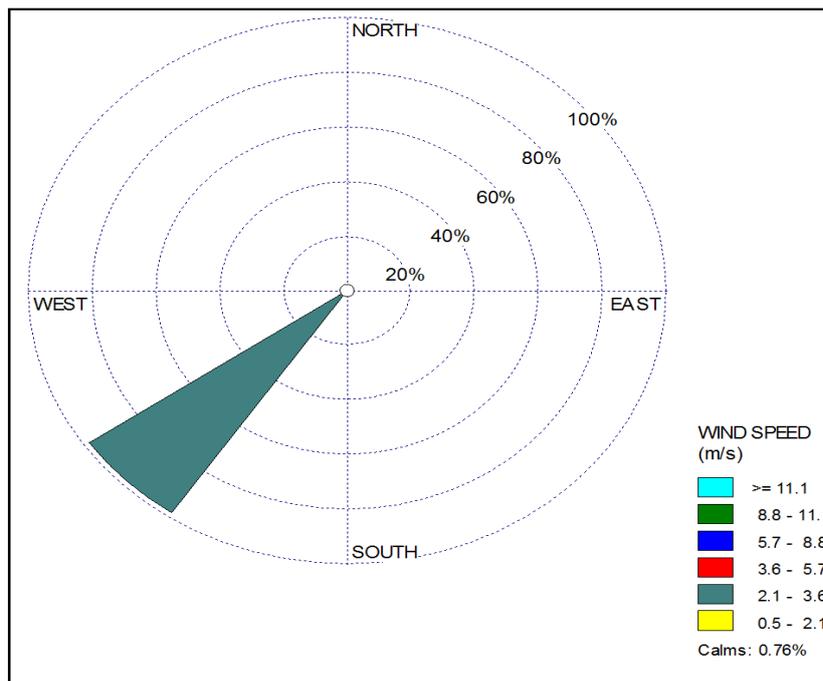
En el siguiente gráfico se muestra el promedio de velocidad media mensual del viento a lo largo del periodo 2002 - 2012 en la estación La Joya, donde se observa que esta presentó valores promedios de velocidad media del viento entre 2.2 m/s a 2.8 m/s.

Gráfico 3.8: Velocidad promedio mensual del viento en la estación meteorológica La Joya período 2002 – 2012



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.

Gráfico 3.9: Rosa de viento de la estación meteorológica La Joya Período 2002 – 2012



Elaboración: PACIFIC PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.2 Fisiografía

En el área de estudio se distinguen rasgos morfológicos cuyo modelado es el resultado de la acción dinámica de diversos agentes y fenómenos que han actuado sobre el medio físico, expresados por factores tectónicos, orogénicos, litológicos, y por acción de los agentes erosivos y deposicionales en estrecha interacción.

El ámbito del estudio, se encuentra conformado principalmente por una planicie muy amplia, que se extiende desde la denominada Cordillera Costera hasta la base del Flanco Andino Occidental de la Región Arequipa; surcada por quebradas poco profundas orientadas en dirección NE-SW. Le siguen los valles fluviales de fondo plano, que cortan a la llanura, y que también muestran amplitud hacia el curso medio de los ríos Siguas y Vítor que se dirigen hacia la costa con dirección SW volviendo a estrecharse los valles decenas de kilómetros antes de la confluencia de ambos. Presenta un ancho promedio aproximado de 50 km y una altitud distribuida entre las cotas; 0 m.s.n.m. a 2000 msnm.

Fisiográficamente el área de estudio constituye una Planicie, en la que se encuentran terrazas fluviales y laderas de fuerte pendiente que las bordean disectadas a su vez por torrenteras y quebradas mayormente secas y de fuerte pendiente, mientras que las geoformas varían sustancialmente hacia el sector NE, donde se ubica el inicio de las estribaciones andinas, observando colinas que van variando tanto en la pendiente de sus laderas y la altura de sus cimas, donde los valles respectivos se tornan nuevamente más estrechos, llegando incluso al encañonamiento en función al control litológico y tectónico evidente.

El área de estudio ha sido originada y sometida a una serie de eventos geológicos, observándose depósitos de origen marino cercanos al litoral, que por levantamientos tectónicos presenta su configuración actual principalmente en el sector sur de las pampas de Majes y Siguas, los que han sido sometidos a una intercalación de etapas de actividad volcánica, los que en una etapa posterior han sido cubiertas por un material conglomerádico aluvional, depositados como bancos estratificados gruesos del Pleistoceno, ligeramente consolidado, formado por elementos de composición y tamaño variados, el cual yace en discordancia sobre rocas de la Formación Moquegua, en el que han sucedido eventos del Cuaternario reciente, representados por aluviones extensos con material clástico que disminuyen de tamaño conforme se alejan del flanco andino. Asimismo, se encuentran cubiertos por material eólico constituido por mantos de arena eólica o en otros casos por campos de dunas o dunas aisladas depositadas en áreas planas a ligeramente onduladas, que en algunos casos cubren al material volcánico (cenizas volcánicas).

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Asimismo, en la base andina inicio de la planicie, se encuentra cubierta por material volcánico proveniente de las partes altas, que abarca geomorfológicamente un ambiente colinoso, con un relieve irregular con diferentes grados de disección (con pendientes desde 15% a más de 75%).

La planicie en general, muestra localmente un relieve suave (con pendientes a partir de los 2 a 5%), conformados por superficies planas a ligeramente onduladas de litología diversa. (Ver **Anexo 3A-04**, Mapa Fisiográfico).

### 3.5.2.1 Clasificación fisiográfica de las tierras del Proyecto Majes –Siguas, Etapa II, Fase 2

El sistema empleado para la clasificación de las unidades fisiográficas en el área de estudio, se ha desarrollado sobre la base de seis niveles:

- Provincia Fisiográfica, que comprende una región morfológica, y puede contener una o más unidades climáticas, conformadas por unidades genéticas de relieve con parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.
- En el área de estudio se ha identificado la unidad: Llanura costera de Majes-Siguas.
- Unidad Climática, comprende tierras con características similares en temperatura media anual y humedad disponibles relacionados con la génesis de los suelos y su cobertura vegetal o en el uso actual del Suelo.
- Se ha identificado la Unidad Climática: Tierras desérticas cálidas a templadas 14,5 - 20°C, 50 - 120 mm, 1400 a 1700 m.s.n.m.
- Gran Paisaje comprende unidades de paisajes con parentesco y relaciones de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico.
- Paisaje, se identifican sobre la base de su morfología específica, material parental, edad (muy antiguo, antiguo, subreciente, reciente).
- Subpaisaje, se identifican unidades geomórficas caracterizadas por uno o más atributos morfométricos, entre ellos la forma y grado de la pendiente; tipo y grado de la erosión, grado de la disección.
- Elementos de Paisaje, identifica el grado de la pendiente y condición de drenaje.

La descripción de las geo-formas del Proyecto Majes Siguan Etapa II, Fase 2, se desarrolla a partir de los dos grandes paisajes definidos:

- **Gran Paisaje de Planicies:** Agrupa geoformas originadas por procesos fluviales y aluviales desde antes y después de la deglaciación de los nevados ubicados en la cordillera occidental; está conformado por sedimentos finos y gruesos
- **Gran Paisaje Colinoso:** Se caracteriza por su levantamiento brusco sobre los llanos costeros.

Las Unidades Fisiográficas del área de estudio se muestran en la siguiente tabla:

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Tabla 3.14: Unidades Fisiográficas. Proyecto Majes- Siguas Etapa II, Fase 2

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elementos del Paisaje	Pendiente %	Símbolo	Superficie	
						ha	%
Planicie	Fluvial	Cauces de ríos y quebradas	Cauce activo ligeramente inclinado	2 - 4%	Cw/B	701.6	0.68
		Valle estrecho (Quebrada)	Fondo de Quebrada estacional plano a casi a nivel	0 - 2%	VQ/A	354.6	0.34
			Fondo de Quebrada Estacional ligeramente inclinado	2 - 4%	VQ/B	100.5	0.10
			Fondo de Quebrada Estacional moderadamente inclinado	4 - 8%	VQ/C	103.1	0.10
			Fondo de Quebrada Estacional, fuertemente inclinado	8 - 15%	VQ/D	14.1	0.01
		Valle estrecho (Planicies Estructurales)	Fondo de valle plano a casi a nivel	0 - 2%	VP/A	3229.3	3.12
			Fondo de valle ligeramente inclinado	2 - 4%	VP/B	2452.1	2.37
			Fondo de valle moderadamente inclinado	4 - 8%	VP/C	5994.3	5.78
		Valle Amplio (Terrazas)	Terraza baja inundable, plano a casi a nivel	0 - 2%	Tbi/A	65.7	0.06
			Terraza baja no inundable, ligeramente inclinada	2 - 4%	Tbn/B	652.4	0.63
	Terraza media moderadamente inclinada		4 - 8%	Tm/C	153.4	0.15	
	Planicies Coluviónicas	Conos de derrubios	Conos de derrubios ligeramente inclinado	2 - 4%	PCdr/B	97.5	0.09
			Conos de derrubios moderadamente inclinado	4 - 8%	PCdr/C	114.6	0.11
			Conos de derrubios fuertemente inclinado	8 - 15%	PCdr/D	396.8	0.38
		Abanico	Abanico coluviónico ligeramente inclinado	2 - 4%	PCA/B	114.7	0.11
			Abanico coluviónico moderadamente inclinado	4 - 8%	PCA/C	247.7	0.24
			Abanico coluviónico fuertemente inclinado	8 - 15%	PCA/D	67.0	0.06
	Planicies Aluviónicas del Pleistoceno	Planicies Marinas con influencia aluviónicas recientes y antiguas- Planas a inclinadas	Planicie aluviónica plana o casi a nivel	0 - 2%	PAQr/A	3285.0	3.17
			Planicie aluviónica ligeramente inclinada	2 - 4%	PAQr/B	504.8	0.49
			Planicie aluviónica moderadamente inclinada	4 - 8%	PAQr/C	9986.6	9.63
			Planicie aluviónica fuertemente inclinada	8 - 15%	PAQr/D	5892.3	5.68
		Planicies Marinas con influencia aluviónicas	Planicie aluviónica Moderadamente empinada	15-25%	PAQa/E	1047.6	1.01



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elementos del Paisaje	Pendiente %	Símbolo	Superficie	
						ha	%
		recientes y antiguas. Disectadas	Planicie aluviónica empinada	25 - 50%	PAQa/F	220.8	0.21
			Planicie aluviónica muy empinada	50 - 75%	PAQa/G	1767.3	1.70
	Planicies de Origen Eólico	Depósitos eólicos (Dunas y Barcanas)	Depósitos eólicos, moderadamente inclinados	4 - 8%	PMDu/C	500.2	0.48
			Depósitos eólicos, fuertemente inclinados	8 - 15%	PMDu/D	630.2	0.61
		Terraza Marina con influencia eólica	Planos o casi a nivel	0 - 2%	PETM/A	6171.7	5.95
			Ligeramente inclinada	2 - 4%	PETM/B	2177.7	2.10
			Moderadamente inclinada	4 - 8%	PETM/C	14395.8	13.89
			Fuertemente inclinada	8 - 15%	PETM/D	1772.9	1.71
			Moderadamente empinada	15 - 25%	PETM/E	2654.5	2.56
			Planicie de Origen Marino	Terraza Marina	Moderadamente inclinada	4 - 8%	PMTM/C
	Fuertemente inclinada	8 - 15%			PMTM/D	4.7	0.00
	Moderadamente empinada	15 - 25%			PMTM/E	19906.5	19.20
	Empinada	25 - 50%			PMTM/F	2671.8	2.58
	Talud Estructural	Talud de Planicie Aluvional	Talud fuertemente inclinado	8 - 15%	TPA/D	168.8	0.16
			Talud empinado	15 - 25%	TPA/E	970.9	0.94
			Talud moderadamente empinado	25 - 50%	TPA/F	270.5	0.26
		Escarpes	Escarpe extremadamente empinado	> 75%	TED/H	5986.6	5.78
Colinoso	Vallecitos	Vallecito estrecho Colinoso	Vallecito intercolinoso ligeramente inclinado	2 - 4%	Vi/B	69.0	0.07
			Vallecito intercolinoso moderadamente inclinado	4 - 8%	Vi/C	68.6	0.07
	Colinas del Pleistoceno de litología variada (Areniscas arcóscas estratificadas, alternados con lutitas, arcillas y conglomerados)	Lomadas de cima amplia	Cimas de Lomadas fuertemente inclinadas	8 - 15%	LACa/D	1421.9	1.37
			Laderas de Lomadas moderadamente empinadas	15 - 25%	LALd/E	1820.7	1.76
			Laderas de colinas moderadamente empinadas	15 - 25%	CALd/E	1739.8	1.68
		Colinas disectadas	Laderas de colinas moderadamente empinadas Andenes	15 - 25%	CALd/E(a)	77.1	0.07
			Laderas de colinas empinadas	25 - 50%	CALd/F	131.9	0.13



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elementos del Paisaje	Pendiente %	Símbolo	Superficie	
						ha	%
	de variada litología). Color rojizo, verde amarillento y grises						
	Colinas del Pleistoceno Conglomeradas de matriz arena tufacea. Color gris a gris claro	Lomadas disectadas	Laderas de Lomadas fuertemente inclinadas	8 - 15%	LCLd/D	7.1	0.01
		Colinas disectadas	Laderas de colinas moderadamente empinadas	15 - 25%	CCLd/E	2.1	0.01
			Laderas de colinas empinadas	25 - 50%	CCLd/F	185.3	0.18
	Colinas de litología intrusiva (granito, tonalita)	Colinas Estructurales	Laderas de colinas moderadamente empinadas	15 - 25%	CILE/E	213.1	0.21
			Laderas de colinas moderadamente empinadas Andenes	15 - 25%	CILE/E(a)	81.5	0.08
			Laderas de colinas empinadas	25 - 50%	CILE/F	155.9	0.15
			Laderas de colinas muy empinadas	50 - 75%	CILE/G	622.2	0.60
			Laderas de colinas Extremadamente empinadas	> 75%	CILE/H	134.8	0.13
Centros Poblados						173.8	0.17
Otras instalaciones (granjas)						215.0	0.21
<b>Superficie Total</b>						<b>103655.5</b>	<b>100.00</b>

Tabla 3.15: Rangos de pendiente

Rango (%)	Término Descriptivo	Rango (%)	Término Descriptivo
0 - 2	Plana casi a nivel	2 - 4	Ligeramente inclinada
4 - 8	Moderadamente inclinada	8 - 15	Fuertemente inclinada
15 - 25	Moderadamente empinada	25 - 50	Empinada
50 - 75	Muy Empinada	Mayor a 75	Extremadamente empinada



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.2.1.1 Gran paisaje de planicies

El aspecto general que presenta es el de una planicie árida de relieve predominantemente plana, caracterizada por su topografía plana, ondulada y disectada seca, con pendientes dominantes de 0 a 8 % y con algunas quebradas superficiales.

Estas áreas han sido desarrolladas por eventos geológicos continuos constituidas por materiales fluviales y coluvio – aluviales recientes y subrecientes, producto de los depósitos provenientes de las partes altas que discurren a través de las quebradas, así como por efectos de coluviación de materiales.

Se aprecia una estratificación de material aluviónico (material grueso: gravas, guijarros hasta piedras), en diferentes contenidos del Pleistoceno depositado sobre otros materiales más antiguos y/o volcánicos, en muchos sectores atravesados por material fluviónico reciente, otros sectores muestran planicies aluvionales que se encuentran depositados sobre material volcánico: tufos volcánicos, siempre cubiertos por material aluviónico. La planicie actualmente, muestra también una alta actividad posterior a las épocas de deglaciación o procesos naturales de épocas de severas precipitaciones.

Comprende una superficie de 96535.7 ha, equivalente al 93.10% del área evaluada.

Dentro de este Gran paisaje se ha reconocido los siguientes paisajes: Fluvial, Planicies Coluviónicas, Planicies Aluviónicas del Pleistoceno, Planicies de Origen Eólico, Planicies de Origen Marino y Talud Estructural.

A continuación se describen las características, origen, forma y pendiente de cada paisaje, lo cual se puede visualizar en el **(Anexo 3I: Panel Fotográfico)**.

#### a. Fluvial

El paisaje, se caracteriza por presentar evidencias de una acción aluvial de gran actividad en el pasado, cuyo relieve actual presenta una configuración plana a moderadamente inclinada, de 0 a 8%, de pendiente dominante, hasta llegar a 15% en los sectores más empinados en contacto con los frentes de la planicie aluvional o colinas. Ha sido originado mayormente por depósitos fluviales de los ríos Siguas y Vitor y quebradas estacionales de planicies estructurales que actualmente tienen escorrentías débiles sólo de manera muy esporádica, es decir se trata de acumulaciones debido a condiciones climáticas pasadas. Actualmente estos lechos torrenciales, relativamente estables, evolucionan más por la actividad eólica.

Comprende geoformas de formación fluviónica reciente, mayormente con suelos arenosos asociados a material más grueso (gravas y guijarros), en otros estratificados, formando terrazas, cuya altitud local varía desde los 2 a 5 metros, las que pueden ser



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

terrazas bajas (inundables y no inundables) o medias, en algunos casos ocupando ambas márgenes del cauce principal, y con extensión variable; se aprecia una agricultura en desarrollo y en otras de desarrollo potencial. Está principalmente localizado en ambas márgenes de los ríos Siguas y Vítor.

Dentro de este paisaje se ha reconocido los siguientes Subpaisajes: Cauces de ríos y quebradas, Valle estrecho (quebradas), Valle estrecho (Planicies Estructurales) y Valle Amplio (Terrazas).

➤ **Cauces de ríos y quebradas**

Esta unidad se origina durante el período de creciente, por acumulación de materiales aluviales gruesos recientemente transportados y depositados anualmente por acción de los ríos y quebradas a lo largo de sus cauces y márgenes actuales. En su mayor parte conforman depósitos de materiales de cantos rodados heterométricos, bolones, gravas, guijarros, gravillas y arenas gruesas, medias y finas. Es constantemente ocupada por el río durante el año, donde la carga de material transportado satura su caudal y ocupa un espacio que, en muchas ocasiones, es desbordado, produciendo daños a la población y la agricultura. Esta unidad representa el lecho o caja por donde discurren normalmente las aguas de los ríos Siguas y Vítor.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno. Se ha identificado el siguiente elemento del paisaje:

- Cauce activo ligeramente inclinado (2 - 4 %) Cw/B.

➤ **Valle estrecho (Quebrada)**

Son terrenos llanos a ligeramente inclinados, de 0 a 8 % de pendiente dominante, hasta llegar a 15% en los sectores más empinados en contacto con los frentes colinosos formados por antiguas acumulaciones torrenciales de cauces, que actualmente tienen escorrentías débiles sólo de manera muy esporádica, es decir se trata de acumulaciones debidas a condiciones climáticas pasadas. Actualmente estos lechos torrenciales, relativamente estables, evolucionan más por la actividad eólica.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- Fondo de Quebrada Estacional plano a casi a nivel (0 - 2%) VQ/A.
- Fondo de Quebrada Estacional ligeramente inclinado (2 - 4%) VQ/B
- Fondo de Quebrada Estacional moderadamente inclinado (4 - 8%) VQ/C
- Fondo de Quebrada Estacional, fuertemente inclinado (8 - 15%) VQ/D



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

➤ **Valle estrecho (Planicies Estructurales)**

Comprende geoformas de formación fluviónica recientes, ocasionadas por flujos de agua a manera de torrenteras, que han erosionado fuertemente las planicies antiguas, de diferente extensión, mayormente con suelos arenosos estratificados asociados a material más grueso (gravas gruesa), ubicado entre colinas y/o planicies, actualmente sin uso o escasamente bajo el uso agrícola, o ubicación de canteras de material de construcción, ocasionalmente pueden sufrir aluviones en épocas de fuertes precipitaciones en el sector andino.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |  |          |       |
|--|----------|-------|
| ○ Fondo de Valle plano a casi a nivel    | (0 - 2%) | VP/A. |
| ○ Fondo de Valle ligeramente inclinado   | (2 - 4%) | VP/B  |
| ○ Fondo de Valle moderadamente inclinado | (4 - 8%) | VP/C  |

➤ **Valle Amplio (Terrazas)**

Es una unidad fisiográfica de escaso relieve y relativamente plana, formada por los aportes de sedimentos fluviónicos en épocas de avenidas, los cauces de los ríos Siguas y Vítor, no son capaces de soportar el volumen de descarga esparciendo los sedimentos en las zonas adyacentes dentro de un radio variable de influencia y con un espesor deposicional que está en función de las características de las avenidas (volumen, tipo de sedimentos, intensidad, etc.). Los sedimentos son principalmente limos y arenas finas.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas. De conformidad con la inclinación del terreno, se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |  |          |        |
|--|----------|--------|
| ○ Terraza baja inundable, plano a casi a nivel     | (0 - 2%) | Tbi/A. |
| ○ Terraza baja no inundable, ligeramente inclinada | (2 - 4%) | Tbn/B  |
| ○ Terraza media, moderadamente inclinada           | (4 - 8%) | Tm/C   |

**b. Planicies Coluviónicas**

Comprende geoformas de formación coluviónicas recientes, denominadas conos de derrubios y abanicos, ocasionados por caída de materiales meteorizados desde las partes altas de las planicies antiguas estructurales al pie de su talud, formando superficies ligeramente inclinadas a fuertemente inclinada, con pendientes de 2 a 15%. Debido a que los torrentes cargados de material al descender de las partes altas y penetrar en los terrenos más bajos, reducen marcadamente su gradiente y, como consecuencia de este cambio y teniendo en consideración la litología del área, se han depositado primero sedimentos gruesos (gravas gruesas), y luego el material menos



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

grueso arenosos y gravosos, que se han esparcido en forma de abanico en la parte más baja.

Dentro de este paisaje se ha reconocido los siguientes Sub Paisajes: Conos de Derrubios y Abanicos.

➤ **Conos de Derrubios**

Esta unidad fisiográfica también denominada Cono de Deyección, está conformados por la acumulación de materiales coluvio aluviales transportados y depositados por la acción combinada de las corrientes de agua y gravedad. En la zona de estudio se han originado por caída de materiales meteorizados desde las partes altas de las planicies antiguas estructurales al pie de su talud, formando superficies ligeramente inclinadas a fuertemente inclinada, con pendientes de 2 a 8%, llegando en algunos casos hasta 15%. Se localizan en ambas márgenes de los valles de Siguas y Vítor, en las laderas del talud de la planicie principalmente.

En algunas ocasiones se han originado por la influencia de quebradas que discurren al curso principal de los ríos, debido a que los torrentes cargados de material al penetrar en los terrenos más bajos, reducen marcadamente su gradiente y, como consecuencia de este cambio y teniendo en consideración la litología del área, han depositado primero sedimentos gruesos (gravas gruesas) y luego el material menos grueso, que se ha esparcido en forma de abanico en la parte más baja. La diferenciación de estas dos unidades radica en la amplitud del recorrido del flujo de agua y, por tanto en el radio de distribución de los sedimentos que acarrea (los conos de derrubios son de menor alcance que los abanicos).

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |   |           |        |
|---|-----------|--------|
| ○ Conos de derrubios ligeramente inclinados   | (2 - 4%)  | PCdr/B |
| ○ Conos de derrubios moderadamente inclinados | (4 - 8%)  | PCdr/C |
| ○ Conos de derrubios fuertemente inclinados   | (8 - 15%) | PCdr/D |

➤ **Abanicos**

Esta unidad se origina por la influencia de aluviales recientes acarreados por quebradas que desembocan en el curso principal de los ríos. Lo constituyen sedimentos menos gruesos de material que al descender de las partes altas y penetrar en los terrenos más bajos se han depositado en forma de abanico en la parte más baja de los torrentes al reducir marcadamente su gradiente. La deposición de los materiales es de forma de abanico o cono (semi cónica) con el vértice hacia arriba y con una vertiente cóncava, de relieve plano a fuertemente inclinado.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Se localizan en ambos márgenes de los valles de Siguas y Vítor en las laderas de talud de la planicie principalmente. El material grueso y la pedregosidad en diversa proporción y tamaño, tanto superficial como interno, es característico en todos estos suelos, lo mismo que su pendiente, pues normalmente ocupan posiciones un tanto inclinadas. Se encuentran libres de problemas de salinidad y/o alcalinidad.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |   |           |       |
|---|-----------|-------|
| ○ Abanico coluviónico ligeramente inclinado   | (2 - 4%)  | PCA/B |
| ○ Abanico coluviónico moderadamente inclinado | (4 - 8%)  | PCA/C |
| ○ Abanico coluviónico fuertemente inclinado   | (8 - 15%) | PCA/D |

**c. Planicies Aluviónicas del Pleistoceno**

Comprende geoformas originadas en el Pleistoceno por fuertes procesos de deglaciación, formando numerosas torrenteras desde muy superficiales hasta profundas (1,5m. a 2,0m.). Están constituidos por grandes depósitos de material aluviónico de arenas, gravas y bloques con numerosas capas arenosas de recubrimiento eólico. Son consideradas como superficies eriazas presentes en la mayor parte de lo que se conoce como “pampas costeras desérticas”, formadas principalmente por antiguas acumulaciones aluviales.

Las Planicies Aluviónicas del Pleistoceno, conforman ambientes de extensiones significativas y dominante, con un relieve variable desde planas a moderadamente inclinadas con pendientes variables de 2 a 8%. Sectores sometidos a fuertes procesos de erosión (torrenteras), han generado superficies aluvionales de diferente grado de disección con pendientes variables de 15 a 75%. Se encuentran constituidos por suelos superficiales a moderadamente profundos arena gravosos, depositados sobre material pedregoso, rocoso y muy gravoso.

Dentro de este paisaje se ha reconocido los siguientes Sub Paisajes: Planicies Marinas con influencia aluviónicas recientes y antiguas- Planas a inclinadas y Planicies Marinas con influencia aluviónicas recientes y antiguas.

➤ **Planicies Marinas con influencia aluviónicas recientes y antiguas- Planas a inclinadas**

Paisaje de relieve plano con pendientes entre 0 - 15%, y características de gran aridez producto de un clima extremadamente seco que viene desde el Pleistoceno, con depósitos aluviales depositados sobre estratos areniscas arcósicas de grano grueso a medio, estratificadas en capas medias, alternados con areniscas arcillosas, arcillas, lutitas poco compactas y conglomerados lenticulares (guijarros de roca volcánica y en menor proporción, de cuarcitas y roca intrusiva), areniscas tobáceas, areniscas



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

conglomerádicas y venillas de yeso. Presenta una coloración variable, donde predominan los tonos grises, verde amarillentos y especialmente rojizos.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |   |           |         |
|---|-----------|---------|
| ○ Planicie aluviónica plano a casi a nivel    | (0 - 2%)  | PAQr/A. |
| ○ Planicie aluviónica ligeramente inclinada   | (2 - 4%)  | PAQr/B  |
| ○ Planicie aluviónica moderadamente inclinada | (4 - 8%)  | PAQr/C  |
| ○ Planicie aluviónica fuertemente inclinada   | (8 - 15%) | PAQr/D  |

➤ **Planicies Marinas con influencia aluviónicas recientes y antiguas. Disectadas**

En esta zona el relieve es mixto, plano y con quebradas o torrenteras de gran longitud, cuyas pendientes varían entre 15% a 75%, con zonas onduladas y disectadas formando cauces secos poco profundos, lomadas y colinas. Están conformadas por areniscas blanco grisáceas, de grano medio a fino, hasta conglomerádicas, con algunos niveles de arcilla y conglomerado de cantos chicos de variada naturaleza conformando una matriz areno-arcillosa, medianamente consolidada siendo fácilmente distinguido por sus tonalidades claras. Presencia por sectores de bancos de tufo riolítico blanco, bastante compacto y de grano fino, que adquieren una coloración rosada por intemperismo.

Esta unidad ocupa gran parte de la Pampa de Siguas, que constituye la zona de influencia directa del Proyecto y que está cubierta por el material cuaternario aluvial, siendo la erosión la mayor probabilidad de presentarse por la naturaleza de sus componentes.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |  |            |        |
|--|------------|--------|
| ○ Planicie aluviónica moderadamente empinada | (15 - 25%) | PAQa/E |
| ○ Planicie aluviónica empinada               | (25 - 50%) | PAQa/F |
| ○ Planicie aluviónica muy empinada           | (50 - 75%) | PAQa/G |

**d. Planicies de Origen Eólico**

Constituye un paisaje en el cual el viento, actuando como agente modelador, ha impreso sus efectos, reflejados por una cobertura de sedimentos arenosos de espesor, forma y altura variables, que se sobrepone a las planicies aluviónicas antiguas. Se caracteriza por presentar una amplia zona de acumulación de material eólico bajo un aspecto monticular y una zona de relieve plano o ligeramente ondulado, que constituye una transición al paisaje marino.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Presenta un relieve plano a fuertemente inclinado con pendientes variables de 0 a 25%, se distribuyen mayormente en las Pampas de Siguas y Vítor, sector Norte y Sur Este, que han sido ocupadas por material arenoso eólico proveniente desde la parte baja de la planicie cercana a la costa principalmente. Se encuentran conformadas por mantos de arena que cubren las planicies aluviónicas del pleistoceno (antiguas) y en otros sectores están conformados por cuerpos de arenas denominados dunas y barcanas en movimiento que muestran un moderadamente inclinado a moderadamente empinado con pendientes variables de 4 a 25%.

Dentro de este paisaje se ha reconocido los siguientes Sub Paisajes: Depósitos eólicos (Dunas y Barcanas) y Terraza Marina con influencia eólica.

➤ **Depósitos Eólicos (Dunas y Barcanas)**

Es un sub Paisaje de naturaleza evidentemente eólica. Presenta forma discontinua, está sobre la planicies aluviónicas del pleistoceno y planicie marina y es originada por el continuo transporte de arenas de áreas vecinas por acción del viento, las cuales adoptan dos forma definidas: media luna (barcanas) y monticular o cónico.

Se encuentra constituida por material de origen eólico desarrollado en forma de montículos que poseen una cumbre o cresta definida, conocida como “dunas”. Está constituida por arenas finas y medias. Las dunas de mayor altura y las más achatadas pueden contener además arenas gruesas, transportadas y depositadas a través del tiempo en forma amplia por la acción dinámica del viento en sectores de la planicie y en algunas partes de las laderas bajas de las colinas. El relieve es plano a ondulado con pendientes moderada a fuertemente inclinadas (4 – 15%).

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado los siguientes elementos del paisaje:

- Depósitos eólicos moderadamente inclinados (4 - 8%) PMDu/C
- Depósitos eólicos fuertemente inclinados (8 - 15%) PMDu/D

➤ **Terraza Marina con influencia eólica**

Se caracteriza por presentar una amplia zona de acumulación de material eólico bajo un aspecto monticular y una zona de relieve plano o ligeramente ondulado, que constituye una transición al paisaje marino.

Esta unidad se origina debido a las acumulaciones de arena acarreada por el viento sobre los depósitos aluviales del río y quebradas confluyentes así como sobre los depósitos fluvio marinos. Se deposita formando montículos dunosos de gran espesor, conformando una topografía suave a ondulada.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |                           |            |         |
|---------------------------|------------|---------|
| ○ Plano a casi a nivel    | (0 - 2%)   | PETM/A. |
| ○ Ligeramente inclinada   | (2 - 4%)   | PETM/B  |
| ○ Moderadamente inclinada | (4 - 8%)   | PETM/C  |
| ○ Fuertemente inclinada   | (8 - 15%)  | PETM/D  |
| ○ Moderadamente empinada  | (15 - 25%) | PETM/E  |

**e. Planicies de Origen Marino**

Comprende geoformas cercanas a la zona costera de las Pampas de Siguas, de diferente altitud sobre los 1000 m.s.n.m. Son los más antiguos, constituidos por capas de conglomerados arenosos en matriz calcárea, considerados como terrazas de nivel 3 se hallan bordeando el litoral, prolongándose, tierra adentro, hasta el pie de las escarpas de los acantilados. Su relieve es variable desde planas a onduladas, con pendientes variables de 2 a 15%, asimismo muestra ambientes severamente erosionados mostrando diferentes grados de erosión, con pendientes variables de 25 a 75%.

Dentro de este paisaje se ha reconocido los siguientes Sub Paisajes: Terraza Marina.

➤ **Terraza Marina**

Es un extenso sub Paisaje resultante de levantamiento y hundimiento continentales, los cuales han sido acompañados de acciones de transgresión y regresión marina, condicionando una topografía general plana.

Este sub Paisaje presenta formas planas, constituye el paisaje costero, el mismo que fue rellenado por capas de conglomerados arenosos en matriz calcárea, y por acción eólica los que han deformado su configuración inicial. Se caracterizan por ser superficies de topografías planas dentro del paisaje de origen marino.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado los siguientes elementos del paisaje:

- |  |            |        |
|--|------------|--------|
| ○ Terraza Marina ligeramente inclinada   | (2 - 4%)   | PMTM/B |
| ○ Terraza Marina moderadamente inclinada | (4 - 8%)   | PMTM/C |
| ○ Terraza Marina fuertemente inclinada   | (8 - 15%)  | PMTM/D |
| ○ Terraza Marina moderadamente empinada  | (15 - 25%) | PMTM/E |
| ○ Terraza Marina empinada                | (25 - 50%) | PMTM/F |

**f. Talud Estructural (TED)**

Este paisaje está conformado por antiguas terrazas marinas resultantes de ciclos o



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

etapas de levantamientos continentales y de la consiguiente regresión marina sobre las cuales se han producido procesos erosivos causados por agentes modeladores del paisaje, que ha originado varios desniveles cuyos taludes o escarpes muestran una distribución discontinua y están sujetos a una fuerte erosión. En estas unidades han intervenido una potente cobertura de sedimentos eólicos que ha enmascarado el relieve y/o también la intensidad y basculamiento de los movimientos epigénicos

Comprende geoformas de pendiente fuertemente inclinadas a extremadamente empinadas (8 a mayor de 75%), que se encuentran ubicados en los bordes de las grandes planicies aluviónicas del Pleistoceno, planicies marinas y planicies de origen eólico.

Dentro de este paisaje se ha reconocido los siguientes Sub Paisajes: Talud de Planicie Aluvional y Escarpes.

➤ **Talud de Planicie Aluvional**

Comprende geoformas de que se encuentran ubicadas en los bordes de las grandes planicies aluviónicas del Pleistoceno, planicies marinas y planicies de origen eólico, que se han originado debido a procesos erosivos causados por agentes modeladores del paisaje, conformando desniveles cuyos relieves muestran una distribución discontinua y están sujetos a una fuerte erosión con pendientes fuertemente inclinadas a muy empinadas (8 a 75%).

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

○ Talud fuertemente inclinado	(8 - 15%)	TPA/D
○ Talud moderadamente empinado	(15 - 25%)	TPA/E
○ Talud empinado	(25 - 50%)	TPA/F
○ Talud muy empinado	(50 - 75%)	TPA/G

➤ **Escarpes**

Comprende geoformas de pendiente extremadamente empinadas (mayor de 75%), que se encuentran ubicados en los bordes de las grandes planicies aluviónicas del Pleistoceno, planicies marinas y planicies de origen eólico, que han sido originadas por procesos erosivos de orden natural.

De conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado un solo elemento del paisaje:

○ Escarpe Extremadamente empinado	(mayor de 75%)	TED/H
-----------------------------------	----------------	-------



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.2.1.2 Gran paisaje colinoso

Este escenario fisiográfico está conformado por ondulaciones pronunciadas, cuya altura no sobrepasa de 300 m. con respecto al nivel de base local y un relieve con un grado de disectación variable. La génesis de la superficie se encuentra estrechamente relacionada con los movimientos orogénicos y con la acción modeladora de los agentes erosivos.

Litológicamente, está constituido por materiales de rocas intrusivas (granito, tonalita, diorita) no bien diferenciadas en las partes más altas del área estudiada y por rocas de litología sedimentaria de naturaleza conglomerádica del Terciario, depositados sobre materiales de origen volcánico, con inclusiones de gravas, tufos entre otros, distribuido en el sector Sur y Noroeste del área de estudio, con altitud variable entre los 950 a 1 600 msnm, en los que ocurren procesos orogénicos y procesos erosivos muy activos.

Es importante señalar que el ambiente es muy seco con temperaturas entre 12 °C a más de 20 °C, con precipitaciones muy incipientes (Diciembre a Marzo). Se aprecian especies vegetales: matorrales a partir de los 1000 m.s.n.m.; al Sur de Majes y Siguas en épocas de invierno se presentan neblinas, denominados “camanchacas”.

Comprende una superficie aproximada de 6731.0 ha, equivalente al 6.52 % del área evaluada.

Dentro de este Gran paisaje se ha reconocido los siguientes paisajes: Vallecitos; Colinas del Pleistoceno de litología variada (Areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología) de color rojizo, verde amarillento y grises; Colinas del Pleistoceno Conglomerádicas de matriz arena tufácea, color gris a gris claro; Colinas de litología metamórfica (cuarcita, gneis, piroclastos), Colinas de litología intrusiva (granito, tonalita)

A continuación se describen sus características, origen, forma y pendiente de cada paisaje, lo cual se puede visualizar en el **(Anexo 3I: Panel Fotográfico)**.

#### a) Vallecitos

Este paisaje está representado por el conjunto fisiográfico de antiguos torrentes de cauce estrecho (vallecitos) y de longitud variable. Han sido originados entre la altitud máxima de las colinas y el nivel de base, debido a un intenso grado de alteración o disección del relieve, por acción combinada de diversos agentes, siendo el más importante la precipitación, cuya mayor expresión debió alcanzarse bajo condiciones climáticas distintas a la actual. En estos cauces discurrieron los materiales sueltos transportados por las aguas, las que al colmatar la base han dejado un fondo plano conteniendo materiales de naturaleza más bien arenosa y gravilosa, de acuerdo al tipo de roca de la cual proceden.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Dentro de este paisaje se ha reconocido el siguiente Sub Paisaje: Vallecito estrecho (Colinoso).

➤ **Vallecito estrecho Colinoso**

Esta unidad está representada por el conjunto fisiográfico de antiguos torrentes de cauce estrecho y de longitud variable, ubicados en la base de las colinas, bastante erosionados la mayor parte de ellos, y a través de los cuales discurrieron los materiales sueltos transportados por las aguas, las que al colmatar la base han dejado un fondo plano conteniendo materiales de naturaleza más bien arenosa y gravillosa, de acuerdo al tipo de roca de la cual proceden.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado el siguiente elemento del paisaje:

- Vallecito intercolinoso ligeramente inclinado (2 - 4%) Vi/B
- Vallecito intercolinoso, moderadamente inclinado (4 - 8%) Vi/C

**b) Colinas del Pleistoceno de litología variada (Areniscas arcóscicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología). Color rojizo, verde amarillento y grises**

Este paisaje está conformado en un ambiente de lomadas y colinas, con pendientes de 8 a 50% originadas en el Pleistoceno por fuertes procesos de deglaciación. Litológicamente están constituidos por materiales sedimentarios en estratos de areniscas arcóscicas de grano grueso a medio, estratificadas en capas medias, alternados con areniscas arcillosas, arcillas, lutitas poco compactas y conglomerados lenticulares (guijarros de roca volcánica y en menor proporción, de cuarcitas y roca intrusiva), areniscas tobáceas, areniscas conglomerádicas y venillas de yeso. En muchos sectores sobre esta litología se ha depositado materiales más recientes de procedencia eólica.

Presenta una coloración variable, donde predominan los tonos grises, verde amarillentos y especialmente rojizos. El relieve es complejo y en diferentes grados de disección, con alturas que oscilan entre 12 y 70 metros desde el nivel de base local y con pendientes que varían entre 8 y 50%.

Dentro de este paisaje se han reconocido los siguientes Sub Paisajes: Lomadas de cima amplia; Colinas disectadas.

➤ **Lomadas de Cima Amplia**

Están representadas por superficies redondeadas y de poca elevación, que se ubican principalmente en la parte norte del área estudiada. Dentro de esta unidad, las lomadas bajas están comprendidas, entre el nivel de las pampas y los 2,000 msnm., constituidas casi íntegramente por los sedimentos poco compactos de la formación Moquegua inferior.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Todas ellas se hallan disectadas por cauces estrechos poco profundos, de fondo y ancho plano, los mismos que se muestran colmatados debido a la acción de las aguas pluviales sobre los sedimentos poco consolidados. El drenaje dendrítico y el paralelo son predominantes.

Se subdivide en unidades más pequeñas y homogéneas, de conformidad con la inclinación del terreno, se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- Cimas de Lomadas fuertemente inclinadas (8 - 15%) LACa/D
- Laderas de Lomadas moderadamente empinadas (15 - 25%) LALd/E

➤ **Colinas Disectadas**

Constituida por laderas moderadamente empinadas a empinadas y con procesos erosivos. Presenta una buena parte de depósitos de coluvios de remoción procedente de la parte alta, son un tanto irregulares respecto a sus pendientes. Se caracterizan por tener un patrón de drenaje característico de tal forma que, al visualizarse integralmente esta unidad, presenta un grado moderado de disectación.

Dentro de este sub-paisaje se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- Laderas de colinas moderadamente empinadas (15 - 25%) CALd/E
- Laderas de colinas moderadamente empinadas (15 - 25%) Andenes CALd/E(a)
- Laderas de colinas empinadas (25 - 50%) CALd/F

**c) Colinas del Pleistoceno Conglomerádicas de matriz arena tufácea. Color gris a gris claro**

Este paisaje está conformado en un ambiente de lomadas y colinas disectadas, con pendientes de 8 a 50% originadas en el Pleistoceno por fuertes procesos de deglaciación. Litológicamente están constituidos por areniscas blanco grisáceas, de grano medio a fino, hasta conglomerádicas, con algunos niveles de arcilla y conglomerado de cantos chicos de variada naturaleza conformando una matriz areno-arcillosa, medianamente consolidada siendo fácilmente distinguido por sus tonalidades claras. Presencia por sectores de bancos de tufo riolítico blanco, bastante compacto y de grano fino, que adquieren una coloración rosada por intemperismo.

Dentro de este paisaje se han reconocido los siguientes Sub Paisajes: Lomadas disectadas y Colinas disectadas

➤ **Lomadas disectadas**

Se caracteriza por tener un patrón de drenaje característico, en el que la sucesión de cauces secos presentes se encuentran moderadamente espaciados, de tal forma que, al visualizarse integralmente esta unidad, presenta un grado moderado de disectación.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

De conformidad con la inclinación del terreno, se ha identificado el siguiente elemento del paisaje:

- Laderas de Lomadas fuertemente inclinadas (8 - 15%) LCLd/D

➤ **Colinas disectadas**

Se caracteriza porque la acción erosiva ha sido más intensa, reflejándose en un patrón en el que la sucesión de cauces es más estrecha y, por lo tanto, el grado de disectación es más marcado que en la unidad descrita anteriormente.

Dentro de este sub-paisaje se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- Laderas de colinas moderadamente empinadas (15 - 25%) CCLd/E
- Laderas de colinas empinadas (25 - 50%) CCLd/F

**d) Colinas de litología intrusiva (granito, tonalita)**

Está conformado por colinas de cimas redondeadas y sub redondeadas de topografía accidentada y de laderas cortas con pendientes entre 15% y más de 75%. La génesis de la superficie se encuentra estrechamente relacionada con los movimientos orogénicos y con la acción modeladora de los agentes erosivos. Litológicamente, está constituida por materiales de rocas intrusivas ácidas (tonalita, dioritas, granodiorita) y otros minerales intrusivos. En general las rocas son de color gris claro, tienen textura holocristalina de grano medio y son ricas en cuarzo, con excepción de la diorita que muestra una textura gnéssica, grano fino y color verde a gris oscuro

Se localizan en las partes altas de la zona estudiada sometidos básicamente a la acción erosiva (halo y termoclastismo) de los agentes físicos de la zona, constituyendo depósitos de materiales misceláneos de rocas y arenas.

Dentro de este paisaje se ha reconocido el siguiente Sub Paisaje: Colinas Estructurales

➤ **Colinas Estructurales**

Esta unidad fisiográfica está dominada por aquellas tierras que se caracterizan por presentar una topografía abrupta, con relieves accidentados y pendientes moderadamente empinados a muy empinados (15 a 75 %), de relieve ondulado con grados de disección por efecto del escurrimiento superficial del agua de lluvia, producidos en épocas más antiguas de alta precipitación, que actualmente permanecen secos, activándose esporádicamente por efecto del Fenómeno El Niño. Poseen una longitud y pendiente variable, que mayormente depende de la altura de la colina y la resistencia estructural.

En su conjunto está conformada por elevaciones prominentes entre menores a 20 m y 300 m sobre el nivel de base local. Las colinas presentan diferentes grados de disección,



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

localizadas cerca o a continuación de las estribaciones montañosas y en algunos casos aislados en los sectores de menor altitud del área de estudio, principalmente dentro de las zonas climáticas Árida Semicálida.

Dentro de este sub-paisaje se han identificado los siguientes elementos del paisaje:

- Laderas de colinas moderadamente empinadas (15 - 25%) CILE/E
- Laderas de colinas moderadamente empinadas Andenes (15 - 25%) CILE/E(a)
- Laderas de colinas empinadas (25 - 50%) CILE/F
- Laderas de colinas muy empinadas (50 - 75%) CILE/G
- Laderas de colinas extremadamente empinadas (mayor de 75%) CILE/H

### 3.5.3 Geomorfología

El estudio geomorfológico, circunscrito dentro del área de influencia directa, describe e interpreta esencialmente las formas del terreno y la dinámica de su desarrollo, el cual evoluciona entre procesos constructivos y destructivos debido a los agentes de erosión que actúan en el espacio y en el tiempo, dando como resultado diversos relieves, bajo escenarios definidos por las condiciones climáticas. Independientemente de los agentes, existen factores y condiciones precedentes siempre ligadas a la historia geológica de la región. (Ver **Anexo 3A-05**, Mapa Geomorfológico).

#### 3.5.3.1 Metodología

La metodología que se emplea es similar a la de la exploración geológica, es decir es básicamente una disciplina de campo que se convierte en complemento de los estudios de caracterización geológica de un terreno, aplicando el criterio litomorfoestructural, haciendo uso de la cartografía existente, imágenes de satélite, ubicación en coordenadas de las geoformas ya sean conspicuas o levemente notorias por efecto de la erosión o la agradación, análisis y descripción de climas, microclimas, patrón de drenaje y el modelado correspondiente, así como las diversas etapas de tectonismo que han afectado a la región.

#### 3.5.3.2 Características generales

A partir de lo expresado, el área de influencia directa del Proyecto (alrededores de la confluencia del río Siguas y Vítor), presenta formas de una amplia llanura, con predominio de esta unidad en un alto porcentaje del ámbito de estudio; surcada por quebradas poco profundas orientadas en dirección NE-SW. Le sigue el valle fluvial del río Siguas que delimita la llanura aluvial, conservando el curso hídrico una dirección NE-SW de linealidad regional y que muestra por tramos, también un característico fondo plano hacia el curso medio del río Siguas (Pitay, Sondor, Sta. Isabel), volviendo a estrecharse



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

el valle decenas de kilómetros antes de la confluencia de los ríos Sigúas y Vítor para formar el valle del río Quilca.

Son notorias dentro de estas geoformas, las terrazas fluviales y laderas de fuerte pendiente que las bordean, disectadas a su vez por torrenteras y quebradas mayormente secas y de fuerte pendiente, mientras que las geoformas varían sustancialmente hacia el sector NE, donde se ubica el inicio de las estribaciones andinas, observando colinas que van variando tanto en la pendiente de sus laderas y la altura de sus cimas, donde los valles respectivos se tornan nuevamente más estrechos, llegando incluso al encañonamiento en función al control litológico y tectónico evidente.

### 3.5.3.3 Unidades geomorfológicas

En el área de estudio se identifican tres unidades geomorfológicas principales, claramente definidas, mediante el análisis fotogeológico y comprobación de campo, que permiten clasificarlas de la siguiente manera:

Tabla 3.16: Unidades Geomorfológicas – Proyecto Majes-Siguas Etapa II, Fase 2

Unidades	Sub unidades	Geoformas características	Símbolo
Valle fluvial	Terrazas	Terraza Baja Reciente	VFtbr
		Terraza Alta Subreciente	VFtasr
	Laderas	Taludes fuertes, moderados a suaves	VFlfms
		Taludes verticales	VFtv
Llanura Costera		Depósitos Coluviales	VFdc
	Pampas	Depósitos Aluviales	Llda
	Arroyos	Arroyos poco profundos, quebradas secas, torrenteras	LlCapp
	Dunas y mantos de arena	Depósitos eólicos	LlCde
Sector Colinas	Colinas Disectadas	Colinas Disectadas, litología Metamórfica	SCdlm
		Colinas Disectadas, litología Volcánica	SCdlv

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

#### 3.5.3.3.1 Valle fluvial

Esta unidad abarca los sectores por donde discurre el curso medio e inferior del río Sigúas, definiendo que la formación de un valle fluvial, está condicionado a factores climatológicos, geológicos, geomorfológicos y litológicos, que determinan su morfología, patrón de drenaje, pendiente, velocidad de erosión, perfil transversal y longitudinal, etc. durante las diversas etapas de su evolución. En el caso del río Sigúas, se tienen los



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

mismos parámetros, que se mencionan y que se registran a lo largo de su curso, dejando diversas geoformas características de cada etapa y que pueden ser identificadas para la aplicación de soluciones técnicas en la medida que una obra de ingeniería requiera implantarse.

**a) Terrazas**

➤ **Terrazas bajas recientes (VFtbr)**

Reconocidas zonas de acumulación a lo largo del valle fluvial del río Sigúas, que al alcanzar una altura mayor al álveo, se hacen más estables y duraderas, conservando aún su relieve plano o levemente inclinado, amplitud y buena calidad de suelos. Las terrazas fluviales bajas, son depósitos sedimentarios de planicies de inundación antiguas que han quedado abandonadas por los procesos naturales de migración lateral, acumulación (depósito) o erosión de los ríos (Leopold et al., 1964). Las terrazas bajas, se relacionan con cambios climáticos, los que generan grandes avenidas y épocas de estiaje.

➤ **Terrazas altas subrecientes (VFtasr)**

Las terrazas altas sub recientes son superficies que se desarrollan entre los 12 a 30 metros por encima del nivel de estiaje del río, por lo que no son afectadas por las inundaciones estacionales. Su topografía dominante es inclinada a ondulada con 15-50 % de pendiente. Las ondulaciones que presenta son producto de una moderada disección.

En general están conformadas por secuencias inconsolidadas de limoarcillitas, limo-arenosas, limos y arenas. Sobre estas superficies se presentan procesos erosivos de tipo difuso y concentrado (surcos y cárcavas), pero que se mantienen bastante estables debido al clima y las bajas precipitaciones, salvo en épocas excepcionales, donde pueden ser inundadas. Se presentan en amplias extensiones en su integridad hacia la zona de Pitay, Sondor, Tambillo, Santa Rita y Santa Isabel, son terrenos donde se ubican los principales poblados del área de estudio, limitando frecuentemente con un tipo de terrazas altas de menor disección y mayor altura.

**b) Laderas**

Geoforma ubicada hacia ambos márgenes del río Sigúas, con relieves variados y fuertes pendientes dependiendo de la litología existente, el grado de fracturación y meteorización de las rocas, lo que produce depósitos coluviales, taludes expuestos a derrumbes y deslizamientos, que derivan hacia el cauce, sobre todo en las inmediaciones del Pedregal. Este proceso se ha agudizado debido a infiltraciones significativas en las zonas aledañas de las Pampas de Majes, que han generado grandes deslizamientos desde hace varios años y que necesitan tomar las medidas del caso para detener o minimizar sus efectos.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Laderas taludes fuertes, moderados a suaves (VFfms)**

Se presentan con mayor relevancia hacia la zona de Lluclla, Pitay, Sondor y Tambillo, manteniendo estas geoformas, pendientes variadas desde fuertes, moderadas a suaves, en sectores con litología intrusiva, metamórfica y volcánico sedimentaria, donde se generan derrumbes, con bloques desprendidos de niveles volcánicos sedimentarios de grandes dimensiones asociados a sismos intensos así como de rocas metamórficas e intrusivas, que por la posición topográfica elevada son dominio del factor gravedad. En cuanto a los movimientos de masa estas zonas acumulan gran cantidad de detritos inconsolidados en las quebradas secas, que en etapas excepcionales pueden acarrear flujos sólidos o huaycos.

➤ **Laderas taludes verticales (VFtv)**

En sectores como Santa Rita, Santa Isabel y El Zarzal se han identificado estas geoformas con pendientes fuertes a verticales, en sectores con litología volcánicosedimentaria y capas de gran espesor, donde es posible hayan ocurrido deslizamientos de regular proporción pero de datación muy antigua. Incluso por las relaciones estratigráficas esto deslizamientos corresponden a épocas muy remotas con algunos miles de años, época en que no se realizaban aún irrigaciones y que más bien podrían asociarse a eventos de sismos colosales o lluvias extraordinarias y de gran duración, por cambios climáticos de aquellas épocas.

➤ **Laderas depósitos coluviales (VFdc)**

Son geoformas con características particulares, que se distinguen fácilmente por su forma geométrica triangular, la cual adquiere al desprenderse los materiales detríticos inconsolidados producto del alto grado de meteorización, el cual realiza un trabajo intenso de erosión mecánica, que debilita las rocas y que por gravedad caen acomodándose en la forma mencionada, hasta alcanzar su perfil de reposo, pero que puede ser reactivado por precipitaciones intensas o la sismicidad inherente a la localidad.

### 3.5.3.3.2 Llanura costera

Zona caracterizada por presentar un relieve sensiblemente plano, con pendientes entre 0% a 8%, formada por acumulación de materiales aluviales, eólicos, con presencia de torrenteras y arroyos secos; mantos de arena; dunas y barjanas; rizaduras y ventifactos.

#### c) Pampas

➤ **Depósitos aluviales (Llda)**

Se identifican como superficies de acumulación relieves sensiblemente horizontales, bastante extendidas en la zona de estudio, constituye una cobertura de material aluvial de edad Cuaternaria reciente a sub reciente, que fue transportado y distribuido en épocas de intensa actividad fluvial, por los ríos existentes, para el caso de la zona estudiada se



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

encuentran emplazadas en la subcuenca del río Siguas, ocupando un gran porcentaje de la zona estudiada; presenta una leve pendiente regional hacia el SW. Previamente a la formación de esta unidad, se inicio una actividad volcánica intensa desde el Terciario, con condiciones más atenuadas en nuestros días, donde las evidencias de esta actividad actual se confirman con la presencia de aguas termales, las que afloran fuera del área de influencia. La cobertura Cuaternaria está compuesta por un conglomerado aluvial y fluvial, depósitos tobáceos y piroclásticos.

La geofoma referida es resultado de procesos tectónicos que han levantado el continente durante el Cuaternario, lo cual permitió profundizar los cauces de los ríos y por ende ampliar la presencia de estos depósitos clásticos entre los valles principales, mas aún teniendo en cuenta que los paleoclimas ya presentaban aridez y sequedad intensa, la cual se mantiene hasta la actualidad.

**d) Arroyos**

➤ **Arroyos poco profundos, quebradas secas, torrenteras (LICapp)**

Las pampas o planicies aluviales, que se presentan dentro del área de influencia directa, son disectadas por quebradas poco profundas de cauce seco y de fondo plano, geoformas que ostentan un patrón de drenaje sin orden definido, entre la zona de cabecera, y el curso medio, algunos sectores se presentan sub-paralelos de tendencia rectangular, típico de este tipo de planicies y que son producto de la escorrentía temporal en épocas de fuertes precipitaciones en las nacientes que tienen cotas más elevadas, dejando arroyos o canales de poca profundidad y baja pendiente por lo general de fondo amplio, con drenaje sinuoso al interior de su cauce y con orientación predominante hacia el SW.

**e) Dunas y mantos de arena**

➤ **Depósitos eólicos (LICde)**

Sector distribuido ampliamente hacia la zona central de la planicie aluvial, así como hacia la zona NNE del perímetro del área de influencia directa y hacia el borde entre la planicie y el valle del río Siguas a partir del Pedregal, observando una gruesa cobertura de arena fina a media, producto de la erosión mecánica de las rocas del substrato y su posterior acumulación, donde predominan mas los depósitos eólicos provenientes de intrusivos y de rocas metamórficas, brindando geoformas de suave pendiente, que dejan muy pocos afloramientos conspicuos de los intrusivos mencionados y del complejo. Hacia la zona de la planicie forman dunas de mediana altura y grandes extensiones con marcas de "rizaduras", así como también se pueden observar formas caprichosas de erosión por acción del viento denominadas "ventifactos".



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

El clima es vital para la formación de esta unidad donde los vientos juegan un papel importante a lo largo de las pampas.

### 3.5.3.3.3 Sector colinas

Zona ubicada predominantemente hacia el sector norte del área de influencia directa, conformada por colinas y lomas con interfluvios de ancho variable, muchas veces plano, con grado de disección variable, cimas subredondeadas, relieves suaves a moderados, en función de la litología que corresponde a rocas metamórficas (gneis, esquistos), rocas intrusivas (granitos, tonalitas) y rocas volcánicas (riolitas, piroclásticos, andesitas y cenizas) y la tectónica que ha afectado al área estudiada.

#### f) Colinas disectadas

##### ➤ Colinas disectadas litología metamórfica (SCdlm)

Región ubicada hacia el N de la zona evaluada, conformada por colinas de cimas altas a medias, con laderas de pendiente media a fuerte, además de estrechamiento del valle del río Siguas aguas arriba. Forman parte del substrato denominado Complejo Basal de la Costa y están compuestas en gran porcentaje por rocas metamórficas e intrusivas, cuya distribución es variable a partir del sector de Pitay hacia el N de la zona en estudio, donde se comprobó la presencia de esquistos micáceos de color verde, gneis roca intrusiva del tipo granito y granodiorita con metamorfismo incipiente, predominando los esquistos aguas arriba del río Siguas, con laderas de perfil casi vertical y depósitos coluviales de este tipo de roca en ambas riberas.

##### ➤ Colinas disectadas litología volcánica (SCdlv)

En este sector las colinas se hacen más bajas y con menor pendiente en sus laderas ubicándose hacia la parte NE de la zona estudiada a modo de una amplia faja paralela a la franja intrusiva localizada mas al norte, donde el substrato ha sido cubierto por efusiones volcánicas del tipo tufo y piroclásticos, con delgados niveles de ceniza en posición subhorizontal, generando geoformas más suaves.

El clima es seco y cálido, sin embargo se presenta nubosidad que cubre estos sectores en algunos periodos lo que proporciona la humedad del ambiente.

### 3.5.3.4 Morfogénesis del área evaluada

Sobre el área de estudio, interactúan con mayor o menor intensidad, diversos elementos o agentes del medio natural que son capaces de generar diferentes modelados o relieves sobre la superficie terrestre a través de la incorporación de energía cinética. Los agentes morfogenéticos pueden ser externos o internos. Los primeros están asociados a la energía exógena, es decir a factores climáticos como las precipitaciones, el viento, la temperatura la acción de las aguas de escurrimiento y del mar, o factores antrópicos a



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

través de las diversas actividades que desarrolla, (agricultura, ganadería, obras civiles, carreteras, etc.). En tanto, los internos están referidos a la energía endógena que mueve la corteza terrestre, como los sismos, los volcanes, movimiento de placas tectónicas, generando en el paisaje una serie de transformaciones, capaces de reactivar procesos naturales o bien generar nuevos procesos.

El carácter árido que predomina en la zona evaluada, nos sirve para explicar el modelado que ha adquirido el área, teniendo en cuenta también la naturaleza de la variada litología existente en esta zona, conformada por rocas metamórficas, intrusivas y volcánicas. Todos los sedimentos y rocas existentes, ostentan edades en un rango amplio que data desde el Precámbrico al Cuaternario reciente, tal como puede verificarse en diferentes afloramientos observados en los cortes de carretera y quebradas, que el río Siguas y sus tributarios han disectado.

Los terrenos donde se ubica el Proyecto, abarcan una amplia región que pertenece a la cuenca del río Quilca a la que pertenece la subcuenca del río Siguas, soportando a lo largo de su historia de formación, cambios climáticos muy marcados, como son etapas de altas temperaturas (Mesozoico) y las glaciaciones, con las consiguientes precipitaciones intensas (Pleistoceno) y por ende épocas de una intensa erosión, finalizando este periodo glacial hace unos 9600 años AC. Asimismo, se desarrolló una tectónica polifásica que se produjo durante el Precambriano, formando estructuras planares de hasta 4 fases a nivel regional.

Posteriormente durante el Mesozoico y Cenozoico, se sucedieron esfuerzos tectónicos originados por el Ciclo Andino, sucediéndose un primer periodo esencialmente de hundimiento, interrumpido por el levantamiento y una deformación compresiva, produciendo una depresión geosinclinal que es rellenada en este periodo, y el segundo periodo comprende una sucesión de fases de deformación que tiene cortas etapas de duración, intercalándose épocas de no deformación, que duran hasta la época actual. Ya durante el Pleistoceno, el levantamiento de la Cordillera de los Andes continuó activo, indicándose deformaciones locales como producto de estos movimientos, el periodo de glaciación afectó grandes regiones de la Cordillera Occidental y Oriental, mientras que hacia el sur el vulcanismo continuó después de la glaciación con efusión de cenizas y lapillis que rellenaron los valles. Sobre este escenario durante el Pleistoceno, hubo un aporte fluvio aluvial intenso, de allí la presencia de conglomerados poco consolidados intercalados con secuencias volcánicas, que cubrieron extensas áreas (tobas, cenizas y lavas) conforme la evolución climática sobrevino. Hubo luego un periodo de disección por agentes hídricos, dando lugar al modelado de las colinas medias y bajas, así como los espacios intercolinosos, además de las laderas que la conforman. Los depósitos aluviales



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

se emplazaron con leve discordancia angular sobre secuencias del miembro Moquegua superior, datados por correlación estratigráfica, y que son el producto de deglaciaciones cuaternarias, las que produjeron una intensa actividad denudativa en la región.

Como registro actualizado del aporte de los cursos hídricos, que discurren sobre el área estudiada, se ubican las terrazas, como expresiones finales de la morfogénesis esbozada, del curso hídrico competente que se identifican en el área involucrada en el estudio (río Siguas) el cual presenta un patrón de drenaje paralelo a subparalelo.

De acuerdo a la morfogénesis esbozada para el área de estudio, las unidades geomorfológicas que se han interpretado a partir de la imagen de satélite de la localidad y luego representado en un plano geomorfológico, se obtuvieron las unidades clasificadas como: Valle Fluvial, con terrazas y laderas; Llanura Costera, con Pampas, Arroyos y Dunas y mantos de arena; y Sector Colinoso donde existen Colinas Disectadas. Dichas unidades geomorfológicas han sido explicadas en el capítulo precedente.

### 3.5.3.5 Morfodinámica del área

Los procesos morfodinámicos corresponden a una serie de acciones sucesivas y/o simultáneas y sinérgicas a través de las cuales los agentes morfogenéticos, principalmente los externos, son capaces de modelar las formas de la superficie terrestre. Los procesos morfodinámicos están asociados a una secuencia conformada por la erosión de las rocas, el transporte de los materiales removidos y la sedimentación de dichos detritos. En consecuencia, los procesos morfodinámicos dependen de una serie de factores externos relacionados con la energía del agente morfogenético, de la posición geomorfológica y de factores internos tales como la composición de las rocas, su textura y grado de cohesión. La denudación, es decir, el proceso morfodinámico externo, es el modelador de la superficie terrestre y el generador de las geformas.

Dentro del área estudiada y considerando cada una de las unidades geomorfológicas identificadas (Valle Fluvial, Llanura Costera y Sector Colinoso), el proceso comienza con la intemperización y posterior meteorización o erosión in situ de las rocas, influenciada por el factor climático local, a través de los cambios de temperatura (erosión termoclástica, en la zona de Llanura Costera, debido a la falta de cobertura) y las escasas precipitaciones que se dan en la región, mientras que hacia las zonas ribereñas del Valle Fluvial el factor preponderante es la erosión lineal y lateral (erosión de riberas).

Así, los procesos de meteorización, actúan provocando la remoción de las partículas de las rocas a través de procesos como la abrasión hidráulica o la deflación eólica, o simplemente la erosión de la energía cinética de ambos elementos, agua y viento. La erosión es la responsable del rebajamiento del relieve transformándolo en relieve



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

destrutivo. Las partículas removidas son transportadas por el mismo agente según la competencia de la energía cinética.

Dentro del ámbito del Proyecto, dependiendo de la forma de transporte, se pueden determinar la siguiente tipología: fluviales, por aguas de escurrimiento superficial (riberas del río Sigúas); eólicas (Zona de Llanura, depósitos de arena).

Finalmente el proceso de sedimentación corresponde al depósito de los materiales removidos y desplazados en las dos etapas anteriores. La sedimentación ocurre cuando la energía cinética del agente morfogenético no es capaz de seguir transportando el material por pérdida de competencia. Por otro lado teniendo en cuenta la unidad geomorfológica y el agente de transporte que actúe con mayor preponderancia, la sedimentación de los materiales presenta cierta disposición característica que es fácilmente reconocida en el depósito, de aquí que estas características de sedimentación reciban el nombre de facies. Lo que define los procesos erosivos en las zonas de ribera se reconocen como facies fluvial; y en el caso de las dunas y mantos de arena, la erosión se denomina facies eólica.

En el área evaluada, se han identificado las diversas geoformas que se han generado por las características físicas de los materiales que la conforman, sumado al factor climatológico que interactúa sobre la zona, traducido en la intensa actividad de los agentes atmosféricos que causan efectos de desintegración modificando los materiales existentes intemperizados, por lo que se infiere como serían afectadas estas geoformas, presentes en todo el perímetro del Proyecto. Bajo estas premisas, podemos interpretar por ejemplo, la morfodinámica de la formación del sector de Laderas (Valle Fluvial), donde se han generado taludes fuertes y moderados, así como escarpes de pendiente casi vertical, depósitos coluviales, etc, debiendo señalar que los fenómenos morfodinámicos están condicionados también por un conjunto de factores tales como la presencia de filtraciones antiguas y actuales por malas prácticas de riego (la escasa precipitación pluvial, según registro histórico el promedio de precipitación anual es de 261 mm, no es un factor de importancia para el caso), la estabilidad de los taludes y el tipo de litología que se manifiesta (limo arenoso o gravoso), propiciarían fenómenos de saturación, los que generan procesos de geodinámica externa de tipo deslizamientos, manifestándose esta característica hacia la zona del curso medio del río Sigúas, sector de El Zarzal, Pedregal, Pachaqui, quedando demostrado que el factor antrópico, ha provocado la incidencia y magnitud de los eventos descritos.

En cuanto a la morfodinámica en el caso del Sector Colinoso, está directamente relacionada a la litología metamórfica o intrusiva (colinas altas) o volcánico sedimentarias (colinas medias y bajas), que les confiere un factor de resistencia diferencial entre uno u



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

otro material y por sus condiciones de intemperismo, menos susceptibles de verse afectadas por los factores climáticos que con su grado de meteorización modifican el estado de reposo. Y respecto a la unidad denominada Terrazas bajas o altas, la mayor representación como factor morfodinámico, es evidente por la ocurrencia de socavamientos y erosión de ribera, debido a la intensidad de la corriente en ciertas partes del recorrido, lo que ocasiona erosión del tipo lateral, cuyo proceso se divide en dos fases, la primera (fase mecánica) provoca el fraccionamiento y arranque del material; y, la segunda (fase química), provoca la desintegración de las paredes de las riberas por humedecimiento, en un continuo trabajo de destrucción lenta y progresiva del perfil y del área superficial. (Ver **Anexo 3A-06**, Mapa Morfodinámico).

### **3.5.4 Geología**

#### **3.5.4.1 Geología regional**

El marco geológico regional de las subcuencas hídricas Siguas y Vítor, se enmarca dentro de una gran cuenca de sedimentación, la misma que ha evolucionado tras diversos eventos geológicos ocurridos desde el Precámbrico, hasta nuestros días y cuyo resultado es una columna estratigráfica con rocas metamórficas y sedimentos de faciesmarinas y facies continentales que pertenecen al Cretáceo y al Terciario, así como materiales ígneos también de la misma época, producto de pulsaciones magmáticas y efusiones volcánicas importantes.

En consecuencia, las rocas que se presentan en la subcuenca, son de naturaleza sedimentaria, metamórfica e ígnea, tanto intrusiva como extrusiva, incluyendo las rocas hipabisales. Entre las rocas sedimentarias, se tienen principalmente rocas del tipo arenisca, lutita, caliza y niveles conglomerádicos, los mismos que en algunos sectores se hallan intercalados con secuencias de material volcánico. Por otro lado las rocas metamórficas, están representadas por cuarcitas, gneis y esquistos micáceos correspondientes al Complejo Basal de la Costa. En cuanto a las rocas ígneas se tienen intrusivos de composición granitoide característica de los batolitos y otros intrusivos menores como son stocks, sills, diques, etc. así como rocas volcánicas piroclásticas, lavas, cenizas y lapillis, con una cobertura cuaternaria, compuesta por los materiales erosionados y depositados a partir de estas rocas más antiguas. (Ver **Anexo 3A-07**, Mapa Geológico Regional).

#### **3.5.4.2 Geología local**

##### **3.5.4.2.1 Estratigrafía de la zona de Influencia**

Mediante la visita de campo efectuada, y con el apoyo de diversos estudios cercanos a la zona así como la geología básica levantada por el Instituto Geológico Minero Metalúrgico



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

– INGEMMET (1985) en las hojas de Aplao (33-r), Arequipa (33-s), Mollendo (34-r) y la Joya (34-s), a lo largo de la subcuenca del río Sigwas, desde la zona de Lluclla hasta la confluencia de los ríos Sigwas y Vitor, incluyendo la Pampa de Sigwas, que corresponden al ámbito del Proyecto, se definen las características geológicas locales y las unidades presentes, descritas para cada unidad estratigráfica expresadas líneas abajo, considerando descripciones físicas como la litología, la composición mineralógica, coloración, resistencia de los materiales y sobre todo las relaciones estratigráficas que permiten discernir la edad de cada Formación geológica, sustentada en la verificación de campo efectuada, relacionando genéticamente las unidades reconocidas, con eventos geológicos, morfodinámicos, volcanogénicos y tectónicos, ocurridos en la región desde el Precámbrico hasta la actualidad y cuyo resultado se traduce en la estratigrafía actual. (Ver **Anexo 3A-08**, Mapa Geológico Local).

En base a lo mencionado, las unidades estratigráficas locales presentes en la zona estudiada, son:

Tabla 3.17: Unidades Estratigráficas – Proyecto Majes-Siguas Etapa II, Fase 2

Cronoestratigrafía			Litoestratigrafía			
Era	Sistema	Serie	Unidades Estratigráficas		Rocas Intrusivas	
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Depósitos Coluviales	Qr-c	Kti-gr/ Kti-gd	
			Depósitos Eólicos	Qr-e		
			Depósitos Fluviales	Qr-fl		
		Pleistoceno	Depósitos Aluviales	Q-pl		
	Depósitos de Tufos Volcánicos		Q-tfv			
	Terciario	Superior	Plioceno	Formación Millo		Ts-mi
			Mioceno	Formación Moquegua Superior		Ts-mos
Mioceno inferior			Formación. Moquegua Inferior	Ts-moi		
	Inferior	Oligoceno superior				
Mesozoico	Cretáceo					
Precámbrico a Paleozoico Inferior			Complejo Basal de la Costa	PE-gn		

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.4.2.2 Unidades Litoestratigráficas

Columna compuesta por unidades litoestratigráficas que provienen desde el Precámbrico hasta la actualidad, formada por rocas metamórficas, correspondientes al Complejo Basal de la Costa, así como rocas intrusivas y volcánicas cuya presencia se debe a diversos eventos de pulsos magmáticos y épocas de efusión volcánica regional intensa, que han cubierto la zona estudiada casi en su totalidad, dejando una estratigrafía de secuencias volcánico – sedimentaria, que es continua desde los valles de Majes, Ocoña e incluso Moquegua, luego meteorizada, erosionada y posteriormente depositada en gruesas capas de material aluvial por la acción de los ríos Siguas y Vítor.

#### ➤ Complejo Basal de la Costa (Pe-gn)

Bellido (1960), nombró a esta unidad que aflora en una vasta región de la costa Sur, y que constituye el substrato rocoso de edad Precámbrica, base de toda la región evaluada, sobre la que yacen todas las demás unidades más modernas, aflora con mayor evidencia a partir de la Qda. Caracharma hacia el NE dentro de la Hoja 33-r de Aplao y la Hoja 33-s de Arequipa, observando que a la altura de Pitay en ambas márgenes del valle del río Siguas, es conspicuo el afloramiento de gneises esquistos, dioritas gnéisicas (con leve alineamiento de sus elementos) y rocas filonianas<sup>1</sup>, aguas arriba en las márgenes del río Siguas, y continuando por el curso del valle, aguas arriba a unos 8 km desde el final de la carretera, con variaciones en el grado de metamorfismo, se observan rocas que gradan de gneis a esquistos presentando foliación en diversas direcciones. Los esquistos de composición cuarzo-feldespática y micácea, muestran bandeamiento delgado hasta más grueso<sup>2</sup>, con coloraciones que van del verde al rosado. Hacia la margen derecha cerca a la Qda. Caracharma, afloran también rocas denominadas migmatitas relacionadas con rocas intrusivas<sup>3</sup>, que indican un alto grado de metamorfismo.

Hacia el NNE de la zona evaluada, el Complejo Basal abarca amplios sectores que muestran una tendencia regional NE-SW compuesta por colinas de gran pendiente que explican su naturaleza metamórfica de fuerte resistencia a la erosión. Las rocas del Complejo, llegan hasta el borde Este de la Hoja 33-s de Arequipa, incluyendo las cabeceras de ambos ríos intercalados con secuencias volcánicas de gran espesor, material Cuaternario aluvial y eólico reciente.

<sup>1</sup> Término filoniano o subvolcánico que indica rocas que cristalizaron muy cerca de la superficie, sin lograr ser extruidas.

<sup>2</sup> El mayor grosor es índice de un mayor grado de metamorfismo

<sup>3</sup> El término migmatitas se relaciona con el término magma, ya que adquiere una textura similar por un calentamiento extremo fundiendo a otra roca huésped y creando bandas en forma de fluido.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

A la altura de la Qda. Caracharma, siguiendo el valle del río Sigúas y con dirección SW, el Complejo casi desaparece, con un buzamiento leve en dirección a la costa, que proyecta la unidad debajo del espejo de agua del río Sigúas y vuelve a aflorar hacia las márgenes del valle Sigúas, a la altura de Santa Rita de Sigúas, llegando hasta la confluencia con el río Vítor y de aquí hasta la zona litoral en el sector de Quilca, haciéndose más evidente la discordancia angular con respecto al Miembro Moquegua superior que se observa más delgada.

➤ **Formación Moquegua**

La formación Moquegua de origen continental, fue descrita por G. I. Adams (1906) en el valle de Moquegua, cuyo nombre fue aceptado en la Guía Estratigráfica Internacional y posteriormente clasificada por G. Steinmann (1930), así como Bellido y Guevara (1963) quienes la dividieron en dos miembros, Miembro Moquegua Inferior y Miembro Moquegua Superior, este último con mayor distribución en la zona evaluada.

○ **Miembro Moquegua Inferior (Ts-moi)**

Esta unidad descrita por G. Steinman, y luego estudiada por Jenks (1948) quien la denominó Formación Sotillo, presenta su mayor grosor en la Qda. Caracharma, tributaria del río Sigúas, ubicada dentro de la Hoja 33-r de Aplao, tomando localmente el nombre de Formación Caracharma<sup>4</sup>, la que se distribuye hacia el valle de Majes y los valles de Caravelí y Ocoña, correspondiendo en su mayor parte con el Miembro Moquegua Inferior.

En la localidad que corresponde a la zona de influencia directa del Proyecto, se describe como una unidad algo monótona con un grosor total de aproximadamente 180 m, presenta una coloración variable, donde predominan los tonos grises, verde amarillentos y especialmente rojizos.

El Miembro Moquegua inferior está constituido por areniscas arcóscas<sup>5</sup> de grano grueso a medio, estratificadas en capas medias, alternados con areniscas arcillosas, arcillas y conglomerados lenticulares, areniscas tobáceas y areniscas conglomerádicas. Contiene también lutitas poco compactas y de estratificación delgada, con lentes y venillas de yeso. El conglomerado está formado por guijarros de roca volcánica y en menor proporción, de cuarcitas y roca intrusiva.

Los afloramientos de este miembro se circunscriben a la zona NNW de los límites del Proyecto y se distribuyen siguiendo el contacto con el Complejo Basal de la Costa en dirección SE, es decir hacia las zona de cabecera del río Sigúas, donde son cubiertos por

<sup>4</sup>Estratigrafía Sedimentaria y Volcánica del Terciario en la Faja Costanera del Sur del Perú, Rev. La Picota, S. Mendivil, pag.8

<sup>5</sup>Areniscas con mayor contenido de cuarzo, proviene de una erosión rápida de intrusivos y metamórficos.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

material Cuaternario aluvial y material volcánico. Se tiene referencia de afloramientos pequeños en la Qda. Caracharma.

Esta unidad ha sido datada en base a las correlaciones estratigráficas como de edad Terciario superior, sin embargo aun permanecen los debates al respecto, a la luz de nuevas investigaciones hechas por S. Mendivil.

○ Miembro Moquegua Superior (Ts-mos)

Los afloramientos del Miembro Moquegua superior que se observan en los flancos del río Siguas, indican que esta unidad ocupa gran parte de la Pampa de Siguas, donde se ubica la zona de influencia directa del Proyecto y que está cubierta por material cuaternario aluvial y eólico, conservando similar posición sub horizontal y la distribución litológica dentro de los mismos parámetros. Dicha secuencia se puede correlacionar con los afloramientos mencionados en los estudios geológicos previos referidos a la Pampa de Majes, donde se expone conspicuamente, yaciendo sobre la Formación Torán y en gran parte directamente sobre el Complejo Basal de la Costa, donde el Miembro inferior se acuña o se erosiona, produciendo un hiato<sup>6</sup>, siendo la erosión la mayor posibilidad en función a la discordancia erosional leve que existe entre el miembro inferior y superior, tal es el caso similar que se tiene en el valle del río Siguas desde la zona de Las Higuieritas, donde en discordancia angular yace esta unidad sobre el Complejo Basal pero que va disminuyendo ostensiblemente en su grosor, hasta la zona intermedia donde mide unos 100m, hasta llegar solamente a una decena de metros o incluso desaparecer.

La litología del Mbo. Moquegua Superior está constituida principalmente por areniscas blanco grisáceas, de grano medio a fino, hasta conglomerádicas, con algunos niveles de arcilla y conglomerado de cantos chicos. En los cortes de algunas quebradas cerca al tope de la secuencia, se observan bancos de tufo riolítico blanco, bastante compacto y de grano fino, que adquieren una coloración rosada por intemperismo; los bancos muestran grosores entre 10 y 20 m. El conglomerado es poligénico<sup>7</sup> en matriz areno-arcillosa, medianamente consolidada siendo fácilmente distinguido por sus tonalidades claras que contrastan con las rojizas del Miembro Moquegua Inferior; por lo general sus capas tienen posición horizontal y en algunos casos muestran una ligera inclinación al SW.

En su localidad típica es decir en el valle de Moquegua, el Miembro Superior es cubierto por un banco de tufo blanquecino, que corresponde a la Formación Huaylillas. Sin embargo hacia la zona del Proyecto, en Siguas, el contacto entre el miembro superior y el miembro inferior es conspicuo, por coloración y topografía.

<sup>6</sup>Hiato o laguna estratigráfica, indica la ausencia de un estrato o secuencia estratigráfica en una serie normal por falta de depósito o erosión.

<sup>7</sup> Se denomina conglomerado poligénico, cuando los clastos que lo conforman provienen de diversas rocas madres, es decir son de diversa naturaleza.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Formación Millo (Ts-mi)**

Unidad que consiste en conglomerados más o menos consolidados, compuestos de clastos redondeados de intrusivos, cuarcitas y volcánicos, que provienen del Tacaza, y presenta una matriz areno tufácea de grano grueso, areniscas tobáceas y lentes de tobos retrabajados, colores gris a gris claro, dispuestas en bancos de 80 cm, yacen en esta localidad con una leve discordancia sobre la Fm. Sotillo equivalente al Moquegua inferior.

Se le ubica principalmente en la margen derecha del río Vítor, aguas arriba del puente Vítor muy cerca del cruce.

Según las relaciones estratigráficas se le considera como del Plioceno, por que en otros sectores se le ha ubicado sobreyaciendo al Grupo Tacaza.

➤ **Depósitos Cuaternarios**

Depósitos de amplia distribución sobre el área que conforma el Proyecto, producto de diversos procesos geológicos, iniciados desde el Pleistoceno y que continúan hasta el Holoceno<sup>8</sup>, épocas que corresponden al periodo Cuaternario y que abarca los tiempos actuales. Los distintos suelos producidos como son los suelos aluviales, fluviales, coluviales, marinos y eólicos, derivan de diferentes ambientes de formación, donde los agentes geológicos externos e internos han actuado leve o intensamente modificando los relieves que actualmente observamos. Desde este punto de vista podemos dividir estos depósitos por sus características y las edades de correlación en los siguientes depósitos:

○ Depósitos Aluviales (Qpl-al)

Cubren un gran porcentaje del área estudiada siendo estos depósitos de vital importancia para el desarrollo del Proyecto de Irrigación. Fueron formados a través de múltiples ciclos de depósito y erosión, efectuados por los ríos mencionados, los cuales en su evolución formaron la llanura aluvial, la que fue socavada en sus cauces y zonas de inundación, redepositando sobre estos sectores nuevamente materiales en un ciclo continuo, cuyas características dependen de factores como la pendiente, la litología, grado de fracturación, resistencia a la erosión y el clima de esa etapa en particular. En la zona estudiada, los depósitos de edad pleistocénica, están constituidos por conglomerados<sup>9</sup> poco consolidados intercalados con secuencias volcánicas que han cubierto muchas veces en su totalidad áreas extensas. Los elementos gruesos del conglomerado consisten en clastos de rocas volcánicas, intrusivas, metamórficas e incluso sedimentarias, en una matriz areno arcillosa.

<sup>8</sup>Pleistoceno época que se inicia hace 2500 millones de años finaliza hace unos 11, 500 años dando inicio al Holoceno hasta nuestros días.

<sup>9</sup>Material detrítico diagenizado, constituido por cantos o gravas, con matriz arenosa, arcillosa o limosa.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Estos materiales han sido transportados desde los flancos andinos por acción de corrientes fluviales, huaycos o torrenteras, las cuales en su camino al llano costanero, fueron depositando su carga en forma de abanicos, los que por las sucesivas descargas se extendieron ampliamente, anastomosándose hasta constituir un manto más o menos continuo, tal como se les reconoce actualmente.

Los depósitos aluviales se han emplazado con leve discordancia angular sobre secuencias del miembro Moquegua Superior, han sido datados por sus relaciones estratigráficas y por deducción son el producto de desglaciaciones cuaternarias, las que produjeron una intensa actividad denudatoria en la región, cubriendo incluso al volcánico Sencca.

○ Depósitos fluviales (Qr-fl)

Los depósitos fluviales constituidos por materiales recientes, acarreados por las corrientes de los cursos hídricos más importantes, se localizan en la zona de inundación del cauce, aledaño al lecho del Siguas, consistiendo de una mezcla de gravas, limos, arenas y arcillas poco consolidados o no consolidados, depositados en capas subhorizontales y que son utilizados como terrenos de cultivos temporales, ya que suelen ser modificados por las épocas de avenida. Se pueden observar playas, barras, islas y canales, los que según las corrientes van siendo erosionadas o conservadas y cubiertas por nuevas capas de material fluvial.

○ Depósitos Eólicos (Qr-e)

Después de la cobertura cuaternaria aluvial, son los depósitos eólicos los que más abundan dentro de los límites de la zona de influencia directa del Proyecto, siendo producto del acarreo del viento el cual tiene mayor importancia en el proceso de acumulación más que en el de erosión, mostrando rasgos prominentes según la magnitud de su evolución y propagación regional, cuya actividad se refleja en la formación de dunas o barjanes (barcanas) aislados o en cadena, así como mantos delgados de arena con sus características rizaduras indicadoras de la dirección del viento, además de depósitos de ceniza volcánica. Los depósitos de ceniza volcánica retransportada son frecuentes en los alrededores del morro de Siguas tienen pequeña extensión y escaso grosor, estando algunas veces cubiertos por una delgada capa de arena eólica.

En algunos lugares, la migración de los barjanes ha sido retardada debido a la humedad del terreno, ocasionando que una parte de las arenas se fusione y se colmate sobre una superficie húmeda y salobre.

En muchos casos las arenas finas, son detenidas por la vegetación de los valles, y en algunos casos, forman dunas fósiles de regulares dimensiones.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

○ Depósitos Coluviales (Qr-c)

Los depósitos coluviales, ubicados en la base de las laderas, se relacionan con procesos de erosión y acumulación por gravedad, particularmente tienen una moderada extensión en la localidad de Sondor ubicada en el valle del Siguas, donde se han formado por desprendimientos de los elementos del conglomerado que cubre a la formación Moquegua.

➤ **Rocas Intrusivas**

El Complejo Basal de la Costa, ha sido intruido por rocas magmáticas, las que provienen de dos generaciones principales, una de ellas consiste en una asociación de masas plutónicas y la otra está representada por rocas hipabisales. Las intrusiones hipabisales están constituidas por diques, sills y venillas de cuarzo (este último representa la fase final del magmatismo). Finalmente cabe agregar que las intrusiones menores cortan tanto a los cuerpos metamórficos como a los plutones, presenta pequeños cuerpos intrusivos como sills, diques y apófisis irregulares que a través de la visita de campo, se pueden observar en las inmediaciones de la Qda Caracharma y el flanco derecho del río Siguas en este sector.

Hacia la zona NNE de la hoja de Aplao, afloran rocas provenientes del Batolito de la Caldera, de edad Cretáceo Terciario inferior, el cual penetra desde la hoja de Arequipa con dirección NW, y cuyos plutones son considerados por Jenks (1948) como parte del Batolito costanero<sup>10</sup>. Las intrusiones mayormente corresponden a dioritas y en menor proporción a tonalitas, granitos y granodioritas; en cambio, las filonianas casi siempre son de naturaleza andesítica.

Las rocas que conforman el conjunto de plutonitas consisten mayormente de tonalitas. Los contactos no son muy claros, mostrando el paso gradual de una a otra roca, sin embargo la textura y la composición mineralógica permite diferenciarlas en el campo.

En general las rocas son de color gris claro, tienen textura holocristalina de grano medio y son ricas en cuarzo, con excepción de la diorita que muestra una textura gnéisica, grano fino y color verde a gris oscuro.

### 3.5.4.3 Geología estructural

Las subcuencas del río Siguas y Vitor, que pertenecen a la cuenca Quilca-Chili, estructuralmente muestra evidencias de haber soportado movimientos epirogénicos y orogénicos de diferente intensidad, es en razón a esta característica que se puede distinguir una zona denominada Cuenca Baja, sector que es donde se ubican los límites

<sup>10</sup>Boletín Carta Geológica Nacional- Serie A-20, Geología de Aplao, Hoja 33-r Cuadrángulo de Aplao



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

de la zona de influencia directa y la Cuenca Media Alta, ubicada más hacia el NE. Por lo que debemos indicar que:

En referencia a la Cuenca Media Alta, regionalmente se caracteriza por la ocurrencia de estructuras diversas que afectan a rocas pre-paleozoicas, mesozoicas y cuaternarias, con rumbos NNW y NW por la zona de Yura y al extremo S de Cincha y Gramadal con fuertes arqueamientos hacia el W y cambio de dirección EW debido a la falla de Cincha, fuera de los límites de la zona de influencia directa. En general la zona presenta una gran actividad tectónica.

La Cuenca Baja, abarca el área de Mollendo y la Joya, donde no se encuentran mayores deformaciones por esfuerzos de compresión.

En este sector, las fallas constituyen los rasgos estructurales más importantes a lo largo de los cerros de la Cadena Costanera, donde afectan a las rocas del Complejo Basal de la Costa. Existe un grupo de fallas con rumbo general EW a pocos kilómetros hacia el N de Pueblo Nuevo (ubicado en la desembocadura del río Quilca). La falla puede ser seguida por cerca de 20 km desde la parte alta de la mina San José hacia el W. esta falla se prolonga hasta Camaná.

Otro grupo de fallas con rumbo general NW-SE, se encuentran entre Mollendo y el valle de Quilca. En esta zona se desarrolla la falla ubicada entre el C° Quebrada Verde por el S y el valle del río Quilca por el N, siendo una falla de cerca de 30 km de longitud con rumbo promedio N40°W su recorrido esta señalado por una serie de quebradas rectas y por cuellos en las cumbres de los cerros. Así mismo se ha reconocido a lo largo de las quebradas Calahuani y Sencillo, la falla denominada Calahuani, ligeramente cóncava hacia el W, cortando rocas gnéicas y fracturando diques pegmatíticos y la falla Sencillo que sigue a la quebrada del mismo nombre y viene a ser paralela al tramo inferior del cauce del río Quilca.

En líneas generales debemos señalar que el sistema andino presenta una orientación general NW-SE asociado a los principales elementos estructurales, llámese fallas, ejes de plegamientos, elongación de cuerpos intrusivos mayores, alineación de conos volcánicos, etc., donde finalmente se reconocen dos cambios notables en el rumbo de los Andes Peruanos, como son la deflexión de Huancabamba al N y la deflexión de Abancay al S.

Relacionando las unidades crono-estratigráficas con la Tectónica regional, encontradas dentro de los límites del área del Proyecto, se debe mencionar que durante el Precambriano se produjo una tectónica polifásica con estructuras planares de hasta 4 fases a nivel regional, denominadas: Fase I, Fase II, Fase III y Fase IV, donde se



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

evidencian micropliegues isoclinales decimétricos con ejes de dirección EW con planos axiales horizontales, durante la Fase II; un replegamiento de la esquistosidad II con pliegues decimétricos a métricos acompañados de una esquistosidad de plano axial, con orientación NS de sus ejes durante la Fase III y estructuras donde se observa un ensamblaje post metamórfico con pliegues tipo “Chevron” cuya dirección es NS, siendo simétricos y con un plano axial sub vertical<sup>11</sup>.

Durante el Mesozoico y el Cenozoico, se desarrolló el Ciclo Andino el cual se divide en dos periodos: El primer periodo es esencialmente de hundimiento, interrumpido por el levantamiento y una deformación compresiva, produciendo una depresión geosinclinal que es rellenada en este periodo y el segundo periodo comprende una sucesión de fases de deformación que tiene cortas etapas de duración, intercalándose épocas de no deformación, que duran hasta la época actual.

Durante el Pleistoceno, el levantamiento de la Cordillera de los Andes continuó activo, indicándose deformaciones locales como producto de estos movimientos, el periodo de glaciación afectó grandes regiones de la Cordillera Occidental y Oriental, mientras que hacia el S el vulcanismo continuó después de la glaciación con efusión de cenizas y lapillis que rellenaron los valles.

Con relación al Complejo Basal de la Costa, entre la zona de Paracas y Mollendo los afloramientos son discontinuos, comprenden bloques fallados, levantados y hundidos, formando un complejo metamórfico, cuyos relacionamientos no se pueden precisar con seguridad, es en esta época que los procesos tectónicos que afectaron al Complejo corresponden a las fases orogénicas precámbricas sobre las que siguen las orogenias paleozoicas (Hercínica) y cenozoicas (Orogenia actual).

Localmente sobre las Pampas de Majes, se registran fallamientos de tipo compresivo y tensional, con rumbos variados y concentrados sobre rocas del Complejo Basal de la Costa, que por la cobertura existente, no pueden ser apreciadas en su totalidad, lo cual impide su agrupación en sistemas de fallas, señalando que no se presentan en unidades más jóvenes que la Formación Moquegua.

Puntualmente, en el área de influencia directa del Proyecto, en las Pampas de Siguas, no se reconocen estructuras de importancia (fallas geológicas) existiendo un fallamiento regional sobre el Complejo Basal, ya mencionado líneas arriba, muy intenso hacia la zona SW y fuera de los límites del área de influencia directa, en las inmediaciones de la desembocadura del río Quilca y aguas arriba hasta la zona de la confluencia del Siguas y el Vítor las que a pesar de sus rumbos diversos muestran 2 direcciones predominantes,

<sup>11</sup>Boletín N°55 Serie A, Ingemmet, Geología del Perú, pag. 19



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

una con rumbo NW-SE y otra con rumbo NE-SW; que como se señaló al inicio, se trata de una serie de fallamientos de tipo normal, que se deduce ejercen un control estructural y que ocasionaría la confluencia de ambos ríos, desviando el curso del río Vítor, y el segundo sistema controla la dirección del río Quilca hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, desarrollándose fallas en bloque escalonadas hacia el litoral y que controlarían también la geodinámica externa e interna de la localidad de Quilca, haciéndola más vulnerable que otros sectores al producir zonas de debilidad, en los espejos de falla de cada bloque, por lo que hacia este sector, debe aplicar las medidas de seguridad respectivas ante la necesidad de colocación de cualquier infraestructura u obra de envergadura que pueda relacionarse al Proyecto. Finalmente en el sector NNW del Proyecto, el alineamiento de quebradas secas poco profundas y con dirección NE-SW, cubiertas por material aluvial y eólico, mantiene una dirección longitudinal sin mayores variantes, lo que podría indicar la presencia de lineamientos o fallas que correspondan también a uno de los sistemas mencionados, necesitando para el sustento técnico la aplicación de métodos indirectos, como una campaña de sísmica que cubra estos sectores, a modo de verificación.

Referente a los ejes de plegamiento, las secuencias terciarias involucran a la Formación Moquegua del Terciario Superior e Inferior, presentando un débil plegamiento o plegamiento muy abierto, que solamente puede notarse en la medición de buzamientos de muy bajo ángulo, que se muestran en los cortes del Valle del río Sigúas.

#### **3.5.4.4 Aspectos geodinámicos**

La Geodinámica es una disciplina de las ciencias geológicas, su metodología nos permite comprender como ocurren los fenómenos, cuales son las causas y los factores que los generan, las condiciones en que se desarrollan y finalmente sus efectos sobre la superficie terrestre. Para su mejor comprensión se divide en:

##### **3.5.4.4.1 Geodinámica interna**

Comprende el análisis de los procesos endógenos que afectan a la tierra, el ambiente donde se desarrollan las fuerzas dinámicas al interior de la tierra, utilizando técnicas y métodos especiales de teledetección para el conocimiento de la estructura de las capas más profundas (métodos geofísicos de refracción sísmica), aplicando dichos estudios en diferentes niveles, desde corticales, regionales hasta locales, obteniendo datos o reportes sísmicos necesarios para su análisis y comprensión.

El territorio peruano forma parte de una de las regiones de más alta actividad sísmica en la tierra, cual es el Cinturón Circumpacífico, por lo tanto está expuesto al peligro que esta ubicación representa, por esta razón es imprescindible para la planificación y diseño de

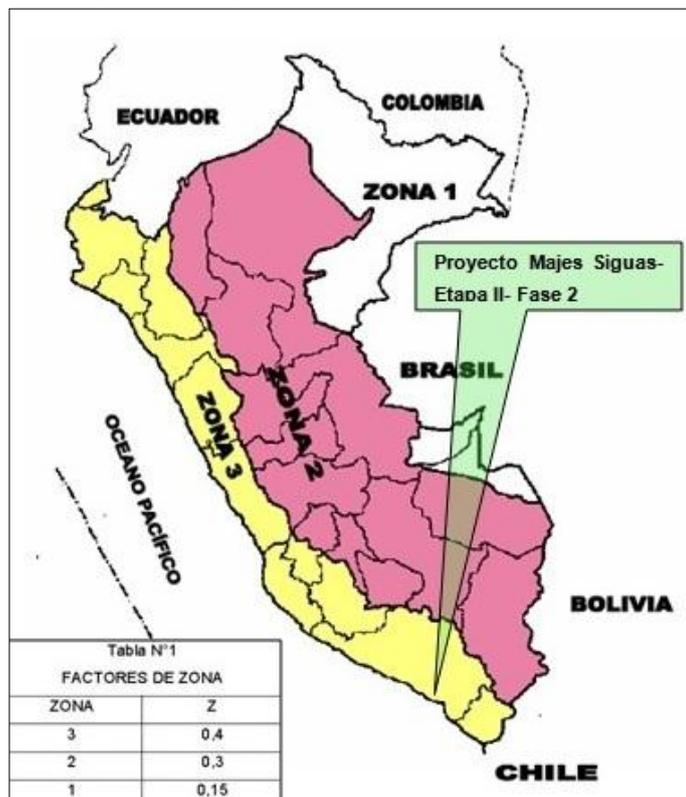


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

las obras de ingeniería, efectuar estudios de sismicidad y riesgo sísmico en las obras proyectadas. El Instituto Geofísico del Perú desde 1975 viene realizando evaluaciones preliminares de riesgo sísmico; determinando una Zonificación Sísmica del territorio peruano en función a las intensidades de los sismos producidos.

Por tanto calculando la posición geográfica del área que corresponde a las Pampas de Sigwas, se verifica que corresponde a la Zona Sísmica 3, por similitud de características tectónicas y datos históricos (actividad sísmica actual mínima); zona en la que se pueden esperar sismos de intensidad intermedia entre los grados VI y VII de la escala de Mercalli modificada; tipificada como Zona de Alta Sismicidad.

**Figura 3.1: Mapa de microzonificación Sísmica<sup>12</sup>**



Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

La actividad sísmica está directamente relacionada con la convergencia entre la Placa de Nazca y la Sudamericana. La primera de estas placas se desplaza hacia el E con una velocidad de aproximadamente 8 cm/año (De Mets et al 1990) y la segunda hacia el W

<sup>12</sup> Norma técnica e.030 diseño sismo resistente, pag. 6

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

con una velocidad de 4 cm/año (Suarez et al 1982) y como resultado de esta interacción dio lugar al arrugamiento, levantamiento, fallamiento, todo este proceso fue acompañado con la ocurrencia continua de sismos de diversas magnitudes.

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes son:

- La Fosa Oceánica Perú- Chile
- La Dorsal de Nazca
- La Cadena de los Andes
- Sistemas de Fallas distribuidas en el continente
- La Cadena Volcánica

Los cálculos de Peligro Sísmico en la zona S del Perú, indican una alta sismicidad regional y localmente la zona de El Pedregal se ha convertido en una zona de futura expansión urbana, con posibilidades de sufrir una catástrofe, al igual que la ciudad de Arequipa. Actualmente, está considerada como una zona altamente industrial con fabricas como la Gloria, Laive, Viñedos de la Comunidad europea etc. donde se genera trabajo a cerca de 5000 personas.

**a) Sismicidad Histórica**

Mediante datos obtenidos de la investigación de documentos básicos como Polo (1904), Barriga (1939) y Dorbat et al, (1990), y con apoyo del Instituto Geofísico del Perú (IGP) con datos de 1471 a 1963, se recopilieron datos del Catalogo Histórico, cuya fuente es el SISRA (Sismicidad de la Región Andina), proporciono valiosa información y sirvió de apoyo para realizar una aproximación estadística.

La tabla siguiente, ilustra los sismos históricos más importantes, ocurridos en la zona S del Perú.

**Tabla 3.18: Principales sismos ocurridos en el Departamento de Arequipa**

Fecha	Magnitud	Localidad	Efectos
15 / 11 / 1582	VIII – IX	Arequipa	Terremoto deja en ruinas Arequipa, padeciendo más de 35 personas. Daños en el Valle de Vítor.
24 / 11 / 1604	X	Arequipa, Moquegua y Tacna	Terremoto y maremoto en el Sur. Se arruinaron las ciudades de Arequipa, Moquegua y Tacna, extendiéndose los daños hasta Ica. El maremoto destruye los puertos de Arica y Pisco.
21 / 10 / 1687	VIII	Arequipa	Fuerte sismo en Arequipa, causa serios daños en los templos y viviendas. Estragos en los valles de Siguas y Majes.
22 / 08 / 1715	VII – VIII	Arequipa, Moquegua y Tacna	Sismo destructor en el sur. En Arequipa quedaron muchas casas inhabitadas. Trastornos en las ciudades de Ilo, Moquegua, Tacna y otros pueblos más al Sur.
13 / 05 / 1784	VIII – IX	Arequipa	Terremoto en Arequipa donde perecieron 57 personas. Cayo el arco del puente y se averió el empedrado de las calles.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Fecha	Magnitud	Localidad	Efectos
13 / 08 / 1868	XI	Arequipa, Moquegua y Tacna	Terremoto y maremoto en el Sur. Asolo las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Tarata y otros pueblos más al Sur.
09 / 05 / 1877	VIII	Mollendo, Ilo y Arica	Terremoto y tsunami en el Sur. El sismo avería Mollendo, Ilo, Arica y otros pueblos más al Sur.
11 / 10 / 1922	VII	Arequipa	Movimiento sísmico destructor en las ciudades de Caraveli, Arequipa y Mollendo.
11 / 05 / 1948	VII	Arequipa y Moquegua	Daños en construcciones antiguas en Moquegua y leves en Arequipa. Deterioro de algunos tramos del ferrocarril a Puno. Rajaduras de paredes de las viviendas en Mollendo.
18 / 02 / 1958	VII – VIII	Arequipa	Sufrieron todas las construcciones de sillar en Arequipa, deslizamiento de las laderas del volcán Misti. Agrietamientos del suelo en el pueblo de Camaná, murieron 28 personas.
13 / 01 / 1960	IX	Arequipa	La población de Chuquibamba quedo en escombros. Murieron mas de 67 personas. Destructor en los pueblos de Caraveli, Cotahuasi, Arequipa y Moquegua.
16 / 02 / 1979	VI – VII	Arequipa	Daños importantes en las edificaciones antiguas de sillar y adobe en Arequipa. Los pueblos de Pampacolca, Viraco, Chuquibamba cercanos al epicentro sufrieron daños severos en las construcciones de adobe. Murieron 20 personas.
03 / 04 / 1999	VI	Arequipa	Se afectaron los pueblos de Aplao, Caraveli, Chuquibamba y Camaná. Una persona muerta, 20 heridos y cuantiosas pérdidas materiales.
23 / 06 / 2001	VIII	Arequipa	Afecto toda la región Sur, incluyendo las ciudades de Arica e Iquique en Chile, y La Paz en Bolivia. Daños importantes en las edificaciones antiguas de sillar y adobe en Arequipa, Moquegua y Tacna. Se cayeron las torres de la Catedral de Arequipa. Se reportaron 83 personas muertas, 66 desaparecidos, 2812 heridos y 219620 damnificados. 22215 viviendas destruidas y 37560 viviendas afectadas.
15 / 08 / 2007	VII - VIII	Pisco	Afecto a toda la región central del país, produjo destrucción y muerte en las ciudades de Pisco y Chincha. El sismo deja en la región 32,000 personas afectadas; 595 muertos, daños severos en 12 localidades con mas de 230,000 viviendas dañadas; y 52,150 totalmente destruidas por problemas estructurales (viviendas de adobe muy antiguas y/o de concreto mal diseñadas) en Ica, Pisco y Chincha.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú. Abril del 2009.

### b) Sismicidad Instrumental

La información sísmica para este periodo a partir de 1964 a la actualidad, teniendo en consideración que las determinaciones hipocentrales con datos instrumentales fue sensiblemente mejorada a partir de la década de 1960, cuando se instalaron 180 Estaciones sismográficas en varias regiones de la tierra, como parte del Proyecto VELA, que se denominó World Wide Standardized Seismograph Network (WWSSN) que permitió,



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

a partir de esa época efectuar determinaciones más precisas de las coordenadas, magnitudes, e hipocentros.

Los catálogos del International Seismological Center (ISC) y del National Earthquake Information Center (NEIC), contienen información de datos instrumentales a partir de 1964.

En la zona ubicada entre el litoral y la Fosa Perú-Chile, definida como la zona más superficial de la subducciones, es donde ocurrieron los mayores sismos de la historia de esta región (años 1604, 1868, 2001).

El mayor número de hipocentros se encuentra entre 30 y 135 km de profundidad, por otro lado se pudo registrar actividad sísmica superficial en el continente que se confunde con la actividad sísmica intermedia. En cambio la actividad sísmica superficial es muy pobre y esta agrupada en dos zonas a saber, la primera en la fosa oceánica y la línea de costa y la segunda correspondiente al fallamiento San Agustín.

Tabla 3.19: Valores de Aceleración de la Zona de estudio

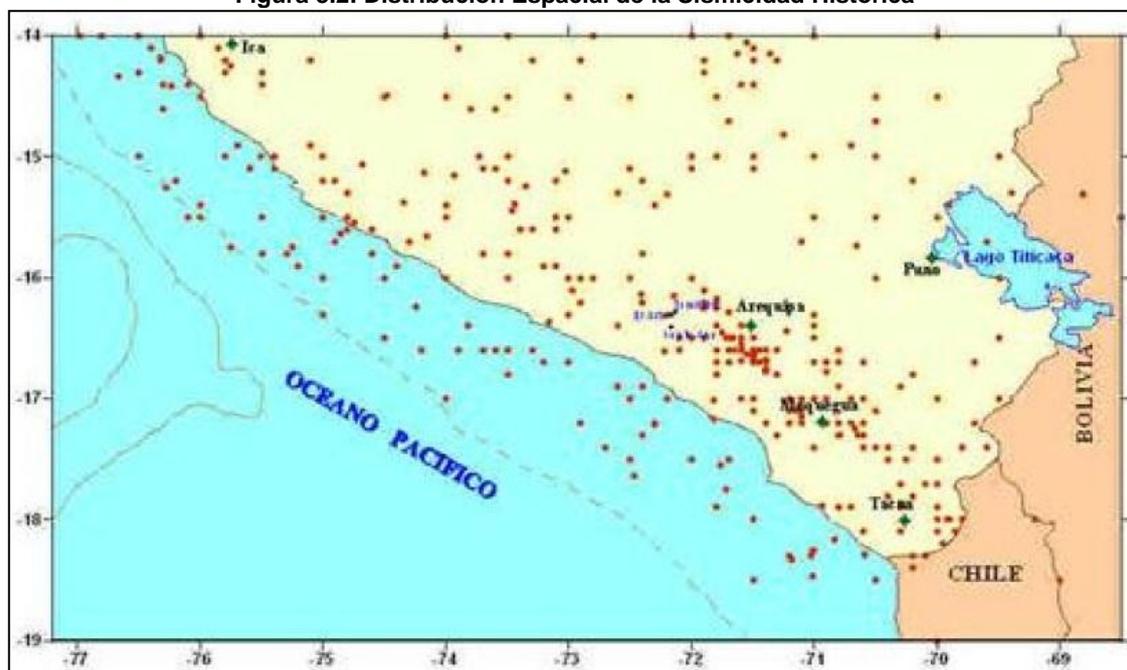
Lugar	Coordenadas		Aceleración (Gal)					
	Lat.	Long	Años					
			10	30	50	100	500	1000
San Juan de Siguas	16°24' 33,24"	72°09'44,89"	198,8	315,0	390,0	505,2	708,5	850,2
Tinajeros	16°25' 27,06"	72°09'52,65"	202,3	323,5	398	519,6	715,0	862,0
El Pedregal	16°21' 46,15"	72°11'29,22"	200,2	316,2	391,6	506,6	709,2	852,0
El Zarzal	16°22' 18,05"	72°09'19,3"	198,8	315	390	502,2	708,4	850,0
La Candia	16°24' 52,66"	72°09'44,89"	202,2	322,0	397,6	518,2	714,2	860,6
Santa Ana	16°26' 20,56"	72°10'43,80"	205,6	329,2	405,2	529,8	720,8	865,8
Tambillo	16°20' 56,49"	72°07'37,64"	195,2	310,0	382,4	490,6	704,5	845,4

**Fuente:** Tesis presentada por: Haydee Monica Toledo Gonzales Polar, Javier Romero Ticona Paucara, para optar el grado de segunda especialidad, "Plan de Mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la Saturación en los terrenos de Majes". Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Universidad Nacional de San Agustín. Año 2007



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Figura 3.2: Distribución Espacial de la Sismicidad Histórica



Fuente: IGP 1471-1963

### c) Peligro Volcánico

En el Perú la cadena volcánica está constituida aproximadamente por 12 volcanes activos (fumarólicos, latentes) y potencialmente activos emplazados durante el Pliocuatnario, así como numerosos centros volcánicos erosionados emplazados antes del Plioceno y que en la actualidad no muestran actividad volcánica alguna (Ingemmet, 2002). La presencia de volcanes en esta región parece estar asociada con la geometría de la Placa de Nazca que subduce por debajo del Continente.

Las Pampas de Siguas y Vítor en particular, se encuentran en una región de influencia volcánica, como es la Región Arequipa, donde la actividad volcánica que podría afectar a la zona de estudio, está referida al Complejo Volcánico Ampato, Sabancaya y Hualca Hualca.

- **Volcán Nevado Ampato**

Localizado hacia el NE de la zona del Proyecto a unos 30 km, alcanza los 6288 msnm, está constituido por una serie de flujos de lava relativamente delgados, que rematan en un casquete glaciar permanente y tiene al río Siguas como uno de sus cursos desde la cuenca de recepción. Su última actividad fue durante el Holoceno del tipo Pliniana, erupción explosiva. Actualmente, no muestra actividad fumarólica o hidrotermal, considerándosele un volcán latente.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

- **Volcán Nevado Sabancaya**

Se ubica hacia el NE de la zona del Proyecto a unos 33 km, el cono llega a unos 5795 msnm, tratándose de un estrato volcán andesítico de edad Holocénica reciente, constituido por dos domos, está emplazado entre el Ampato y el Hualca Hualca. Su actividad eruptiva data desde 1750 y 1784-1785, luego de un periodo de 200 años de quietud, entro en reactivación en noviembre de 1986, emitiendo fumarolas durante 4 años consecutivos, posteriormente paso a una fase explosiva, emitiendo cenizas, bloques y fumarolas, desde 1993 la actividad del Sabancaya decrece paulatinamente, no observado actualmente ninguna fumarola.

- **Volcán Nevado Hualca Hualca**

Se ubica hacia el NE de la zona del Proyecto a unos 49 km, alcanza los 6025 msnm, es un volcán andesítico que presenta una gran caldera de avalancha en forma de herradura, la cumbre esta perennemente cubierta de hielo y nieve, y forma parte de este Complejo Volcánico.

El peligro que representa este complejo para el Proyecto, radica en la emisión de piroclásticos, flujos de lava, flujo de escombros, flujos de lodo, siendo hasta una distancia de 8km una distancia altamente peligrosa, hasta los 13 km el peligro es moderado y a mayor distancia el peligro es mucho menor. Sin embargo se debe tener en cuenta la caída de tefras y ceniza que si pueden llegar a mayores distancias, incluso a la zona del Pedregal.

### 3.5.4.4.2 Geodinámica externa

Los procesos geodinámicos exógenos, como son los deslizamientos, derrumbes, inundaciones, etc., están representados por los fenómenos que actúan en la superficie terrestre, esencialmente destructores del relieve. En este proceso de origen natural el hombre tiene una intervención cada vez más desfavorable, propiciando la ocurrencia de frecuentes fenómenos geodinámicos determinando que sus efectos sean mayores (desbalance hídrico, erosión intensa, desaparición de suelos, etc.), donde las características climatológicas, geológicas y geomorfológicas juegan un comportamiento dinámico muy activo.

Los fenómenos de geodinámica externa, participan en la evolución del modelado, como resultado de la interacción de agentes geodinámicos (agua, viento, sol, gravedad, organismos vivos), los que están condicionados a factores como la litología, la estratigrafía, factores hidrológicos y antrópicos.

#### a) Fenómenos de Flujo Hídrico

Se denominan así a todas aquellas manifestaciones geodinámicas que tienen como



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

agente principal el agua de escorrentía superficial que se desplaza en forma difusa a lo largo de un cauce regular. Dichos flujos pueden ser de carácter temporal, estacionario o permanente.

- **Inundaciones**

Producto de avenidas extraordinarias, causadas por fuertes precipitaciones, que se dan en las zonas del valle estrecho inundable, ocurriendo en sectores como Palca- Boyadero (subcuenca Vítor), Lluclla – Las Higuieritas (subcuenca Siguas).

**b) Fenómenos de Remoción en Masa**

Se denominan así a los fenómenos geológicos que en su mecanismo involucran la movilización de grandes volúmenes de material rocoso hacia niveles inferiores, bajo la acción directa de la gravitación terrestre. La presencia del agua en pequeñas cantidades, sin ser el agente principal, influye en el desarrollo de estos fenómenos con más frecuencia en los terrenos escarpados de las vertientes de los ríos, acantilados y áreas geológicamente jóvenes donde los procesos de erosión de taludes y tectonismo son activos y la sismicidad es alta. Los fenómenos de remoción en masa ocurren como movimientos gravitacionales de variado carácter y magnitud. Los más conocidos son los deslizamientos, los derrumbes, reptación de suelos y rocas, hundimientos.

- **Deslizamientos**

Son las manifestaciones más impresionantes de los fenómenos de remoción en masa. Se caracterizan por la formación de una superficie de ruptura recta o curvada a partir de la cual se desplaza toda la porción de terreno separada del conjunto, con la misma velocidad en todas sus partes, conservando su estructura y forma original. La ocurrencia está condicionada a la estructura geológica proclive a deslizarse por la inestabilidad manifiesta de las rocas y a la intensidad de fracturas con respecto a las superficies libres del afloramiento y fallas geológicas activas.

Factores desencadenantes de los deslizamientos son, la socavación de taludes, los movimientos sísmicos, saturación de agua en los terrenos inestables por infiltración, activación de fallas geológicas debido a la neotectónica.

Se caracterizan por presentar grietas semicirculares en la parte superior, escarpas y desniveles topográficos asociados a cambios de pendiente, ruptura y desplazamiento de muros, cercos o carreteras, arboles encorvados.

En la subcuenca Siguas, las zonas de deslizamientos más activa se localiza en el curso medio del valle del río (sector Tambillo), mientras que aguas arriba se verifican deslizamientos antiguos, estos fenómenos se han producido principalmente en secuencias compuesta por areniscas que contienen yeso (feldespatos arcillosos;



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

pudiendo detectar estos sectores antiguamente afectados hacia la margen izquierda entre Santa Ana y Sondor, así también frente a Santa Isabel de Sigwas siendo la zona más crítica la que se ubica entre Tambillo y Sondor. La zona actualmente más activa se reconoce hacia la margen derecha del valle, sector del Zarzal y Pachaqui siendo la irrigación de las tierras en la zona las que produjeron la reactivación de los fenómenos ocurridos antiguamente.

- **Derrumbamientos**

Incluye los movimientos y caída violenta de materiales rocosos de diversas dimensiones, las causas más comunes son, la fuerza gravitacional, fractura de la roca, meteorización, presión de raíces y efectos de congelamiento; iniciándose un derrumbe frecuentemente por sismos, excavaciones artificiales o erosión, baja cohesión de los materiales de los taludes, siendo los más propensos los taludes verticales, los cortes de carretera, acantilados y taludes ribereños.

A diferencia de otros fenómenos de remoción en masa, estos se caracterizan por el movimiento desordenado, acompañado de fuertes ruidos, dándose un mecanismo particular de bloques rocosos de diferentes tamaños a manera de caída libre.

Hacia el valle de Sigwas los derrumbes se ubican en San Basilio, San Juan de Sigwas, zona de Cujan Tambillo, Qda. La Pila- Agua Salada.

- **Flujos de Barro y colmatación de cauces**

Constituye a un flujo de torrente rápido, como consecuencia de fuertes precipitaciones pluviales y avenidas, produciendo erosión lateral y de fondo, por lo que se forma un flujo de agua y lodo y materiales en suspensión de gravas arenas, incluso cantos y bolos en zonas de fuerte pendiente. A estos flujos de barro se les denomina huaycos.

En el caso de colmatación específica de cauces, los fenómenos se producen en zonas de suave pendiente en la parte media y especialmente en la zona baja de los cauces, con deposición de materiales aluviales compuestos por gravas y arenas con cantos, en los cursos de las quebradas en su parte terminal, formando abanicos aluviales, y en los cauces de quebradas y ríos, formando playas. Tal es el caso de la parte media y baja del río Sigwas.

- **Lahars**

Se denomina así a los flujos de barro, que están constituidos casi exclusivamente de materiales volcánicos (cenizas, lapillis, bombas y bloques) estos se extienden hacia los focos de erupción.

Un Lahar está compuesto por materiales finos y agua, que puede arrastrar materiales más gruesos e incluso bloques, este flujo desciende por las laderas con velocidades que



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

llegan a los 100 km /h y llegan a recorrer hasta unos 300 m., viene a ser los principales agentes de destrucción que presentan las zonas volcánicas y representa un mayor riesgo en zonas glaciadas.

En la cuenca, pueden producirse lahares, desplazamientos, por acumulación de cenizas sobre hielo y nieve, en las laderas del Ampato y el Sabancaya, que se fusionarían ante una reactivación de la actividad volcánica. También se pueden producir aludes o torrentes de cenizas desde el Sabancaya.

- **Erosión de Riberas**

La erosión de riberas se refiere básicamente a la erosión lateral, que se produce en los cursos de los ríos y quebradas de toda la cuenca, en zonas de curvas ó recorridos semi-meándricos, produciendo erosión de riberas en la zona cóncava del cauce, dependiendo de la altura de las terrazas ó márgenes de los cauces. En ellas se produce, como efecto de la erosión, desplomes y derrumbes de masas locales de suelos, cuando la altura es regular a alta; e inundación y colmatación, en zonas donde el desnivel de las terrazas es muy bajo, generalmente inferior a 1.0 m.

En el río Siguas, se produce a lo largo del cauce desde Lluclla, hasta Higuieritas hacia las zonas del espejo de agua, y afecta ambas márgenes.

### **3.5.4.5 Riesgos geológicos**

Definiendo algunos parámetros acerca de las amenazas geológicas que se ciernen sobre el área estudiada, se debe mencionar que un riesgo es la estimación técnica o matemática de los probables daños que puedan producirse en una región o localidad y está en función del peligro y de la vulnerabilidad. Entonces definamos ahora el peligro, como la probabilidad de que un fenómeno natural pueda ocurrir y que sea potencialmente dañino en una localidad y en un periodo de tiempo específico, mientras la vulnerabilidad es el grado de resistencia y exposición, a la ocurrencia de un fenómeno natural en una determinada magnitud. Por tanto la ocurrencia de un desastre natural constituye un impacto, por un fenómeno de la naturaleza, que podrá ser enfrentado en la medida que hayan sido identificados previamente los peligros o amenazas y se hayan tomado las medidas necesarias para que la vulnerabilidad sea mínima y la capacidad de resiliencia sea mayor.

#### **3.5.4.5.1 Factores de vulnerabilidad**

Existen factores de vulnerabilidad como, la vulnerabilidad física que está relacionada a la localización de los pueblos y obras civiles, considerando que los métodos aplicados en dichas infraestructuras tendrán una capacidad de respuesta a cualquier desastre natural que pueda ocurrir. Dicho así en la zona estudiada se tiene numerosas zonas críticas,



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

donde han ocurrido y vienen ocurriendo derrumbes y deslizamientos debido a las filtraciones de agua de riego en las zonas de Majes, El Pedregal, etc, las cuales saturan y disminuyen el ángulo de fricción y la coherencia de los materiales que conforman los frentes de talud en las márgenes y donde se ubican pueblos como Pachaqui, Huachipa y Santa Isabel de Siguas, severamente afectados por estas infiltraciones.

El peligro volcánico ya mencionado, se cierne principalmente sobre el valle del río Siguas, el cual constituye un curso proveniente de los glaciares donde nace el río.

Asimismo, las inundaciones se hacen más evidentes en el valle de Siguas, pues un represamiento del río, podría afectar a las poblaciones de Sondor, Santa Isabel de Siguas, Higuieritas y otras aguas abajo.

La actividad sísmica es un peligro latente para la región, ya que los sismos producidos ya sea por las Placas tectónicas o actividad volcánica liberan alta energía, incluyendo la posibilidad de generarse un Tsunami que afecte las costas de Quilca, que aun cuando se ubica fuera de la zona de influencia directa, genera malestar y desastres en las poblaciones vecinas involucradas.

Otro aspecto es la vulnerabilidad técnica, la cual está referida a la calidad de las construcciones y obras civiles y su ubicación en zonas de peligro, ya sea por desidia, falta de dirección técnica o incumplimiento de las normas técnicas para cada sector.

Aspectos de importancia son la vulnerabilidad social, referida a la falta de organización para solucionar en comunidad los problemas que pudieran surgir a raíz de la ocurrencia de un desastre natural. Asimismo, la vulnerabilidad económica como en el caso de la actividad agrícola que es la que predomina en estos valles, donde se debe identificar claramente las tierras aptas para el desarrollo de dicha actividad; y finalmente la vulnerabilidad educativa, que compromete a las autoridades quienes tienen la obligación de orientar y educar a la población, ante hechos provocados por la naturaleza o por la mano del hombre.

#### **3.5.4.5.2 Aspectos geodinámicos que afectan la cuenca**

Los aspectos geodinámicos ya se han señalado en párrafos anteriores, concluyendo que los riesgos mayores para la subcuenca de los ríos Siguas y Vítor, son los procesos de geodinámica interna, es decir los sismos y el vulcanismo, y en menor magnitud los fenómenos de geodinámica externa.

Unos de los hechos más resaltantes en la actualidad referente a la zona evaluada, se da con las actividades de regadío indiscriminado que se ha producido en las Pampas de Majes, Pedregal lo cual ha generado grandes deslizamientos con la consiguiente ruptura de canales, destrucción de terrenos de cultivo, estrechamiento de los cauces y



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

desestabilización de los suelos ubicados hacia las márgenes del río. Asimismo, la desestabilización de taludes al construir carreteras, incluso se pone en peligro la infraestructura de fábricas como Gloria, quienes tienen instalada su Planta de Producción de Leche evaporada en el Alto Siguas, y que es afectada directamente por los deslizamientos de El Zarzal quienes han recurrido a efectuar un seguimiento continuo de este fenómeno a fin de evaluar la repercusión del mismo, y tomar las medidas para protección de sus instalaciones, a través de estudios como el “Control Topográfico del Deslizamiento El Zarzal- Alto Siguas”, que concluye que la evolución de la corona del deslizamiento es lenta, se ubica a una distancia de 181 m de las fisuras, hay cambios en la velocidad de los deslizamientos y que en caso de ocurrir un gran deslizamiento ocasionaría el embalse del río Siguas lo que debe alertar a las autoridades a fin de disponer de maquinaria para el ensanche del cauce de la zona obturada<sup>13</sup>.

Los flujos hidromorfodinámicos se dan con mayor incidencia en los ríos Siguas y Vítor, los que son responsables del socavamiento, transporte y colmatación, de los cauces incluyendo los procesos de incisión y desgaste laminar, pueden también darse casos de huaycos y torrenteras por lluvias excepcionales. Otros flujos son también los eolimorfodinámicos, los que se desarrollan en las pampas y laderas de las márgenes, como dunas, mantos de arena

La erosión de los suelos, proceso irreversible, aunada íntimamente al clima local bastante variable, y que puede ser lenta o violenta, por acción del agua, del viento, del hombre y por el mal manejo de los recursos naturales, tiene consecuencias que se traducen en empobrecimiento del suelo, disminución de la producción agrícola, escases de productos, estragos en la economía, disminución de la frontera agrícola, etc.

Existen estudios realizados por AUTODEMA, que brindan información acerca de la Geodinámica en los valles de Siguas y Vítor, que consisten en el monitoreo de estos sectores, evaluación y muestreo de filtraciones, aforo de caudales y que señalan que las infiltraciones afectan zonas como Cujan, La Vivichez, La Capellania, El Zarzal, Alto Siguas, Yungas, Hornillos, San Juan hasta Pachaqui y Santa Ana, comprobando que la recarga de dichas filtraciones proviene de la Irrigación Majes, existe salinidad excesiva, que existen alternativas para cambiar esta situación a través de capacitación, cambio de técnicas de riego a riego por goteo, control de la calidad del agua, entre otras<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Informe técnico de Control topográfico del deslizamiento el Zarzal- Alto Siguas, Gloria SA Feb. 2010, NH. Unda

<sup>14</sup> Informe de la Geodinámica interna y externa en el Valle de Siguas y Quilca (Deslizamientos, colapsos, etc.), AUTODEMA, Gerencia de Gestión de recursos Hídricos, Nov. 2008



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Para una presentación más didáctica de los riesgos que existen en la cuenca de la zona estudiada, se han preparado unas fichas de amenazas naturales, con una descripción puntual de cada sector visitado. (Ver **Anexo 3-C: Fichas de Amenazas Naturales**).

### 3.5.5 Hidrogeología

Para los fines del estudio, se ha tomado la información de aguas subterráneas dispuestas en el área de estudio, tanto en pozos de agua, como de los Sondajes eléctricos verticales (SEV) del "Estudio Geofísico del Bajo Siguas". Con este registro de información, de cuatro (04) piezómetros y ocho (08) puntos de SEV's se han determinado los niveles y los flujos de agua.

La permeabilidad en los acuíferos es de media a alta debido a la litología compuesta por rocas areniscas y material Coluvio-aluvial, cuyas formaciones predominantes son Depósitos: aluviales, coluviales y eluviales, El conglomerado Aluvial Pleistoceno y la Formación Moquegua.

Los aspectos hidrogeológicos del "Acuífero Siguas" se evaluarán con el objetivo de determinar la capacidad o potencial del recurso hídrico subterráneo (Ver **Anexo 3A-09**, Mapa Hidrogeológico).

#### 3.5.5.1 Información básica e investigación de campo

Para la caracterización hidrogeológica del acuífero Siguas se efectuó la revisión de la información geológica, hidrogeológica e inventarios de los piezómetros, los cuales fueron proporcionados por Concesionaria Angostura Siguas S.A. Asimismo se ha efectuado revisión bibliográfica y los estudios que han desarrollado las instituciones estatales como: la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), y la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA).

A continuación, se indica la información registrada:

- Información topográfica (Instituto Geográfico Nacional-IGN).
- Datos de precipitación y evaporación (Estudio del Proyecto de Irrigación Pampa Bayas-ANA).
- Medición de niveles de agua de tres (03) piezómetros (Pacific PIR-2014).
- Informe Geológico del Área del proyecto de Majes – Siguas Etapa II, Fase 2 (Pacific PIR-2014).
- Avance del Estudio: Hidrogeología de la Cuenca de los Ríos Quilca, Vitor y Chili. (INGEMMET-2011)
- Estudio Geodinámico y Evaluación de Peligros del Valle de Majes (Convenio UNSA-INDECI - 2001).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- Estudio Geodinámico de la Cuencas de los ríos Quilca, Sihuas y Vítor (INGEMMET-1997)
- Estudio a Nivel de Prefactibilidad Proyecto de Irrigación de Pampa Bayas (INRENA-2002).
- Informe de Impacto Hidrológico y Ambiental de Las Irrigaciones de la Joya y San Isidro-La Cano en el Valle de Vítor, Arequipa, Perú (Víctor M. Ponce-2008).
- Datos de la Tesis: “Captación de Aguas Subterráneas en el Bajo Siguas – Santa Rita Aplicando SEV’s para la Ampliación de la Frontera Agrícola” (José Apaza Bejar, UNSA-1994).
- Datos de la Tesis: “Plan de Mitigación de los Deslizamientos producidos por Efecto de la Saturación en los Terrenos de la Irrigación Majes”. (Hayde Toledo G. y Javier Ticona P., UNSA-2007).

También debemos señalar que se ha desarrollado el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca Quilca-Vítor-Chili, del cual recogeremos la información básica que son de nuestro interés.

### 3.5.5.1.1 Diangóstico del acuífero

El acuífero Siguas se encuentra limitado por el Norte por Pampa de Bayas, al Sur y al Este por el río Vítor y al Oeste por el río Siguas.

#### 3.5.5.1.1.1 Inventario de fuentes de agua

En la zona de estudio de Pampa de Siguas se han encontrado un (01) piezómetro denominado Santa Rita, ubicado en pampas del mismo nombre. Asimismo, se ha ejecutado un piezómetro PZ 8 + 070 en la zona de las laderas de Torconta y los otros dos (02) piezómetros se encuentran en la Pampa de Majes, el primer piezómetro con nombre “Capricho” ubicado en la zona El Alto y el segundo, “Europa”, ubicado al oeste de Pachaqui (Ver tabla siguiente).

**Tabla 3.20: Fuentes de Aguas Subterráneas**

Ítems	Piezómetro	Coordenadas UTM			Sector
		E (m)	N (m)	Cota	
1	Santa Rita	808003.37	8174596.03	1235.50	Santa Rita
2	Capricho	801201.81	8185920.27	1350.00	San Juan El Alto
3	Europa	801229.24	8183336.51	1315.70	Pachaqui
4	PZ 8 + 070	817106.00	8204317.00	1899.50	Laderas de Torconta

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.5.1.1.2 Prospeccion geofísica

De acuerdo a la Tesis: “Captación de aguas Subterráneas en el Bajo Siguas - Santa Rita Aplicando SEV’S para la Ampliación de la Frontera Agrícola” (realizado el año 2008 por el Geofísico José Apaza Bejar) se ha tomado los ocho (08) sondajes eléctricos verticales (Ver tabla siguiente) para determinar la superficie freática de nuestra la zona estudio y de esta manera determinar el espesor del acuífero y su gradiente hidráulico.

En la zona baja de Santa Rita mediante la prospección geofísica se determinó cinco horizontes geoeléctricos, de los cuales solo en el cuarto horizonte (H4) presenta contenido de humedad, y por sus características geofísicas representaría la posible estructura acuífera. A continuación describiremos los cinco (05) horizontes geoeléctricos de pampa de siguas.

**Tabla 3.21: Resumen de Resultados de la Prospección Geofísica**

Ítems	SEV	Coordenadas UTM		Resistividad Transversal (ohm-m2)	Conductancia Longitudinal (mhos)	Resistividad Verdadera (ohm-m2)
		E (m)	N (m)			
1	SEV 01	806840	8170135	9632	1.30	86.0
2	SEV 02	805317	8169584	9048	1.50	78.0
3	SEV 03	805372	8167957	17400	0.80	145.0
4	SEV 04	803488	8167957	12240	1.90	80.0
5	SEV 05	803639	8166095	5440	4.70	34.0
6	SEV 06	801979	8168076	18850	1.10	130.0
7	SEV 07	803603	8169167	14415	1.70	93.0
8	SEV 08	804941	8171333	13110	1.00	115.0

**Fuente:** Adaptado de la Tesis: “Captación de Aguas Subterráneas en el Bajo Siguas – Santa Rita Aplicando SEV’s para la Ampliación de la Frontera Agrícola”.

### 3.5.5.1.1.3 Descripción de los horizontes geoeléctricos

#### Horizonte H1

Este horizonte superior es de espesor reducido, de 2.0 a 7.0 m, presenta valores muy altos de resistividad que fluctúan entre los 3950 y 5300 Ohm2 y por lo tanto no tiene buenas condiciones geoeléctricos. Este horizonte esta correlacionado a materiales pertenecientes a depósitos cuaternarios recientes y generalmente está constituido por materiales de origen aluvional con alto contenido de material de grano fino. También debemos señalar que este estrato se encuentra totalmente seco, por tener la pampa de siguas un clima desértico y que en algunas zonas se pueden presentar arenas de origen eólicos, caliches y yesos (Ver Figura N° 3.3 y N° 3.4).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

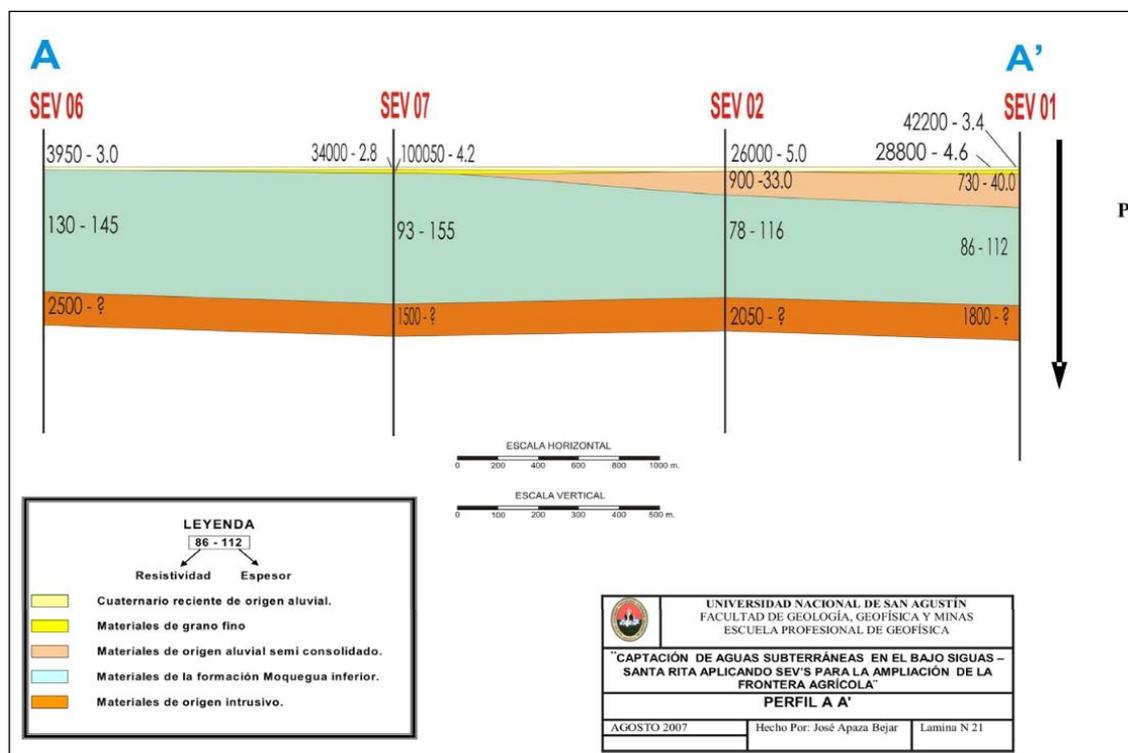
### Horizonte H2

El segundo horizonte del acuífero de siguas no presenta buenas condiciones geoelectricas, encontrándose también seco. Tiene un espesor que varía desde los 4.2 a 5.0m con valores de resistividad 15160 hasta los 100050 Ohm2 y estarían constituidos de los mismos materiales que el primer horizonte pero con menor contenido de materiales finos, posiblemente con presencia de gravas y arenas en matriz limo arcillosa.

### Horizonte H3

El horizonte medio no se observa en varios sectores del valle, presentándose en la zona SE con espesores que varían de 25 a 40m y con valores de resistividad que van desde los 730 a 4400 Ohm2. Este horizonte intermedio estaría constituido por materiales de origen aluvial semi consolidado, conformados por gravas en matriz areno limosa y presentaría un bajo contenido de humedad por capilaridad. Además este horizonte no presenta buenas condiciones geoelectricas.

**Figura 3.3: Perfil A-A' (Tesis: "Captación de Aguas Subterráneas en el Bajo Siguas – Santa Rita Aplicando SEV's para la Ampliación de la Frontera Agrícola")**



### Horizonte H4

El cuarto horizonte presenta buenas condiciones geoelectricas con valores de resistividad que varían desde los 34 a 145 Ohm2 y cuyos espesores varían de 112 a 155 m. Este

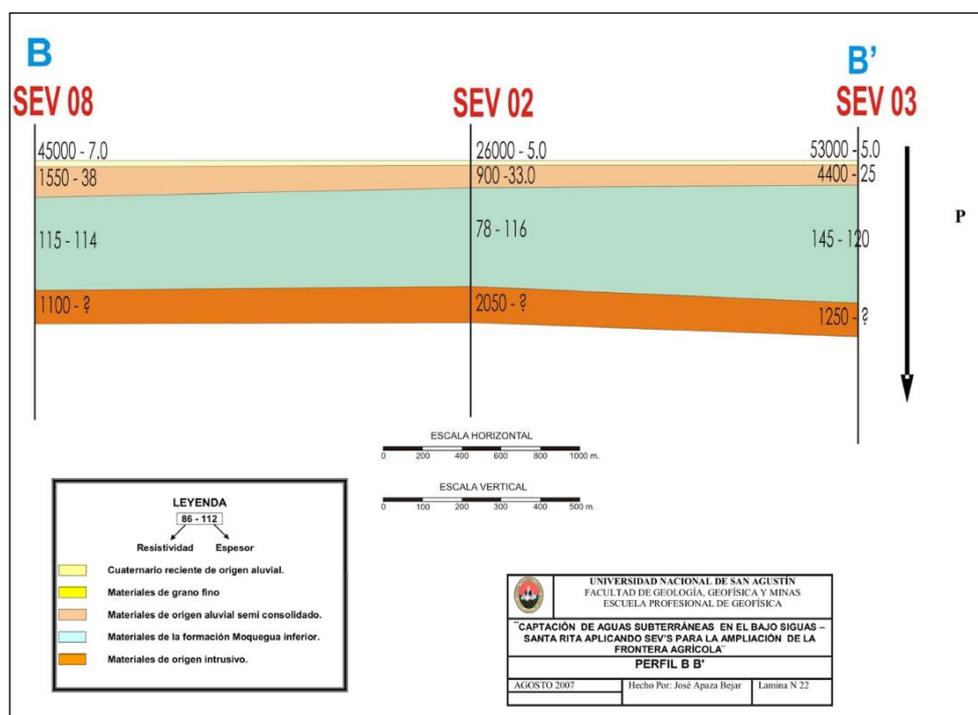
**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

horizonte probablemente pertenecería la Formación Moquegua inferior, la misma que se encuentra conformada por areniscas arcósicas intercaladas con areniscas arcillosas, y también se intercalan algunas capas y venillas de yeso. Por sus características geofísicas y el contenido de humedad presente en este horizonte podemos concluir que el cuarto horizonte representaría una posible estructura acuífera.

### Horizonte H5

Este horizonte inferior, presenta valores de resistividad que varían de 1100 a 2500 Ohm2 y espesores no definidos. Estaría constituido por materiales de origen intrusivo y constituye la estructura impermeable del acuífero siguas.

**Figura 3.4: Perfil A-A' (Tesis: "Captación de Aguas Subterráneas en el Bajo Siguas – Santa Rita Aplicando SEV's para la Ampliación de la Frontera Agrícola")**



#### 3.5.5.1.1.4 Profundidad de la napa freática

En la exploración de campo se encontraron 04 piezómetros, de los cuales el que tiene una mayor profundidad de nivel freático es el piezómetro Capricho con 150 m, en el caso del piezómetro El Capricho y Santa Rita se encuentra casi a la misma profundidad siendo sus niveles freáticos de 93.74 y 93.9 m (Ver tabla siguiente). En el distrito de Santa Isabel de Siguas se está realizando perforaciones en la zona de la bocatoma Lluclla y su derivación, de los cuales hemos tomado como referencia el piezómetro PZ 8+070 cuyo nivel de agua es de 115.50 m.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.22: Nivel Freático de los Piezómetros**

Ítems	Piezómetro	Coordenadas UTM			Profundidad de Acuífero	Nivel Freático	Espesor del Acuífero
		E (m)	N (m)	Cota			
1	Santa Rita	808003.37	8174596.03	1235.50	93.90	1,141.60	100.0
2	Capricho	801201.81	8185920.27	1350.00	93.74	1,256.26	110.0
3	Europa	801229.24	8183336.51	1315.70	94.45	1,221.25	110.0
4	PS 8 + 070	817106.00	8204317.00	1899.50	115.50	1,784.00	120.0

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

Con la información geológica, geomorfológica, los piezómetros y los sondajes eléctricos verticales, se realizó una interpolación de la profundidad del Pozo Santa Rita con el horizonte geoelectrico H4, encontrándose que la profundidad promedio del acuífero Siguas en la zona sur está a 90 m (Ver tabla siguiente), con una profundidad mínima de 85 m y una máxima de 110 m (Ver **Anexo 3A**, Mapa de Isoprofundidad).

**Tabla 3.23: Nivel Freático de los SEV's**

Ítems	SEV	Coordenadas UTM			Profundidad de Acuífero	Nivel Freático	Espesor del Acuífero
		E (m)	N (m)	Cota			
1	SEV 01	806840	8170135	1190.37	93.60	1,096.77	112.0
2	SEV 02	805317	8169584	1174.36	93.50	1,080.86	116.0
3	SEV 03	805372	8167957	1158.06	92.10	1,065.96	120.0
4	SEV 04	803488	8167957	1142.5	92.80	1,049.70	153.0
5	SEV 05	803639	8166095	1125.67	91.90	1,033.77	160.0
6	SEV 06	801979	8168076	1134.46	93.10	1,041.36	145.0
7	SEV 07	803603	8169167	1161.35	93.40	1,067.95	155.0
8	SEV 08	804941	8171333	1190.58	94.10	1,096.48	114.0

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### 3.5.5.1.1.5 Morfología de la napa

La superficie freática del acuífero de siguas se realizó a partir de los niveles de agua encontrados en los piezómetros en la zona de estudio y la profundidad inferida de manera indirecta de la prospección geofísica en la zona sur del área de estudio, también debemos señalar que para el mes de setiembre el nivel de agua fluctúa el mayor ascenso de agua para los pozos de Santa Rita y Europa (Ver tabla siguiente).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.24: A Datos históricos del Nivel de Agua de Piezómetros**

Piezómetros	Europa	Santa Rita	Capricho
Fecha	Profundidad (m)		
Dec-10	94.00		150.00
May-11	95.00	94.60	150.00
Sep-11	96.00	94.60	150.00
Dec-11	95.10	94.50	150.00
Feb-12	95.50	94.30	150.00
Aug-12	93.41	94.14	150.00
Dec-12	92.81	93.90	150.00
May-13	93.74	93.60	

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

Las curvas hidroisohipsas van decreciendo desde pampa de bayas hacia el río Vítor desde los 900 msnm hasta los 1900 msnm. La gradiente hidráulica es de 3% cuya dirección de flujo viene de Noreste hacia el Suroeste.

- **Zona de Carga y descargas**

La zona de recarga de las subcuencas de Siguas y Vítor se encuentra entre los niveles de 2500 msnm a 4000 msnm en el cual se alimenta el acuíferos proviene de la precipitación pluvial, cuya media anual varía de los 50 mm hasta los 330 mm.

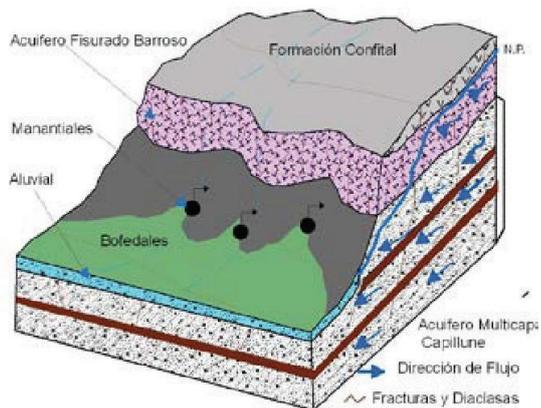
El Grupo Barroso congrega a varios estratos volcánicos del plioceno reciente, formados principalmente por lavas andesíticas gris oscuras. En varios sectores se encuentran coronando la parte superior y los flancos de las estructuras volcánicas, en otros, sobreyace a las tobas blancas del Grupo Maure. Esta unidad geológica está constituida por un conjunto de andesitas y rocas piroclásticas que forman los conos volcánicos más antiguos del área, los cuales se presentan conspicuamente en la altiplanicie (cerros Chuquihua y Mauras).

Estas lavas andesíticas tienen predominancia de fracturas verticales formadas por enfriamiento y coincidente con la dirección de emplazamiento de las lavas, estas fracturas son las que almacenan las aguas subterráneas y condicionan la dirección de flujo de las surgencias.

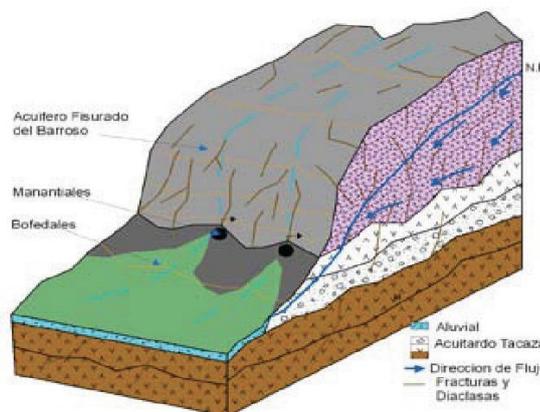


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Figura 3.5: Modelo Hidrogeológico Esquemático (XV Congreso Peruano de Geología, F. Peña - Comportamiento Hidrogeológico de las Rocas Volcánicas en la Parte Alta de la Cuenca del Río Quilca-Vítor-Chili, P. Sulca y J. Carpio-2010).**



**A) Acuíferos multicapa, con descarga de control Litológico**



**B) Acuíferos con descargas de control topográfico**

Los materiales del Grupo Tacaza, son variados. La parte inferior destaca por su litología, compuesta por tobas de composición dacítica y riolítica desvitrificadas de naturaleza impermeable, la cual favorece el almacenamiento y descarga de aguas subterráneas a través de manantiales y bofedales. En la parte superior contiene ignimbritas, lavas y brechas andesítica a basáltica, intercalados con vulcarenitas y aglomerados de coloración gris rojiza. Una parte de estos materiales tienen permeabilidad vertical y las direcciones de flujo se concentran a través de las fracturas constituyéndose en acuitardos volcánicos, sin descartar que la parte superior pueda albergar acuíferos moderados de baja conductividad hidráulica. Si bien esta unidad no se encuentra en el área del proyecto, la tenemos la parte sureste de la cuenca del río Siguas.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.5.1.1.6 Propiedad hidráulica

Las propiedades hidráulicas o parámetros hidrogeológicos de un acuífero están ligadas a las propiedades físicas de la roca y suelos, y se determinan a través de los valores de porosidad, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento y gradiente hidráulico, los mismos que determinan la productividad de un acuífero y radios de influencia.

**Tabla 3.25: Clasificación hidrogeológica de rocas volcánicas**

Unidad Volcánica	Litología	m (%)	K (m/día)	Espesor	Clasificación
Grupo Tacaza	Brechas y tobas	De 1 a 20	De 0.20 a 8.64	± 1800	Acuitardo Volcánico
	Areniscas	De 4 a 25	De 0.076 a 0.36		
	Flujos de lava	De 1 a 10	De 1.5 a 19.87		
Grupo Maure	Conglomerados	De 1 a 40	De 0.20 a 8.64	± 1200	Acuitardo Volcánico Sedimentario
	Areniscas	De 4 a 25	De 0.076 a 0.36		
	Volcánicos	De 1 a 10	De 1.5 a 19.87		
Formación Capillune	Arenas, areniscas	De 4 a 25	De 0.076 a 0.36	± 210	Acuitardo Volcánico Sedimentario
	Piroclastos	De 1 a 50	De 10x10 <sup>-5</sup> a 1		
	Cenizas y arcillas	De 4 a 60	De 8.3x10 <sup>-7</sup> a 1		
Grupo Maure	95.10	De 1 a 10	De 1.5 a 19.87	± 150	Acuífero Volcánico

**Fuentes:** Peña & Sulca (2009), Custodio (1996), Sanders & Smith (1998), Morris & Johnson (1982), Davis (1969).

Arriba de la zona del proyecto se ubican las recargas del acuífero perteneciente a la formación del grupo Barroso y en la zona media alta se encuentra el Grupo Tacaza pertenecientes al acuitardo Tacaza y cuyas características hidrogeológicas se muestran en la tabla siguiente

**Tabla 3.26: Clasificación de valores de permeabilidad, según INGEMMET (2006)**

Tipo	Permeabilidad (K m/día)	Según datos tabulados	Según pruebas de infiltración puntual
I	Muy Baja	K < 0.01	K < 5
II	Baja	0.01 < K < 1	5 < K < 10
III	Media	1 < K < 10	10 < K < 20
IV	Alta	10 < K < 100	20 < K < 45
V	Muy Alta	K > 100	K > 45

**Fuente:** Hidrogeología de la cuenca del Río Locumba – INGEMMET (2009).

En la progresiva 8+070 del canal del proyecto se ha realizado un ensayo de Lugeon (PZ 8+070) el cual nos indica una permeabilidad promedio de 0.1543 m/día, de acuerdo a la clasificación según INGEMMET, es considerada muy baja (Ver tabla siguiente).

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.27: Clasificación de las formaciones,  
Según Cálculo de Permeabilidad**

Ítem	Formacion o Complejo	Simbologia	Permeabilidad (K m/día)
1	Complejo Volcanico Suches	NQ-su	39.60
2	Complejo Volcanico Sasana	NQ-sa	50.96
3	Complejo Volcanico Tutupaca	N-tu/pda	8.92
4	Complejo Volcanico Nazaparco	N-n/ap	20.16
5	Complejo Volcanico Yucamane	Q-yu/pi	9.22
6	Formacion Capillune	N-ca	9.50
7	Formacion Labra	Js-la	70.56
8	Formacion Tarata	P-la_i	28.51
9	Formacion Moquegua	Ts-mll	8.06
10	Formacion Sotillo	Nm-so	3.17

Fuente: Hidrogeología de la cuenca del Río Locumba – INGEMMET (2009).

La permeabilidad de la formación Moquegua es de 8.06 m/d, tomando como referencia a la misma formación del estudio de “Hidrogeología de la Cuenca del Río Locumba”, en el cual se han realizado numerosas pruebas de permeabilidad por el método de infiltración puntual (Ver tabla 3.27).

La conductividad Hidráulica de la Formación Moquegua es considerada como una permeabilidad baja según la tabla elaborada por el INGEMMET el año 2006, el mismo que muestra rangos de permeabilidad y la cataloga como muy baja, baja, media alta y muy alta según su comportamiento físico (tabla 3.26).

Por lo tanto la Permeabilidad (K) del acuífero es de 8.06 m/día. Considerándose según la tabla 25 y siendo el espesor promedio del acuífero productivo obtenido del sondaje EITZ P1 a P4 podemos determinar la Transmisividad (T) del acuífero. Los sondajes EITZ son considerados debido a que se cuenta con su perfil estratigráfico de la perforación.

$$\text{Transmisividad (T): } T = K \cdot e = 8.06\text{m/d} \cdot 30\text{ m} = 241.8\text{ m}^2/\text{d}$$

**E: espesor del acuífero productivo.**

De acuerdo con la tabla 27 la transmisividad de la formación Moquegua es media según la tabla elaborada por el INGEMMET (2006), así mismo debemos señalar que en la zona de estudio no se ha realizado ninguna prueba o ensayo para determinar las características hidráulicas de las unidades hidrogeológicas. De lo antes expuesto la transmisividad calculada es un valor promedio aproximado de la formación Moquegua.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Tabla 3.28: Valores de Transmisividad

Ítem	Transmisividad (T m <sup>2</sup> /día)	Calificación Estimada	Calificación Estimada
1	T < 10	Muy baja	Pozo de menos de 1 l/s con 10 m de depresión teórica
2	10 < T < 100	Baja	Pozo entre 1 y 10 l/s con 10 m de depresión teórica
3	100 < T < 500	Media	Pozo entre 10 y 50 l/s con 10 m de depresión teórica
4	500 < T < 1000	Alta	Pozo entre 50 y 100 l/s con 10 m de depresión teórica
5	T > 1000	Muy alta	Pozo entre 100 l/s con 10 m de depresión teórica

Fuente: Hidrogeología de la cuenca del Río Locumba – INGEMMET (2009).

Coeficiente de Almacenamiento (s): De acuerdo a la estratigrafía en la formación Moquegua, se considerándose un acuífero libre en la capa superior, mientras que en la capa inferior se tiene una estratigrafía compacta de material más fino podemos inferir que podría comportarse como un acuífero semiconfinado por lo tanto se estima el coeficiente de almacenamiento para la zona de las pampas de Siguas entre los valores de  $1 \cdot 10^{-2}$  a  $10^{-3}$ .

Tabla 3.29: Valores de Coeficiente de almacenamiento (Según Villanueva e Iglesias, 1984)

Ítem	Tipo de material permeable	Tipo de acuífero	Valores de S (medio)
1	Karstico:	Libre	$2 \times 10^{-2}$
2	Calizas y Dolomias jurasicas	Semiconfinado	$5 \times 10^{-4}$
3		Confinado	$5 \times 10^{-5}$
4	Calizas y dolomias cretácicas y terciarias	Libre	$2 \times 10^{-2}$ - $6 \times 10^{-2}$
5		Semiconfinado	$10^{-3}$ - $5 \times 10^{-4}$
6		Confinado	$10^{-4}$ - $5 \times 10^{-5}$
7	Poroso Intergranular: Gravas y arenas	Libre	$5 \times 10^{-2}$ - $15 \times 10^{-2}$
8		Semiconfinado	$1 \times 10^{-3}$
9		Confinado	$1 \times 10^{-3}$
10	Kársticos y porosos: Calcarenitias marinas terciarias	Libre	$15 \times 10^{-2}$ - $18 \times 10^{-2}$

Fuente: Hidrogeología de la cuenca del Río Locumba – INGEMMET (2009).

### Radio de Influencia

La distancia hasta donde se produce una depresión en la napa a partir del pozo sometido a bombeo, se denomina radio de influencia. Este factor es determinante en el espaciamiento entre los pozos en el cual no exista interferencia.

Los radios de influencia absolutos se determinan a partir de la ecuación general de Theis-Jacob:

Para el cálculo del radio de influencia, se utilizaron los parámetros hidráulicos estimados.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

$$R = 1,5 (Tt/S)^{0.5}$$

Dónde:

R = Radio de influencia (m)

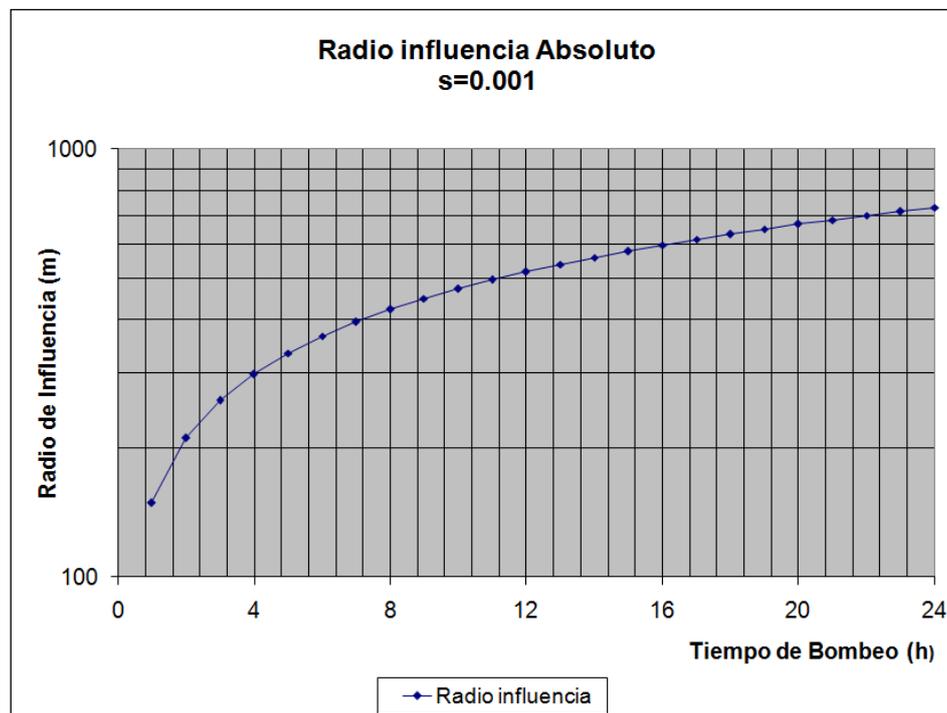
T = Transmisividad (m<sup>2</sup>/s)

t = Tiempo de Bombeo (s)

S = Coeficiente de Almacenamiento

Para la zona de Pampa de Siguas se han calculado los radios de influencia para 24 horas de bombeo continuo, con una permeabilidad de 8.06 m<sup>2</sup>/d y 0.001 y 0.01 de coeficiente de almacenamiento, resultando un radio máximo de 731.13 m y 213.59 m respectivamente (Ver Gráfico siguientes).

**Gráfico 3.10: Radio de Influencia Absoluto s=0.001**

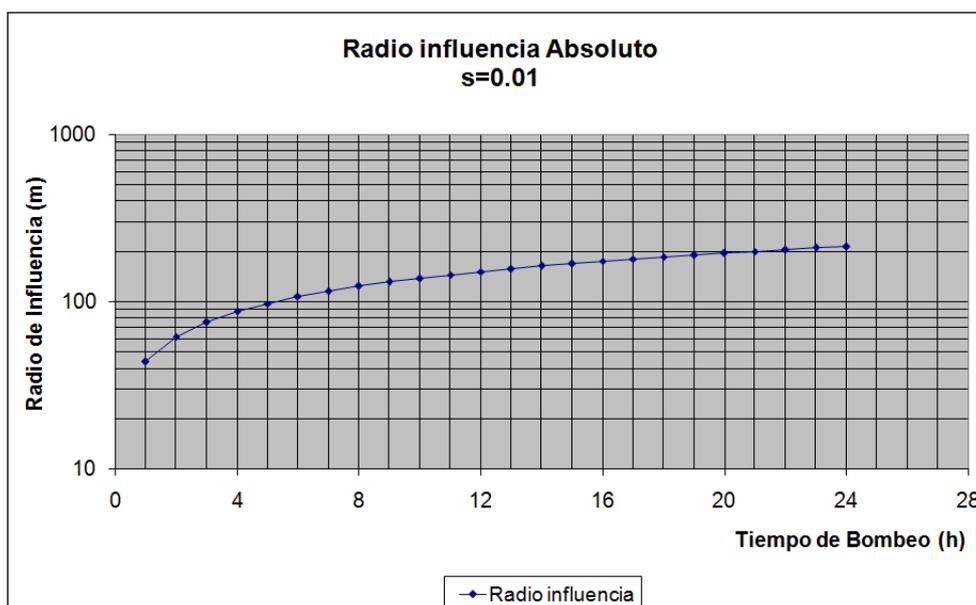


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.11: Radio de Influencia Absoluto  $s=0.01$**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C

### 3.5.5.1.1.7 Geometría y litología del acuífero

El acuífero de siguas está formado probablemente por la unidad hidrogeológica correspondiente a la formación de Moquegua superior. El acuífero Moquegua Superior es de baja productividad que actualmente no tiene recarga efectiva por encontrarse en la parte baja de la cuenca, y solo tiene recarga en la zonas de irrigación de la pampa Santa Rita y zonas aledañas. El acuífero Superior es considerado por su litología como un acuífero poroso no consolidado, con buena transmisividad pero bajos caudales y lo constituyen materiales detríticos mayormente constituidos por gravas de clastos redondeados a subredondeados de matriz arenosa con esporádicos lentes de arcillas y limos.

### 3.5.5.1.1.8 Hidrogeoquímico

En la zona del área de estudio, AUTODEMA ha realizado el muestreo de las filtraciones en el margen derecha del valle de Siguas.

Dentro de las evaluaciones, en los diferentes sectores de filtración existentes, se realizaron la toma de muestras y se tiene como referencia los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica (CE), pH, y la medición periódica de caudales (aforos). Se realizaron las mediciones de la conductividad eléctrica en los sectores Vivíchez, Capellán, El Zarzal I, Yungas I, Hornillos I, San Juan, Río (Santa Ana). (Ver **Anexo 3A**, Mapa de Vulnerabilidad).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

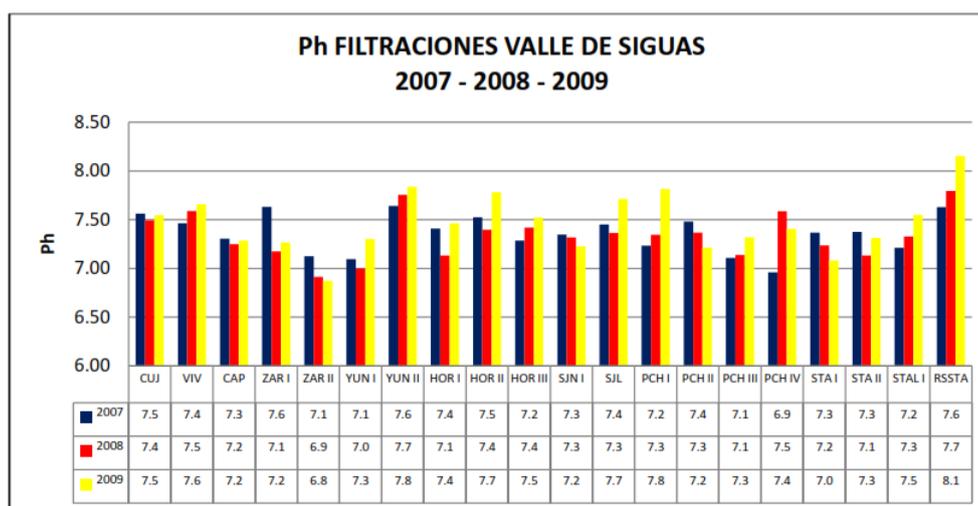
Según el Gráfico 3.12, el ph de las filtraciones de los sectores indicados arriba tiene un valor casi neutro, y se puede distinguir que solo en el río Santa Ana I se llega al valor de 7.24 a 7.82. En el Caso de la zona El Zarzal I donde el talud ha sufrido un fuerte deslizamiento los valores de Ph varían desde 7.13 hasta 7.27, considerando estos valores de un agua neutra.

**Tabla 3.30: Valores de pH Filtraciones Valle Sigwas**

Ítem	Estaciones	2007	2008	2009
1	Vivíchez	7.46	7.59	7.66
2	Capellanía	7.31	7.25	7.29
3	El Zarzal I	7.63	7.18	7.27
4	Yungas I	7.10	7.00	7.30
5	Hornillos I	7.41	7.13	7.46
6	San Juan I	7.35	7.32	7.23
7	Pachaqui I	7.24	7.34	7.82
8	Santa Ana I	7.37	7.24	7.08
9	Río Sigwas ( Santa Ana)	7.63	7.79	8.15

Fuente: Autodema,2010

**Gráfico 3.12: PH 5 Filtraciones del Valle de Sigwas**



Fuente: Estudio Geológico y Geotécnico del Deslizamiento en el Anexo El Zarzal, Distrito de San Juan de Sigwas valle de Sigwas - Arequipa (W. Cahuana-UNSA 2011).

Del gráfico 3.13 de las conductividades eléctricas, en las zonas de El Zarzal II y Yungas I se han incrementado en el lapso de tiempo desde el 2007 hasta el 2009 llegando a valores de 24.98 y 22.45 ms/cm respectivamente. También debemos señalar que en la

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

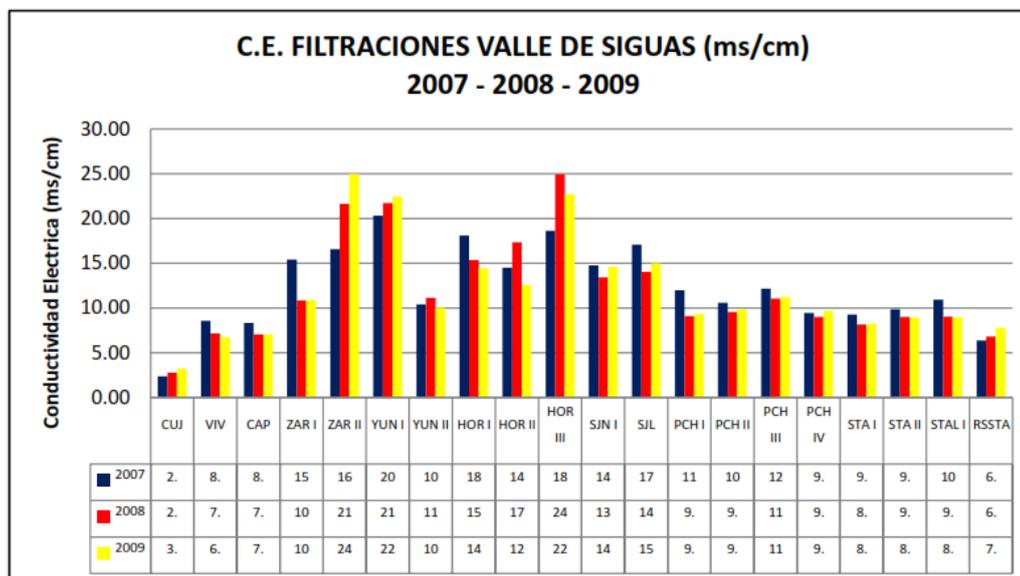
zona Hornillos III se ha registrado valores máximos con respecto a las zonas estudiadas llegando a casi 25 ms/cm.

**Tabla 3.31: Valores de Conductividad Eléctrica Valle Siguan.**

Ítem	Estaciones	2007	2008	2009
1	Vivichez	8.56	7.16	6.77
2	Capellánia	8.35	7.04	7.05
3	El Zarzal I	15.42	10.84	10.92
4	Yungas I	20.31	21.73	22.45
5	Hornillos I	18.11	15.35	14.44
6	San Juan I	14.77	13.41	14.62
7	Pachaquí I	11.98	9.09	9.32
8	Santa Ana I	9.26	8.17	8.25
9	Río Siguan ( Sta Ana)	6.39	6.83	7.81

Fuente: Autodema,2010

**Gráfico 3.13: C.E. Filtraciones de Siguan (ms/cm)**



Fuente: Estudio Geológico y Geotécnico del Deslizamiento en el Anexo El Zarzal, Distrito de San Juan de Siguan valle de Siguan - Arequipa (W. Cahuana-UNSA 2011).

De acuerdo a la clasificación de aguas para riego de acuerdo la conductividad eléctrica, se considera que el peligro de salinización en las zonas muestreadas es baja si se llegaran a utilizar como agua de riego por encontrarse menor los 259 mS cm<sup>-1</sup> (Ver tabla 3.32). Asimismo, debemos señalar que los mayores caudales medidos de



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

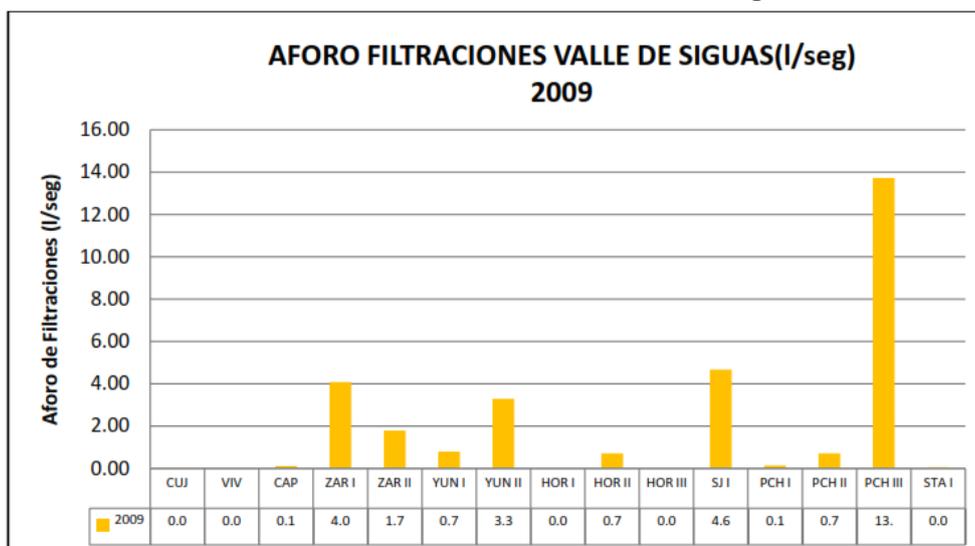
filtraciones se han encontrado que en la zona de Pachaqui III llegando a casi 14 l/s (Ver Gráfico 3.14).

**Tabla 3.32: clasificación de aguas para riego de acuerdo a la CE y sales Totales**

CLASES	PELIGRO DE SALINIZACIÓN	CE (mS cm <sup>-1</sup> a 25° C)	CONTENIDO DE SALES TOTALES (g/L <sup>1</sup> )
C1	Bajo	<259	< 0.15
C2	Moderado	250 - 750	0.15-0.50
C3	Medio	750 - 2250	0.50-1.15
C4	Alto	2250 - 4000	1.15-2.50
C5	Muy alto	4000 - 6000	2.50-3.50
C6	Excesivo	>6000	>3.50

Fuente: Laboratorio de Riverside (U.S.)

**Gráfico 3.14: Aforo de filtraciones del valle de Siguas**



Fuente: Estudio Geológico y Geotécnico del Deslizamiento en el Anexo El Zarzal, Distrito de San Juan de Siguas valle de Siguas - Arequipa (W. Cahuana-UNSA 2011).

### 3.5.5.2 Instalaciones de pozos subterráneos

Dentro del área de influencia del Proyecto de Irrigación Majes-Siguas Etapa II, Fase 2, en donde se van a emplazar sus componentes, así como la realización de sus actividades durante el tiempo de vida del proyecto, no se han identificado instalaciones de pozos de subterráneos.

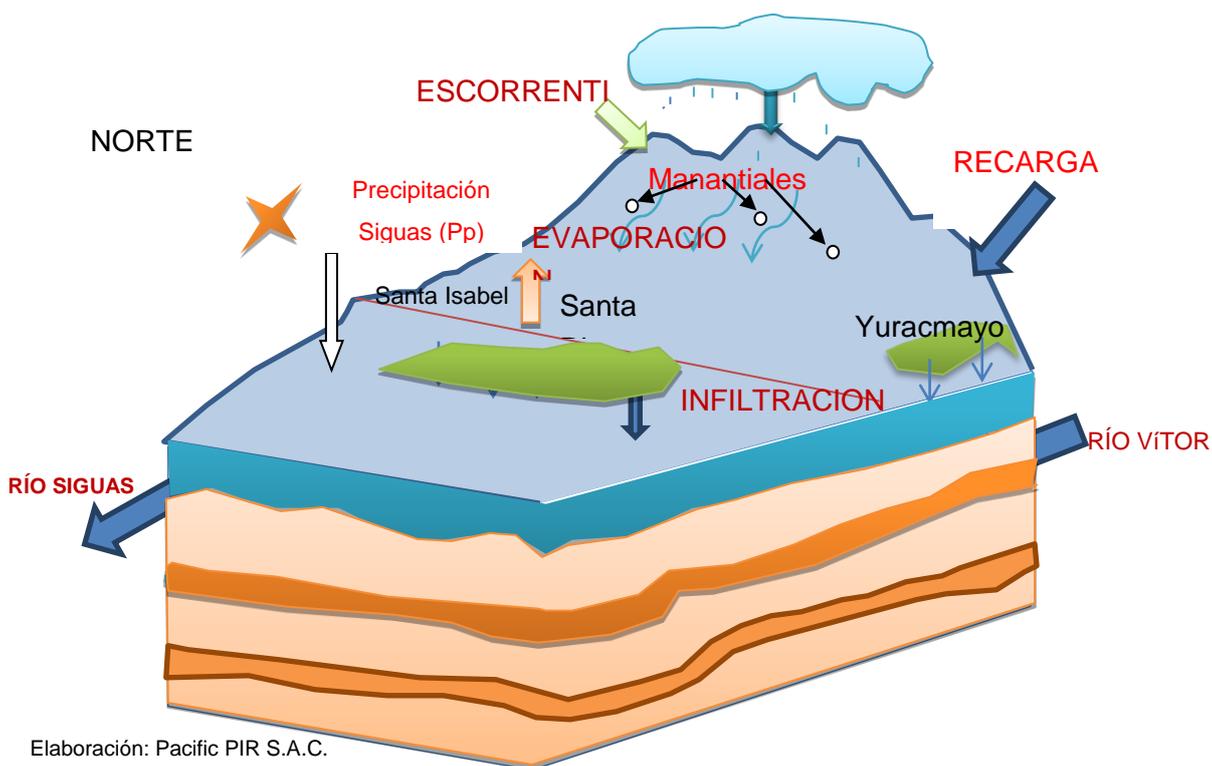
### 3.5.5.3 Modelamiento conceptual del acuífero

El modelo conceptual del acuífero de Siguas sigue los medios físicos como la distribución espacial y la geometría de las unidades hidrogeológicas, la identificación de fuentes de recarga, infiltración, los niveles freáticos, y las propiedades hidráulicas.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Gráfico 3.15: Modelamiento conceptual del Acuífero Siguas



**ECUACION DE BALANCE HIDROGEOLOGICO**

$$Pp (mm) + R (mm) = If(mm) + Ev (mm) + C (mm) + \Delta v (mm) \dots \dots \dots (1)$$

- Pp: Precipitación (mm)
- Ev: Evaporación-Evapotranspiración (mm)
- C: Escorrentía (mm)
- R: Recarga de la parte alta.
- If: Infiltración (mm)
- $\Delta v$  : Variación del agua almacenada del acuífero.

Dentro desarrollo espacial, geométrico y condiciones borde del acuífero de Siguas se define los siguientes parámetros:

La precipitación (Pp) principal ocurre en la zona alta con mayor intensidad produciéndose escorrentía (C) a través de las quebradas. La precipitación en la zona media y baja de las pampas de Siguas son muy bajas llegando en promedio a 20mm en un año.



Carlos Fidel Lantiveros Chávez  
Apoderado  
Concesionaria Angostura Siguas S.A.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

La zona de recarga (R), se ubica al Este del acuífero, en los andes, cuya litología está enmarcada por las formaciones volcánicas Barroso y Tacaza, siendo el primero de lavas andesíticas fracturadas en el cual el flujo agua es vertical favoreciendo el paso de agua hacia la formación volcánica Tacaza y este al mismo tiempo favorece el almacenamiento de la recarga y luego descarga hacia las pampas de Siguas y a través de manantiales y bofedales en la parte alta.

En las pampas de Siguas el flujo subterráneo proveniente de la recarga de la parte alta se dirige hacia el Oeste del acuífero.

Las aguas provenientes de los ríos Siguas y Vítor a través de las estructuras de captación y canal de conducción se descargan en las zonas agrícolas de las pampas de Santa Rita, Santa Isabel y Yuracmayo respectivamente. A partir del riego sobre los cultivos se sigue el proceso de Evapotranspiración–evaporación (Ev) y una parte se infiltra (If) en el subsuelo.

La zona media y baja del acuífero está compuesta por la formación de Moquegua inferior e superior cuya estratigrafía muy variada, presenta una permeabilidad baja.

Las condiciones de borde del acuífero presentan a dos ríos principales, el Siguas y el río Vítor, los cuales confluyen en el valle de Quilca. Estos ríos se ubican en su trayectoria con niveles de agua inferiores a la cota del nivel freático de las Pampas de Siguas. Así tenemos que entre las quebradas de Milio y las Laderas se tienen una cota de 1350 msnm mientras que el nivel freático de las pampas con respecto a esto punto es 1450 msnm. Del mismo modo la cota río Siguas con referencia a la zona de la población de Santa Isabel es de 1400 msnm, mientras que el nivel de agua en las pampas de siguas mantiene una cota de 1500 msnm.

En el acuífero no se desarrolla extracción de agua subterránea para fines de riego, los piezómetros no indican explotación solo son de medición (monitoreo), por lo tanto, los pozos no se ha incluido en el modelo.

**Tabla 3.33: Demanda de Proyectado**

Departamento	Provincia	Distrito
Arequipa	Arequipa	Vítor
		Santa Rita de Siguas
	Caylloma	Majes
	Camaná	Quilca

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.5.4 Balance hidrogeológico

En esta sección se plantea el balance subterráneo con fines de determinar los cálculos de los volúmenes de agua anual de ingreso y salida al sistema del Proyecto Majes Siguas Etapa II, Fase 2. Para ello se ha analizado los parámetros del balance hídrico para el acuífero de Siguas.

Las condiciones de borde del acuífero son los ríos de Siguas y Vítor al encontrarse sobre el nivel freático no son aportantes de recarga al acuífero. La recarga del acuífero se ubica en la parte alta y son las que proveen al acuífero. Asimismo, se proyecta abastecer de agua al proyecto en sus 38,500 ha las cuales están destinadas para ser irrigadas, siendo la dotación de 25 m<sup>3</sup>/s.

#### 3.5.5.4.1 Balance subterráneo

##### 3.5.5.4.1.1 Precipitación (Pp)

La precipitación registrada por Senamhi en la zona del proyecto es de 00mm /año.

##### 3.5.5.4.1.2 Evaporación (Ev)

De acuerdo al cuadro siguiente se tiene la evaporación del reservorio de acuerdo al Estudio Proyecto Majes-Siguas Etapa II Fase II – Captación Lluclla, Concesionaria Angostura Siguas.

**Tabla 3.34: Demanda de Proyectado**

Evaporación por las estructura hidráulicas	
Canal Madre	0.00567756 m3/s
Canal Lateral	0.00930118 m3/s
Reservorio	0.02692881 m3/s
<b>Caudal Total Evaporado:</b>	<b>0.04834818 m3/s</b>

Fuente: Concesionaria Angostura Siguas.

El volumen total por evaporación es de 1.52 MMC

##### 3.5.5.4.1.3 Escorrentía Superficial (C)

La escorrentía de la zona del proyecto es de 50 % de la precipitación 00.00 mm/año.

##### 3.5.5.4.1.4 Determinación de la Recarga del Acuífero (R)

La recarga del acuífero se puede estimar en la zona por método de Darcy el cual sigue la siguiente expresión:

$$Q (m3/s) = 864000 \cdot K \left( \frac{m}{d} \right) \cdot A (m2) \cdot I \dots (2)$$

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Q: Caudal de recarga ( $m^3/s$ )

K: Permeabilidad del acuífero (m/d)

A: Área de la sección transversal al flujo de la recarga ( $m^2$ )

I: Gradiente hidráulico

**Datos:**

Permeabilidad k (m/d) : 8.06 m/d

Área ( $m^2$ ) : 29160mx30 m =874,800  $m^2$

Gradiente Hidráulico : 3%.

Tabla 3.35: Calculo de Recarga Anual (MMC)

Permeabilidad (k)	Área ( $m^2$ )	Gradiente (I)	Caudal ( $m^3/s$ )	Caudal MMC/año
8.06	874,800	0.03	2.44	77.21

Elaboración: Pacific PIR S.A.C

### 3.5.5.4.1.5 Demanda de agua de los cultivos

Las áreas de riego suman en su totalidad en las pampas de Siguas 38,500 ha según información de estudio de Impacto Ambiental Siguas.

Considerando un módulo de riego promedio igual a 0,60 l/s/Ha (Proyecto Básico Sistema de Riego Alternativa Zona Alta).

Tabla 3.36: Demanda de Projectado

Irrigaciones	Área (Ha)	Módulo l/s/Ha	Dotación (l/s)	Dotación (MMC/año)
Proyecto Majes –Siguas. Etapa II, Fase 2	38,500	0.60	23,100.00	728,48

Fuente Modulo de Riego: Proyecto Básico Sistema de Riego Alternativa Zona Alta.

### 3.5.5.4.1.6 Oferta de Agua al proyecto

La oferta de agua que tendrá la bocatoma Lluclla, como efecto del trasvase del proyecto de Angostura es de 23.00  $m^3/s$ , siendo el volumen anual de 725.33 MMC.

### 3.5.5.4.1.7 Infiltración (If)

La infiltración considerado como pérdida en el sistema de riego es 1.60  $m^3/s$  equivalente a 50.46 MMC. Proyecto Majes-Siguas Etapa II Fase 2.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

3.5.5.4.1.8 Determinación Balance Subterráneo

Tabla 3.37: Balance Hídrico Anual (MMC)

Pp (MMC)	R (MMC)	Oferta de agua	If(MMC)	Ev (MMC)	C (MMC)	Demanda de Cultivos	Almacén acuífero
00.00	77.21	725.33	50.46	1.34	00.00	728.48	123.00

Elaboración: Pacific PIR S.A.C

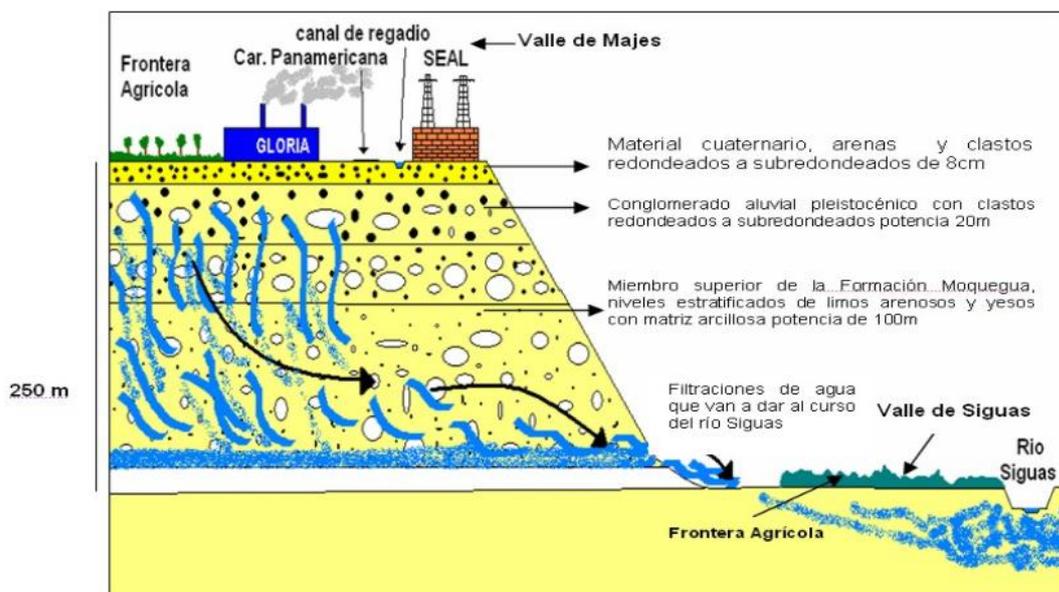
De la tabla N° 3.37 observa en el balance hidrogeológico que existirá una recarga sobre el acuífero por efecto del riego en las pampas de Sigüas II como se observa positivo en el almacén del acuífero.

3.5.5.5 Vulnerabilidad del acuífero

3.5.5.5.1 Valle de Sigüas

El mal uso de los recursos hídricos debido al riego por gravedad y aspersión utilizadas en la primera etapa de la irrigación del Proyecto Majes-Sigüas Etapa I, ha generado flujos subterráneos que se descargan en forma de filtraciones en la parte inferior de la margen derecha del cauce del río Sigüas, dando como resultado la inestabilidad de las laderas.

Figura 3.6: Esquema que muestra la zona antes del deslizamiento en el valle de Sigüas, (Instituto Geofísico del Perú, 2007)



Los flujos de aguas subterráneas se filtran a través de las unidades litológicas presentes en la zona, como el conglomerado aluvial pleistocénico y continua sobre los estratos subyacentes del Miembro Superior de la Formación Moquegua conformado por areniscas

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

con intercalaciones de arcilla y tufos volcánicos que se comportan como una capa permeable que al llegar a niveles arcillosos, estos impiden que el agua infiltre; por consiguiente se acumula el agua dando pase a la formación de un nivel freático y cuyos flujos se descargan en forma de filtraciones aguas abajo del margen derecho del curso del río Sigüas (Ver Figura 3.7).

El riego excesivo en suelos con problemas de drenaje y salinidad como es el caso de Pampa de Majes, generarían un posible impacto significativo de la calidad de aguas subterráneas y se debería principalmente a la lixiviación (lavado) de las sales naturalmente contenidas en los suelos y en el perfil geológico. En el valle de sigüas por estas condiciones viene presentando problemas de degradación de suelos derivados del uso de aguas salinas como resultado de las filtraciones de las aguas de riego de las Pampas de Majes.

**Figura 3.7: Deslizamiento activo encontrado en el anexo del Zarzal**  
(Hayde Toledo G. y Javier Ticona P., UNSA-2007).



La inestabilidad de las laderas en las Pampas de Majes y los deslizamientos que han repercutido en el valle de Sigüas, son en la Sub-Estación de la Sociedad eléctrica, el tramo del canal del regadío principal que se encuentra cerca a la Panamericana Sur, La Fábrica de Leche Gloria S.A. y el Pueblo de El Alto (Ver Figuras). (Ver **Anexo 3A-10**: Mapa Vulnerabilidad).



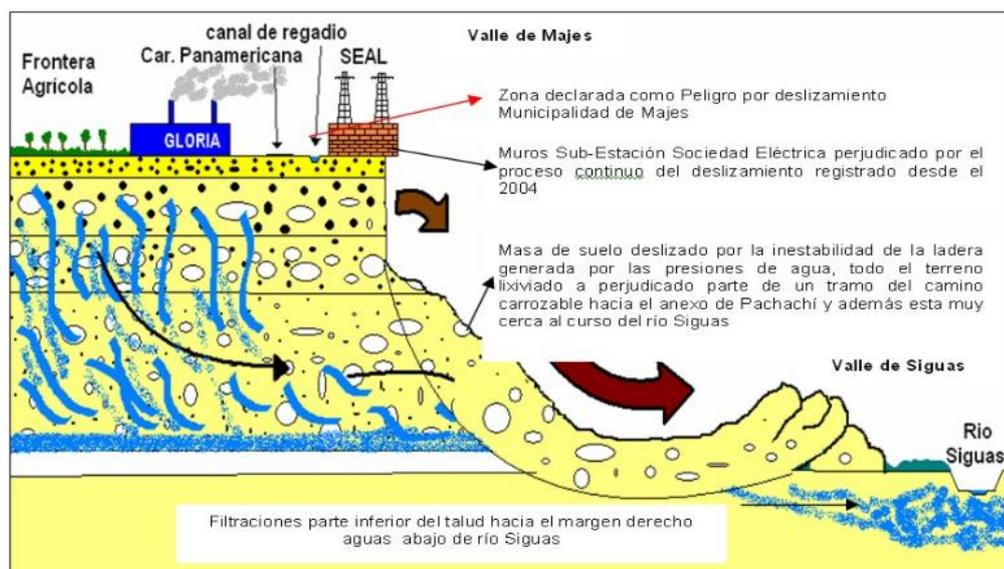
**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Figura 3.8: Deslizamiento próximo a la Subestación de SEAL**  
(Hayde Toledo G. y Javier Ticona P., UNSA-2007)



Es importante señalar que el INDECI informó en el año 2003 sobre un embalse por deslizamiento de Cerro en el Sector Pachaqui en distrito de San Juan de Sigüas, por los mismas causas antes mencionadas, como son la saturación de los estratos y la inestabilidad de los taludes generan deslizamientos y movimientos de grandes masas de material en la margen derecha del valle de Sigüas, reduciendo la sección del río, afectando los terrenos de cultivos, vías de acceso y creando perjuicios económicos.

**Figura 3.9: Esquema que muestra la zona después del deslizamiento en el valle de Sigüas** (Instituto Geofísico del Perú, 2007).



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

### 3.5.6 Hidrología

#### 3.5.6.1 Metodología

##### ➤ Trabajos preparatorios

Se ha efectuado un trabajo de revisión de estudios anteriores, recopilando la información suministrada en cada uno de los Estudios Aprobados, cruzando datos que proporcionan cada uno de ellos a fin de tener la información actualizada.

Antes de la realización del trabajo de campo, se procedió a la revisión de la información existente sobre la zona del proyecto.

##### ➤ Trabajos en campo

En esta etapa se identificará las fuentes de agua superficiales que confluyan al área de influencia del proyecto; del mismo modo se realizarán actividades que conlleven al reconocimiento de la hidrografía de la zona del proyecto y los afloramientos de las principales fuentes de agua.

##### ➤ Trabajos en Gabinete

Para la elaboración del estudio se ha tomado información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI y la Autoridad Autónoma de Majes - AUTODEMA.

Además se efectuará el análisis de la información hidrológica mediante los cálculos correspondientes para calcular la precipitación media mensual del área de estudio.

##### ○ Estudios anteriores

- Simulación del sistema hidráulico del río Colca Majes Siguas con regulación en el embalse Condoroma – Análisis de sistemas de reservorios; Ing. Jaime Sucla Flores, 1976.
- Centrales Hidroeléctricas, Estudio de Factibilidad Majes, Apéndice A Hidrología, Electroperú - Instituto de Investigaciones Energéticas y Servicios de Ingeniería Eléctrica; Cooperación Técnica Peruano Alemana; Consorcio Lahmeyer – Salzgitter; Lima – Perú 1978.
- Estudio de Pre Factibilidad sobre el Aprovechamiento Hidroeléctrico del río Siguas – Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2; Tomo I: Texto; Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, Dirección de Promoción Eléctrica y Ministerio de Agricultura, Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Majes; Cooperación Energética Peruano Alemana para la planificación integral de la energía.
- Balance hídrico Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2. Lagesa Ingenieros Consultores S.A. Nov. 1989.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- Estudio de aprovechamiento del río Apurímac, Embalse de Angostura; AUTODEMA Autoridad Autónoma de Majes, Informe Final; Dr. Boris Boor F., Lima Agosto de 1994.
- Actualización del balance hídrico de la Primera Etapa del Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2y del Valle de Majes – Camaná y Actualización del balance hídrico de la Segunda Etapa del Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2; Informe Final – 1ra. y 2da. Etapas; Ing. Eduardo Gonzales Otoy Orbegozo; Enero de 1996.
- Informe Final Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2; Comisión Multisectorial Promoción de la Inversión Privada, Arequipa, Diciembre 2005.
- Proyecto Majes – Siguas; Etapa II, Fase 2 – Estudio de Evaluación Técnico Económica, Informe Complementario; Gobierno Regional de Arequipa; Arequipa, Abril 2006.

### 3.5.6.2 Hidrografía del área de estudio

Hidrográficamente, el área de estudio pertenece a la vertiente del Pacífico y está ubicada en la cuenca de los ríos Quilca, Vítor y Chili; comprometiendo directamente a la subcuenca del río Siguas por donde escurre el agua que se deriva del embalse Angostura. Geográficamente, el área de estudio también está situada sobre la subcuenca del río Vítor, tributario del río Quilca.

#### ➤ Cuenca del Quilca – Vítor – Chili

La cuenca del Quilca – Vítor – Chili, tiene una extensión de 13,548.67 km<sup>2</sup>, de la cual el 64%, es decir 8,671.15 km<sup>2</sup>, corresponden a la cuenca húmeda, denominada así por encontrarse por encima de los 2,800 msnm, cota fijada como límite del área seca y a partir de la cual se puede considerar que la precipitación pluvial es un aporte efectivo al escurrimiento superficial.

El escurrimiento superficial de la cuenca del Quilca – Vítor - Chili se origina de las precipitaciones que ocurren en su cuenca alta, las cuales se presentan durante los meses de Diciembre a Marzo; el deshielo de los nevados ubicados dentro de la cuenca tiene muy poca incidencia en el escurrimiento, ya que éstos son escasos.

La longitud de este sistema hidrográfico es de 287 km presentando una pendiente promedio de 1.7% aproximadamente; sin embargo, presenta sectores con pendientes más pronunciadas llegando a 4.4%.

El área del proyecto tiene una extensión de 74740.6Ha, ocupando un 5.52% del total del área de la cuenca.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Subcuenca Vítor**

Ubicado al sur oeste de la ciudad de Arequipa; entre las pampas de La Joya y de Sigúas, la subcuenca del río Vítor presenta drenaje natural. El área de esta subcuenca, hasta su confluencia con el río Sigúas, es de 2 662.3 km<sup>2</sup>.

El área total de drenaje controlada, ya que incluye las sub cuencas Chili y Yura es de 10284,9 Km<sup>2</sup>.

Geográficamente, el 85% del área del proyecto se ubica sobre la subcuenca Vítor; sin embargo las aguas de este río no serán usadas en ninguna etapa del proyecto, por lo que no se realizará el análisis hidrológico del río Vítor.

El valle de Vítor se provee de aguas de filtraciones de la Joya y del Yura, y también los remanentes del río Chili principalmente en la estación de lluvias; El Balance no muestra un déficit hídrico habiendo recursos hídricos importantes no utilizados en los meses de Enero a Agosto. Se observa que en promedio todas las demandas de la zona pueden ser atendidas. Quedando de enero a agosto remanente para la zona de Quilca.

**Tabla 3.38: Balance entre demandas y recursos subcuenca vitor**  
**Balance valle vitor (MMC)**

MMC	Valle Vitor (MMC)	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	TOTAL
DEMAN	Vitor Filtraciones (432.66 Ha)	1,17	1,12	1,04	0,75	0,57	0,49	0,49	0,74	1,14	1,33	1,17	1,28	11,29
	Vitor agua de retomar del Río (1 456.49 Ha)	4,17	4,00	3,69	2,67	2,04	1,76	1,74	2,64	4,04	4,73	4,17	4,56	40,21
	DEMANDA (mmc)	5,34	5,12	4,73	3,42	2,61	2,25	2,23	3,38	5,18	6,06	5,34	5,84	51,50
OFERTA	Aportaciones Río Vitor	6,72	22,11	33,83	3,24	3,37	3,21	3,39	3,81	3,58	3,58	3,75	3,28	93,88
	Aportaciones manantial Canahura	0,40	0,36	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	4,73
	Excedentes río Yura en Bocatoma Yuramayo	5,25	7,60	5,28	2,68	1,18	1,29	0,68	1,54	1,72	0,75	1,56	3,05	32,59
	Aportaciones por retornos agrícolas de La Joya	1,72	1,54	1,70	1,65	1,67	1,61	1,68	1,67	1,62	1,69	1,64	1,69	19,87
	Aportaciones por retornos agrícolas de Yuramayo	0,48	0,41	0,46	0,45	0,46	0,42	0,47	0,45	0,42	0,43	0,43	0,43	5,31
	OFERTA (mmc)	14,58	32,02	41,67	8,40	7,09	6,92	6,62	7,86	7,73	6,86	7,77	8,85	156,38
BALANCE	Superavit (+) / Deficit (-) mmc	9,23	26,90	36,94	4,99	4,48	4,67	4,39	4,48	2,55	0,79	2,43	3,01	104,88
DERECHO	Agrícola	2,54	2,29	2,54	2,46	2,54	2,46	2,54	2,54	2,46	2,54	2,46	2,54	29,90

Fuente: diagnóstico participativo consolidado cuenca quilca-chili.tomo ii. Tysa

➤ **Subcuenca del Río Sigúas**

La subcuenca del río Sigúas tiene como fuentes de alimentación los deshielos de los Nevados Ampato y Sabancaya; parte del Hualca Hualca y Ananto; y las precipitaciones pluviales de las partes altas de la cuenca. Hasta su confluencia con el río Vítor, tiene una cuenca de 1,772 km<sup>2</sup>.

Una parte de la cuenca del río Sigúas, pertenece a la zona de Puna con una altura de más de 4,000 m.s.n.m. y una superficie plana. El resto de la cuenca del río Sigúas, está constituida por una densa red de profundas quebradas, donde ocurre una fuerte erosión



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

debido a las escasas precipitaciones (200 mm), escasa vegetación y a la fuerte pendiente del terreno, esto vale sobre todo para la quebrada Huasamayo.

Entre los 3,000 y 3,700 msnm se presenta agricultura tradicional en los sectores de Querque, Lluta, Taya y Huanca. El cauce de los ríos Lluta y Sigwas, son utilizados actualmente por la Etapa I del Proyecto Especial Majes Sigwas, el cual conduce las aguas trasvasadas del río Colca al río Sigwas y que en su tramo final son entregadas por el Túnel Terminal a la Quebrada Huasamayo. Estas aguas son captadas en la bocatoma Pitay y conducidas a la Pampa de Majes. A esta altura, y por debajo de la cota 1,800 msnm, se presenta agricultura tradicional de valle en Santa Isabel y San Juan de Sigwas.

El río Sigwas conocido como tal, se forma al confluir los ríos Lluta y Lihuaya, y presenta un caudal medio de 3.5 m<sup>3</sup>/seg.

Los componentes hidráulicos del Proyecto Especial Majes Sigwas Etapa II – Fase 2 (bocatoma Lluclla, desarenador y derivación Lluclla – Sigwas) se ubicarán en la subcuenca del río Sigwas, entre la cota 1,800 msnm a la cota 1150 msnm. La subcuenca comprende en este lugar aproximadamente 410 km<sup>2</sup>.

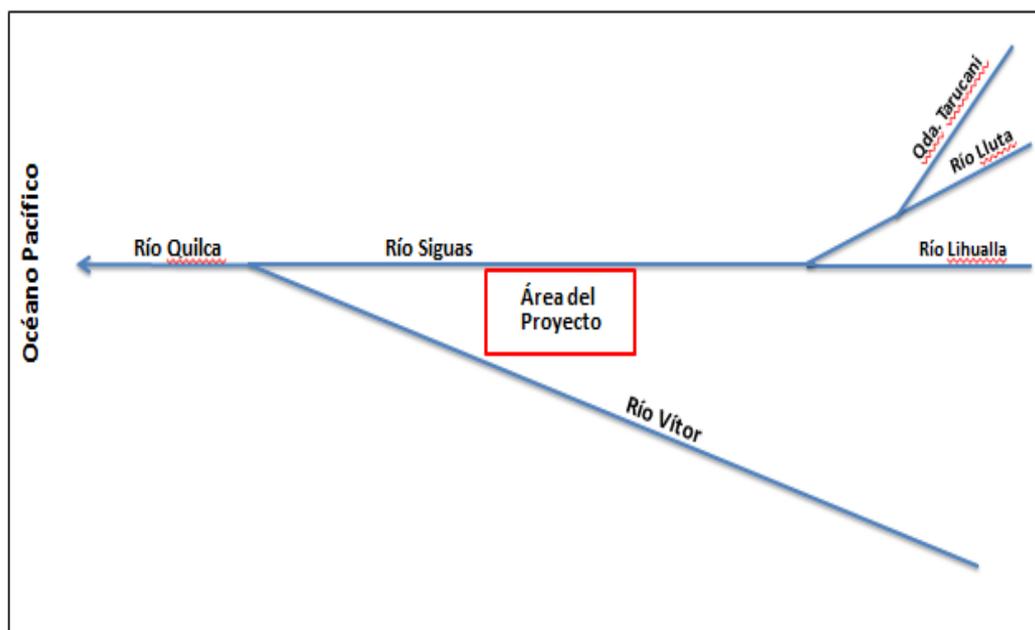
- **Valle de Sigwas**, Las fuentes de agua provienen de las partes altas de la Sub Cuenca, con un caudal de 1,7 m<sup>3</sup>/s aproximadamente. Son los excedentes que no han sido utilizados y aguas de retorno a lo largo de las diferentes áreas agrícolas. AUTODEMA dentro de su programa de Distribución de Aguas de la presa Condorama ha considerado un aporte de su recurso para el Valle de Sigwas, con una asignación de 685 a 735 l/s, para invierno y verano respectivamente (campaña grande y Campaña chica); esto con el fin de incrementar la cantidad y mejorar la calidad del agua para el valle de Sigwas debido a que a lo largo del cauce del río hay afloramientos de agua con niveles altos de sales.
- **Irrigación Santa Rita de Sigwas**, El recurso hídrico es regulado por AUTODEMA, dentro del programa de distribución acordado en el Comité de Coordinación de Agua y Riego del Distrito de Riego Colca Sigwas Chivay, con una dotación de 1,45 m<sup>3</sup>/s de mayo a agosto y, de 1,58 m<sup>3</sup>/s de septiembre a Diciembre, considerando una superficie de 1495 ha (hay acción judicial para incrementar dicha superficie a 1952 ha).

En la siguiente figura se puede observar el Diagrama fluvial de la subcuenca del río Sigwas. (Ver **Anexo 3A**, Mapa Hidrológico).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Figura 3.10: Diagrama fluvial de la subcuenca del río Siguas**



Fuente: Diagnóstico calidad agua de la cuenca del río Quilca, Cepes.

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### 3.5.6.3 Inventario de fuentes de agua superficial

El inventario de fuentes de agua superficiales se refiere a afluentes de ríos y quebradas, así como lagos y/o lagunas que existen en el ámbito de estudio, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 3.39: Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales**

Cuenca	Sub Cuenca	Ríos y/Quebradas
Río Quilca – Vítor - Chili	Río Siguas	Río Siguas
		Río Lluta
		Río Lihuala

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### 3.5.6.4 Descargas hídricas

El ámbito de estudio se caracteriza por tener distribuidos espacialmente al río Siguas y un conjunto de quebradas de diversas magnitudes en longitud, pendientes, áreas de drenaje, así como también en caudales que escurren por sus respectivos cauces.

Las descargas del río y las quebradas están asociadas principalmente a la ocurrencia de las precipitaciones, así como a las características fisiográficas que facilitan o dificultan los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos. En el ámbito de estudio se



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

tiene al río Sigwas y quebradas generalmente con bajos caudales, típicos de la zona sur del país.

#### 3.5.6.4.1 Información hidrométrica

En la actualidad no existen estaciones hidrométricas dentro del ámbito de estudio. Sin embargo se ha conseguido los registros de la Estación Hidrométrica Lluclla, ubicada en el río Sigwas, correspondiente al período 1951-1984. Esta información ha sido analizada, complementada y extendida (hasta el año 1995) con el propósito de caracterizar el régimen temporal de los caudales de los ríos que forman parte del ámbito de estudio, la misma que responde a las condiciones naturales del río Sigwas.

Río	:	Sigwas
Nombre de Estación	:	Lluclla
Tipo de Estación	:	Limnimétrica
Departamento	:	Arequipa
Provincia	:	Arequipa
Distrito	:	Santa Isabel de Sigwas
Ubicación	:	Norte: 8'208, 114.15 metros Este: 817,012.68 metros Altitud: 1,713 m.s.n.m. Zona: 18 Datum: WGS84
Periodo de Registro	:	1951 – 1984 (extendido hasta el año 1995)
Fuente	:	SENAMHI

En la siguiente tabla se muestra los caudales históricos y sus valores representativos a nivel mensual (mínimas, medias, máximas y desviaciones estándar) correspondiente al período de análisis.

El siguiente Gráfico permite caracterizar el régimen temporal del río Sigwas a lo largo del año. Es notoria la variación mensual, evidenciando claramente los períodos de crecida entre los meses de enero y marzo; período de transición en los meses de abril y diciembre; y un largo período de estiaje entre mayo y noviembre.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.40: Caudales Medios Mensuales del Río Sigúas (m<sup>3</sup>/seg) – Estación Lluclla**  
**(Caudales extendidos y complementados Período 1951/95)**

AÑO	MESES DEL AÑO												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1951	1.42	10.67	11.24	3.8	2.76	2.91	2.76	4.21	2.5	2.17	1.79	2.11	4.03
1952	1.65	6.23	3.42	2.58	2.64	2.72	2.87	2.51	2.74	1.94	1.74	2.29	2.78
1953	2.66	1.58	4.42	3.1	2.67	2.97	3.15	2.56	2.27	1.87	2.43	3.26	2.75
1954	2.37	2.83	3.16	2.68	3.22	3.58	3.64	4.91	3.95	4	3.42	3.54	3.44
1955	2.88	10.2	5.37	3.75	3.63	3.95	4.01	4.03	4.09	3.07	2.39	3.47	4.24
1956	4.43	3.72	3.15	2.81	2.71	2.79	2.61	2.4	1.87	1.98	1.7	2.77	2.75
1957	4.89	5.57	2.54	3.03	3.65	3.65	4.1	2.64	2.09	1.6	1.97	2.56	3.19
1958	3.83	7.23	2.35	2.65	2.29	2.42	2.69	2.21	2.18	2.53	1.79	2.23	2.87
1959	6.93	6.6	3.85	2.38	2.45	2.75	2.87	2.7	1.81	1.79	1.51	1.87	3.13
1960	3.63	9.03	5.1	3.63	3.12	2.87	2.94	2.66	2.11	1.84	2.72	2.25	3.49
1961	3.4	6.82	11.06	7.08	4.97	4.66	4.87	3.86	4.03	3.47	5.27	4.28	5.31
1962	2.21	6.61	7.52	5.09	3.19	3.25	3.66	2	1.9	2.09	1.71	2.41	3.47
1963	3.23	10.13	7.88	5.38	6.8	7.12	7.6	1.39	1.1	1.17	1.17	1.01	4.5
1964	2.72	5	1.85	4.92	4.82	4.52	4.83	1.78	1.35	1.59	1.6	1.61	3.05
1965	1.9	1.06	2.74	4.69	3.75	3.35	3.57	2.82	2.33	2.23	1.7	2.43	2.71
1966	5.2	4.84	4.81	2.3	1.76	1.97	2	2.16	1.76	1.64	1.75	2.19	2.7
1967	2.83	1.47	5.55	4	3.56	3.79	3.61	2.64	2.18	1.93	2.05	2.36	3
1968	4.62	4.21	2.28	2.31	2.48	2.35	2.44	2.35	2.01	1.72	1.82	1.79	2.53
1969	2.4	2.97	2.04	2.33	1.73	2.05	2.17	1.94	1.22	1.2	1.24	1.41	1.89
1970	5.87	3.65	4.18	3.97	3.35	3.42	3.42	2.32	1.88	1.71	1.79	2.73	3.19
1971	6.32	3.36	2.35	3.82	3.46	2.98	3.24	1.96	1.42	1.44	1.74	2.07	2.85
1972	3.52	3.89	5.05	3.67	1.8	2.19	2.34	2.69	2.14	1.91	2.41	4.06	2.97
1973	4.1	11.96	7.39	4.94	2.69	2.79	2.71	2.85	2.33	2.04	1.68	1.85	3.94
1974	6.14	7.09	6.32	3.81	3.27	3.44	3.29	4.68	3.01	2.23	2.06	1.77	3.93
1975	4.99	10.8	17.71	3.68	2.6	3.01	3.14	3.06	2.25	2.14	2.07	2.68	4.84
1976	8.54	10.45	9.22	3.05	2.59	2.67	2.73	2.56	2.87	2.06	1.8	1.78	4.19
1977	2.28	7.73	11.53	3.12	2.71	3.1	3.17	3.17	2.7	2.48	2.3	2.3	3.88
1978	4.23	2.39	2.56	2.69	2.67	2.95	2.9	2.84	2.4	2.2	1.98	2.01	2.65
1979	2.16	1.86	5.44	2.14	2	2.06	2.07	2.11	1.64	1.81	1.55	1.64	2.21
1980	2.03	1.77	3.22	1.8	1.76	1.86	2.15	1.96	1.66	1.59	1.53	1.52	1.9
1981	3.54	7.33	3.29	3.15	1.66	1.8	1.78	2.15	1.4	1.24	1.3	1.3	2.5
1982	1.82	1.9	1.68	1.68	1.56	1.63	1.68	1.77	1.36	1.57	2.37	3.36	1.87
1983	3.32	4.05	3.96	4.23	4.05	3.78	3.85	3.35	3.61	3.37	2.75	3.43	3.65
1984	4.69	16.28	4.66	5.66	6.56	6.29	6.08	4.48	3.33	2.6	3.27	2.37	5.52

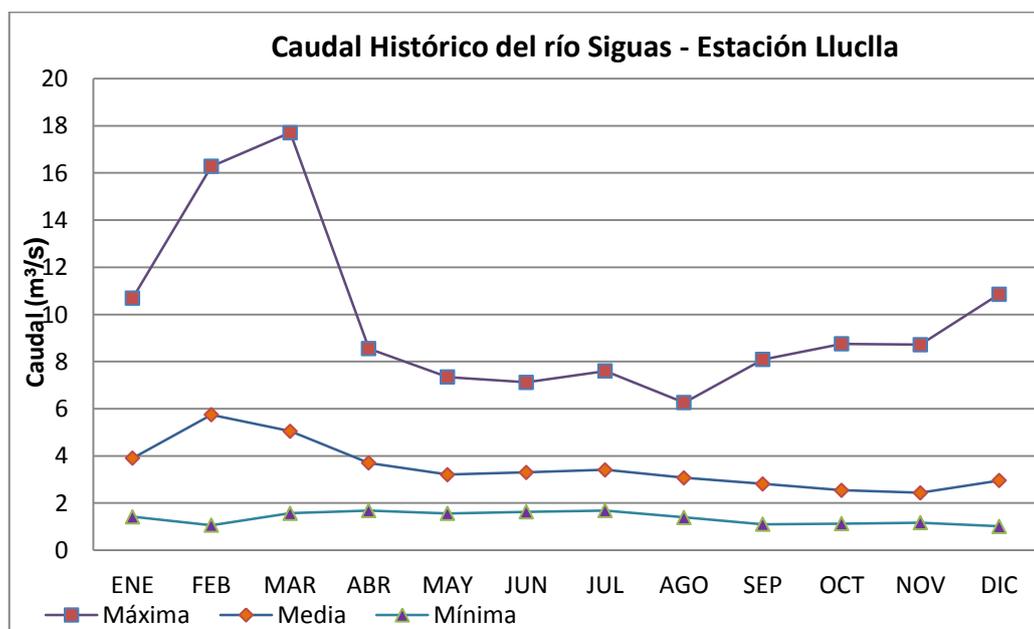


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

AÑO	MESES DEL AÑO												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1985	2.92	11.62	8.78	8.01	5.48	6.42	6.48	4.97	4.59	4.4	5.29	7.06	6.34
1986	8.93	11.95	8.53	6.72	5.56	5.71	5.6	5.89	5.43	4.94	4.56	10.86	7.06
1987	2.72	4.36	2.92	2.67	2.27	2.38	2.5	3.38	2.86	2.59	2.29	1.96	2.74
1988	10.69	8.05	4.11	8.55	7.34	6.9	7.52	4.01	8.09	8.75	8.72	9.18	7.66
1989	4.7	3.22	3.1	1.96	1.93	2.25	2.51	6.26	7.11	4.65	2.1	3.05	3.57
1990	2.29	1.6	2.19	3.62	3.24	3.28	3.13	1.85	1.24	1.13	1.38	1.3	2.19
1991	2.48	3.54	2.47	2.32	2.41	2.59	2.74	3.03	2.89	2.21	1.64	1.62	2.5
1992	4.5	3.24	1.57	2.4	1.59	1.67	1.92	3.1	2.35	1.53	1.33	1.33	2.21
1993	2.61	2.54	2.63	4.24	3.66	3.56	3.87	3.65	3.3	2.35	3.65	2.99	3.25
1994	1.5	4.46	4.61	2.44	3.67	4.04	3.86	4.53	6.09	4.92	3.32	2.53	3.83
1995	5.65	2.72	7.3	3.73	2.15	2.21	2.48	3.86	5.2	6.67	4.94	10.37	4.77
<b>Media</b>	3.91	5.75	5.05	3.70	3.21	3.30	3.41	3.07	2.81	2.54	2.44	2.95	3.51
<b>Desv. Est</b>	2.04	3.62	3.30	1.58	1.40	1.35	1.39	1.13	1.55	1.50	1.41	2.20	1.29
<b>Máx.</b>	10.69	16.28	17.71	8.55	7.34	7.12	7.60	6.26	8.09	8.75	8.72	10.86	7.66
<b>Mín.</b>	1.42	1.06	1.57	1.68	1.56	1.63	1.68	1.39	1.10	1.13	1.17	1.01	1.87

Elaboración: Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2, Enero de 1996.

**Gráfico 3.16: Caudal Histórico del río Siguas**



Elaboración: Pacific PIR, Junio del 2013.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.6.4.2 Zonificación del escurrimiento superficial

La Zonificación del Escurrimiento Superficial, constituye un método hidrológico que permite caracterizar un determinado espacio con zonas homogéneas desde el punto de vista hidrológico (descarga media anual), tomando como base las características de las “Zonas de Vida” identificadas en el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1995).

Las “Zonas de Vida” son áreas homogéneas desde el punto de vista topográfico, climático, geológico, de flora y fauna, y consecuentemente también desde el punto de vista hidrológico.

#### 3.5.6.4.2.1 Metodología para el cálculo del escurrimiento superficial

En el Inventario Nacional de Aguas Superficiales (ONERN, 1980), se explica el método de Escurrimiento Superficial, el cual se basa en los estudios de agua en la atmósfera realizado por Holdridge, donde se establecen relaciones que existen entre una Zona de Vida y las condiciones bioclimáticas (precipitación, temperatura, humedad y la evapotranspiración potencial).

La ONERN, ha determinado la descarga media anual de la mayoría de los ríos y principales quebradas del país, haciendo uso de la metodología explicada en el párrafo anterior, cuyos resultados referidos al ámbito de estudio se muestra a continuación.

**Tabla 3.41: Características Hidrográficas del Área de Estudio**

Ríos y/ Quebradas	Área de microcuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del cauce (km)	Altitud (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /seg)
Río Siguas	1839	131	130 – 4,785	3.55	3.51
Río Lluta	583	52	1,980 – 5,185	6.16	1.16
Río Lihualla	832	72	2,000 – 6,250	6.05	1.90
Qda. Tarucani	211	30	3,030 – 4,900	6.23	0.30

Fuente: Adaptado del Inventario Nacional de Aguas Superficiales, ONERN, 1980. Elaboración: Pacific PIR, Julio del 2013.

### 3.5.6.4.3 Régimen temporal de las descargas de los ríos

El régimen temporal de las descargas de los ríos y las quebradas están asociados principalmente al comportamiento estacional de las precipitaciones, y a los flujos subterráneos en cada una de las cuencas de drenaje.

#### 3.5.6.4.3.1 Metodología para el cálculo de las descargas medias mensuales

En general, el país tiene pocas estaciones hidrométricas que controlan el nivel de agua de los ríos; sobre todo en los ríos con limitados aprovechamientos hidráulicos. La existencia de estaciones que permitan las mediciones de las descargas en la mayoría de



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

los ríos, están restringidas solo a algunos puntos de eje del río, principalmente a la cabecera de valle.

Para el ámbito de estudio, se ha tomado la información de la estación hidrométrica de Llucla del río Sigúas (1951-1984), para generar las descargas de los ríos Lluta y Lihualla y; la quebrada Tarucani. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.42: Caudales Medios Mensuales del Río Sigúas (m<sup>3</sup>/seg) – Estación Llucla

Parámetros	Meses del Año												Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Media	3.91	5.75	5.05	3.70	3.21	3.30	3.41	3.07	2.81	2.54	2.44	2.95	3.51
Desviación Estándar	2.04	3.62	3.30	1.58	1.40	1.35	1.39	1.13	1.55	1.50	1.41	2.20	1.29
Máxima	10.69	16.28	17.71	8.55	7.34	7.12	7.60	6.26	8.09	8.75	8.72	10.86	7.66
Mínima	1.42	1.06	1.57	1.68	1.56	1.63	1.68	1.39	1.10	1.13	1.17	1.01	1.87

Elaboración: Pacific PIR, Julio del 2013.

Con la información registrada en la estación de Llucla, se han calculado las descargas medias mensuales, máximos mensuales y mínimos mensuales del río Sigúas. A partir de esta información se generaron las descargas del río y quebradas de interés.

### 3.5.6.4.3.2 Generación de descargas medias mensuales de los ríos y quebradas

En la siguiente tabla se presenta las descargas mensuales generados para los principales ríos y quebradas del ámbito de estudio.

Tabla 3.43: Descargas Mensuales Generadas en Ríos y Quebrada (m<sup>3</sup>/seg)

Ríos y/o Quebradas	Meses del Año											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>Descargas Máximas</b>												
Río LLuta	3.013	5.743	6.248	1.997	2.314	1.334	1.358	1.651	1.274	1.189	0.970	1.210
Qda. Tarucani	0.779	1.485	1.616	0.516	0.599	0.345	0.351	0.427	0.329	0.307	0.251	0.313
Río Lihualla	3.05	4.64	5.05	2.44	2.09	2.03	2.17	1.78	2.30	2.49	2.48	3.09
<b>Descargas Medias</b>												
Río LLuta	1.403	2.298	2.263	1.174	1.003	0.933	0.945	0.978	0.809	0.729	0.686	0.758
Qda. Tarucani	0.363	0.594	0.585	0.304	0.259	0.241	0.244	0.253	0.209	0.189	0.177	0.196
Río Lihualla	1.11	1.64	1.44	1.05	0.91	0.94	0.97	0.87	0.80	0.72	0.70	0.84



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Ríos y/o Quebradas	Meses del Año											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>Descargas Mínimas</b>												
Río LLuta	0.642	0.624	0.593	0.593	0.550	0.575	0.593	0.624	0.480	0.437	0.459	0.459
Qda. Tarucani	0.166	0.161	0.153	0.153	0.142	0.149	0.153	0.161	0.124	0.113	0.119	0.119
Río Lihualla	0.40	0.30	0.45	0.48	0.44	0.46	0.48	0.40	0.31	0.32	0.33	0.29

Elaboración: Pacific PIR, Julio del 2013.

#### 3.5.6.4.4 Aforos de los ríos en las etapas de campo

Durante la etapa de campo realizada en marzo (15/03/2013 al 16/03/2013) y en agosto (05/08/2013 al 06/08/2013) se ha efectuado el levantamiento de información referida a las características hídricas del ámbito de estudio, principalmente aforos (medición de caudales) en ríos y quebradas que conforman la red hidrográfica del ámbito de estudio. Los caudales medidos en los diferentes periodos reflejan una parte del comportamiento de estas fuentes de agua.

Con el propósito de conocer la cantidad de agua que fluye por los ríos en un determinado momento, se ha efectuado la medición de los caudales de los ríos y quebradas en 04 puntos de control, abarcando la mayor parte de la red hidrográfica del ámbito de estudio.

La distribución y codificación de los puntos de medición, realizados durante los dos períodos de campo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.44: Caudales Medidos en los Puntos de Control (m<sup>3</sup>/día)

Ríos y/o Quebradas	Puntos de Control	Coordenadas (UTM-WGS84-18S)		Altitud (m.s.n.m)	Caudal (m <sup>3</sup> /día)	Fecha	Observaciones
		Este (m)	Norte (m)				
Río Siguas	AG-01	8208496	816739	1728	1'355,443	15/03/2013	Aguas arriba de la bocatoma
					388,800	05/08/2013	
	AG-02	8184992	803006	1182	317,860	15/03/2013	Aguas abajo de la bocatoma
					124,416	05/08/2013	
Río Vítor	AG-03	8164825	820403	1020	1'738,670	15/03/2013	A 3 Km, dirección SO del proyecto
					345,600	05/08/2013	

Elaboración: Pacific PIR, Agosto del 2013.

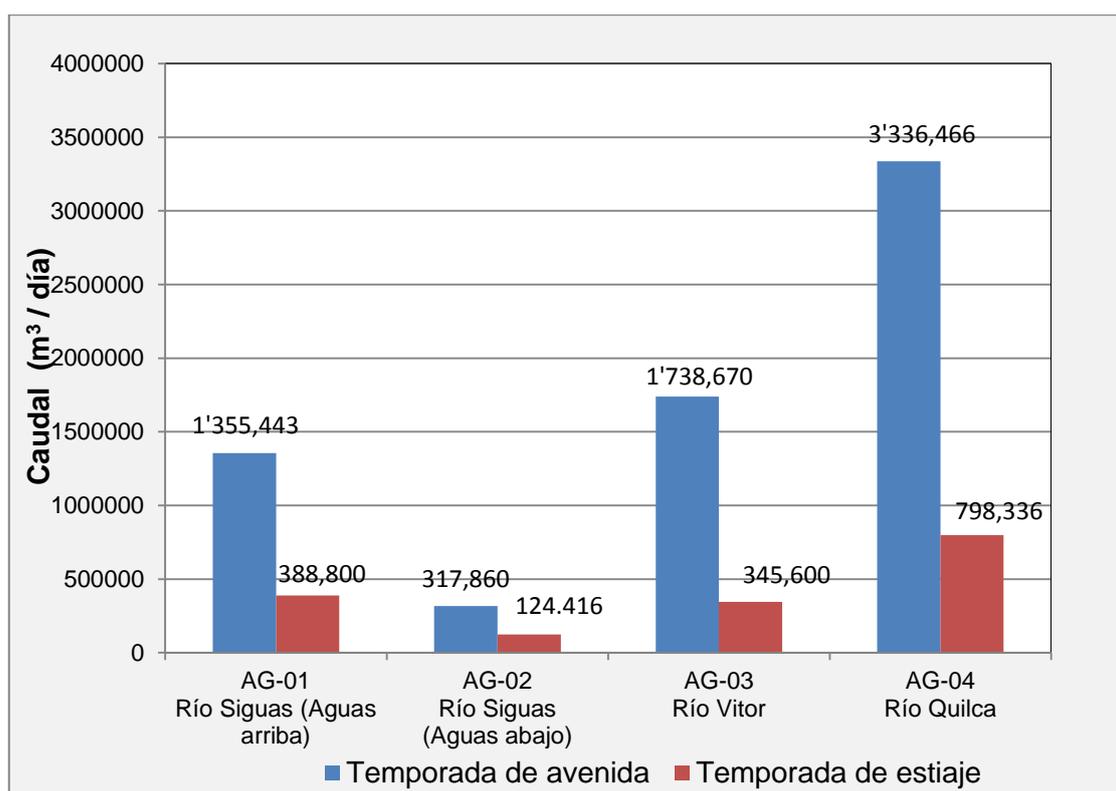


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

El caudal es definido como la cantidad de agua que lleva una corriente, en este caso la corriente de los ríos en estudio, en el siguiente gráfico se muestra la variación de los caudales en las estaciones de evaluación.

Las concentraciones de los caudales registrados en las estaciones de muestreo, en temporada de avenida oscilan de 317,860 m<sup>3</sup>/día (registrado en la estación AG-02) a 3'336,466 m<sup>3</sup>/día (registrado en la estación AG-04). El aumento en el caudal de la estación AG-04 perteneciente al río Quilca, se podría deber a la presencia de infiltraciones provenientes de los riegos en la pampa de Majes. En la temporada de estiaje, se hallaron caudales desde 124,416 m<sup>3</sup>/día (registrado en la estación AG-02) hasta 798,336 m<sup>3</sup>/día (registrado en la estación AG-04).

**Gráfico 3.17: Variación de los Caudales en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

#### 3.5.6.4.1 El Niño / Oscilación del Sur (ENSO)

La ocurrencia de este fenómeno climático causa desastres de diferentes magnitudes y tipos, sobre gran parte del hemisferio Sur y los países cercanos a la línea Ecuatorial. Dentro del período de registro de lluvia, es conocido que ocurrieron eventos fuertes del ENSO en los años: 1957-58, 1972-73, 1982-83, 1986, 1997-98.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Según la documentación del evento 1982-83, el efecto sobre un área extensa en la zona ecuatorial de América causó una sequía sostenida en Centro América, particularmente en México, mientras que las zonas del Caribe, Bajo California y la costa del Ecuador y Perú sufrieron tormentas y crecidas. Los eventos de los años 1982-83 y 1997-98, es conocido como el más fuerte registrado en el Perú, causando lluvias sostenidas, crecidas máximas absolutas y que generaron desbordamientos e inundaciones en varias cuencas de la vertiente del Pacífico.

Sin embargo, en la región de la sierra del Perú y sobre el área del proyecto, el fenómeno del Niño generalmente lo que causa es sequía, desviando el régimen hidroclimatológico común de la región.

#### **3.5.6.4.5 Estructuras hidráulicas**

Los cauces de los ríos Lluta y Siguas, son actualmente utilizados por el Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2 para conducir las aguas que son trasvasadas del río Colca al río Siguas y que, en su tramo final, son entregadas por el Túnel Terminal a la Quebrada Huasamayo. Estas aguas son captadas en la bocatoma de Pitay y conducidas a la Pampa de Majes. A esta altura, y por debajo de la cota 1,800 msnm, se presenta agricultura tradicional de valle en Santa Isabel y San Juan de Siguas; a la cota 1,300 msnm está la irrigación Santa Rita de Aguas, que recibe una dotación de agua del Proyecto Majes-Siguas. Etapa II, Fase 2.

La **bocatoma de Pitay** es una estructura hidráulica que capta las aguas provenientes de la aducción Tuti – Túnel Terminal, a través de la Quebrada Huasamayo y las de otros afluentes que confluyen en el Río Siguas. Consta de una estructura de captación y regulación con 6 compuertas, de concreto armado de barrafe fijo, y con un canal de limpia en los extremos. Está dotada además de un desarenador, aliviadero lateral y medido tipo Venturi. La derivación tiene canales de rectangulares abiertos y tramos de canal cubiertos.

Los túneles de la **derivación Siguas – Pampas de Majes**, son de estructura de concreto armado, cuyas secciones son de tipo herradura. El **desarenador terminal** es una estructura de concreto armado con una longitud de desarrollo de 75,75 m que marca el final de la derivación, cuya capacidad de eliminación de partículas alcanza hasta las de 0,20 mm de diámetro.

El sistema de derivación Pitay-Pampas de Majes, está compuesto de 43 **obras de arte** en general, incluido la Bocatoma de Pitay, de los cuales se tiene 26 alcantarillas, 2 desarenadores (las de Pitay y el Desarenador Terminal), 4 puentes vehiculares, 3 pasarelas, 2 aliviaderos, 1 medidor Venturi en Pitay, 2 puentes canales, 1 toma lateral y



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

la transición de ingreso al Desarenador Terminal. De las 26 alcantarillas, 5 alcantarillas están completamente colmatadas por material arrastrado desde las partes altas y 4 parcialmente llenas.

Así mismo la **Junta de Usuarios Pampa de Majes**, opera el sistema de distribución de la Irrigación Majes que está constituido principalmente por el canal Madre, Canales Laterales, sub laterales, Vasos Reguladores y redes de tuberías a presión de las cuales se originan las tuberías de los equipos de riego presurizado (aspersión, microaspersión y/o goteo).

En el área que comprende el **Valle de Siguas** existe una serie de obras de captación de agua del río, siendo en su mayoría bocatomas rústicas. Existen 34 bocatomas, de las cuales 06 tienen estructuras de concreto. Hay una serie de aproximadamente 42 canales con toma directa del río y un canal que se inicia en el manantial Ocurunga.

El inventario de la infraestructura de riego de la Junta de Usuarios Ampato Siguas Quilca, en el área que comprende los Valles de Siguas y Quilca, las bocatomas de concreto son:

- Bocatoma Lluella Alta: Caudal de diseño de 0.4 m<sup>3</sup>/s.
- Bocatoma Pie de Cuesta: caudal de diseño de 0.2 m<sup>3</sup>/s.
- Bocatoma Betancourt: caudal de diseño de 0.4 m<sup>3</sup>/s.
- Bocatoma Ranchería: caudal de diseño de 0.12 m<sup>3</sup>/s.
- Bocatoma La Quebrada: caudal de diseño de 0.4 m<sup>3</sup>/s.
- Bocatoma Quilcapampa: caudal de diseño de 0.7 m<sup>3</sup>/s.

Los canales de riego varían en capacidad, dimensiones y longitud en cada comisión de regantes:

- Canal de riego: longitud de canales 0.9 km de capacidad variable entre los 40 y 120 l/s, condiciones de concreto y tramos rústicos.
- Canal de riego Sondor: longitud de canales rústicos 14.7 km de capacidad variables entre los 280 y 40 l/s.
- Canal de riego Santa Isabel: longitud de canales rústicos de capacidad variables entre 30 y 50 l/s.
- Canal de riego San Juan de Siguas: longitud de canales rústicos 16.98 km de capacidad variables entre 30 y 50 l/s.

La infraestructura hidráulica existente de la Irrigación **Santa Rita de Siguas** comprende 01 Bocatoma en el río siguas construida de concreto armado, la misma que cuenta con un barraje fijo construido de concreto y revestido con mampostería de piedra, canal de limpia, ventana de captación y dique de encauzamiento.

### 3.5.6.5 Caudal Ecológico



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Según el artículo N° 153 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (DS 001-2010-AG), el caudal ecológico se define como: “...al volumen de agua que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural.”

En relación a la metodología para determinar el caudal ecológico, el artículo N° 155 del reglamento de la Ley de Recursos hídricos indica que: “Las metodologías para la determinación del caudal ecológico, serán establecidas por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente, con la participación de las autoridades sectoriales competentes, en función a las particularidades de cada curso o cuerpo de agua y los objetivos específicos a ser alcanzados”

La empresa TYPASA desarrolló los estudios técnicos de caudales ecológicos en el marco del proyecto Estudio de Alternativas en la cuenca Quilca-Chili (diciembre 2013) donde incluyó un estudio de caudales del **bajo siguas**, que corresponde a la zona del proyecto

Dicho estudio determinó los caudales mínimos y el rango de caudales objetivo (caudal ecológico) correspondiente a la cuenca baja del Siguas en base a los datos de caudales mensuales medios, utilizando la metodología RVA (*Range of Variability Approach*. Ritcher *et al.*, 1997). Dichos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Rangos de caudales mínimo propuesto y rango de caudales objetivo en el bajo Siguas.**

		Rango de caudales mínimo (m <sup>3</sup> /s)		Rango de caudales objetivos (m <sup>3</sup> /s)		Grado de alteración
Bajo Siguas, tramo aguas debajo de Santa Isabel	Estación seca	2.51	2.82	2.82	3.28	Alterado
	Estación húmeda	3.25	3.96	3.46	4.16	

Fuente: Estudio de Alternativas en la cuenca Quilca-Chili. TYPASA, diciembre 2013

### 3.5.7 Calidad de agua Superficial

#### 3.5.7.1 Generalidades

La calidad del agua, es uno de los parámetros más importantes para el diagnóstico de los recursos hídricos, toda vez que su uso puede limitarse, si las concentraciones de los elementos que la componen se encuentran por encima de los límites permisibles para los diferentes usos.

La calidad de las aguas de las subcuencas del río Siguas, río Vítor y río Quilca, están en función de las características geofísicas y antrópicas de la cuenca, subcuencas y sus tributarios. Los procesos de erosión, las actividades agropecuarias y antrópicas, son los que de una u otra manera modifican sustancialmente las condiciones naturales de las aguas. El ámbito que compromete al Proyecto Majes – Siguas. Etapa II, Fase 2, puede afectar la composición química del agua para los diversos usos de aguas abajo.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Es importante señalar que las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas de estudio deberán ser aptas para riego agrícola; los valores límites han sido establecidos por los estándares de calidad ambiental para agua (D.S. N°002 - 2008 - MINAM).

### 3.5.7.2 Metodología

La metodología empleada para la obtención de las muestras de agua, está fundamentada en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, las mismas que proporcionan reglas para la preservación de muestras, procedimientos, materiales y recipientes para el muestreo de los parámetros que establecerán la calidad del agua analizada. Asimismo, estas guías suministran algunos lineamientos generales sobre la recolección y manipulación de muestras.

La fase de recolección de las muestras es de vital importancia, puesto que determina la validez de los resultados, por lo que se deben seguir los protocolos de monitoreo adecuados, previamente considerados en gabinete, algunos de los cuales se describen a continuación:

- Todos los materiales y equipos que entraron en contacto con las muestras se encontraban debidamente esterilizados para evitar algún contacto externo [Métodos Estándar (APHA, 1995) para los procedimientos de limpieza recomendados].
- Se enjuagaron las botellas dos o tres veces con el agua que estaba siendo recolectada, salvo aquellas que contenían preservante, como es el caso de las muestras para OD y aceites y grasas.
- Se dejó un espacio de aire al momento de llenar las botellas (excepto DBO y OD), para permitir la expansión térmica durante el transporte.
- Se realizó un registro de cada muestra recolectada y cada botella fue marcada para su identificación en el laboratorio.
- Se llenó, mediante procedimientos formales, la cadena de custodia proporcionada por el Laboratorio CORPLAB del Perú S.A.C. la misma que rastrea la historia de la muestra desde la recolección hasta la presentación del informe.
- Para recolectar la muestra del agua superficial (ríos), se colocó un recipiente en la corriente de agua con la abertura en dirección aguas arriba. En algunos casos, se usó el mismo recipiente para recolectar la muestra, debido a que las condiciones así lo permitían.
- Al tomar la muestra, se evitó agitar los sedimentos que se encuentran en el fondo de los ríos o recolectar residuos que no sean característicos del cuerpo de



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

agua (como la perturbación de sedimentos en el caso de muestreos en la orilla). En todo momento se tomaron precauciones de seguridad.

- Las botellas de vidrio fueron embaladas con cuidado para evitar roturas y derrames y al igual que el resto de envases fueron colocadas en un recipiente térmico con hielo y gel refrigerante para mantenerlas a 4°C durante todo el viaje hasta Arequipa. De igual forma se colocó el registro de cadena de custodia, hojas de datos de campo y la solicitud de análisis de muestras.

Las muestras de agua se analizaron en el laboratorio de CORPLAB del Perú S.A.C, esta empresa se encuentra acreditada por INDECOPI, además de contar con otras certificaciones internacionales. (En el **Anexo 3D** se adjunta los reportes del laboratorio, certificado de acreditación del Laboratorio, cadenas de custodia y fichas de identificación de puntos).

### 3.5.7.3 Estándar de referencia

Los cursos de agua superficial identificados en el área de influencia del Proyecto, han sido evaluados considerando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, en su Categoría 3, aprobado mediante el D.S. N° 002-2008-MINAM.

**Tabla 3.45: Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)**  
**Categoría 3: Riego de Vegetales Y Bebida de Animales**

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	uS/cm	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	10
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos – P	mg/L	1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0.06
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4
pH	Unidad de pH	6.5-8.5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.06
Bario total	mg/L	0.7
Boro	mg/L	0.5-6
Cadmio	mg/L	0.005



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo (6+)	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Níquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M (detergentes)	mg/L	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrín (CAS 309-00-2)	ug/L	0.004
Clordano	ug/L	0.3
DDT	ug/L	0.001
Dieldrín (N°CAS 72 -20-8)	ug/L	0.7
Endrín	ug/L	0.004
Endosulfan	ug/L	0.02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripoxido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7.5

Fuente: D. S. N° 002-2008-MINAM Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua.

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100mL	1000	2000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000	5000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
Escherichia coli	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmitos	Huevos/litro	<1	<1(1)
Salmonella sp.		Ausente	Ausente
Vibron cholerae		Ausente	Ausente



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Fuente: D. S. N° 002-2008-MINAM. Aprueban los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

### 3.5.7.4 Estaciones de muestreo

Se tomaron muestras de un total de tres (03) estaciones de agua superficial ubicadas en los ríos Siguas (Aguas arriba y aguas abajo) y Vitor; a fin de evaluar sus condiciones naturales. Ver Mapa de Muestreo Físico, en el **Anexo 3A**.

La ubicación de las tres estaciones de muestreo de calidad de agua fue establecida previamente en gabinete, con la ayuda de imágenes satelitales y mapas base del área de estudio.

Finalmente, en campo se determinó la ubicación definitiva, considerando la posible generación de afectaciones sobre los cuerpos de agua, como consecuencia de la ejecución del Proyecto.

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo.

**Tabla 3.46: Estaciones de muestreo de agua**

Estación de muestreo	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)	Descripción de estación
	Norte	Este		
AG - 01	8208496	816739	1728	2 km al NE del Centro Poblado Caracharma, en el distrito de Santa Isabel de Siguas
AG - 02	8184992	803006	1182	En el Centro Poblado Yungas, en el distrito de San Juan de Siguas
AG - 03	8164825	820403	1020	1.2 km al SO del Centro Poblado Cosio, en el distrito de Vitor

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

#### 3.5.7.4.1 Resultado y análisis

A continuación, se muestran los resultados de los muestreos practicados a los tres puntos, los cuales son comparados con los ECA Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.47: Resultados de los parámetros evaluados**

Parámetros	Estaciones de Muestreo								<sup>(1)</sup> ECA Categoría III (Riego de vegetales)	
	Fecha de muestreo		Unidad	AG-01 (Río Siguas aguas arriba)		AG-02 (Río Siguas aguas abajo)		AG-03 (Río Vitor)		
	TA*	TE*		TA	TE	TA	TE	TA		TE
<b>Parámetros de campo</b>										
Conductividad	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	µS/cm	418	743	866	3566	1125	4188	<2000
Oxígeno disuelto	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	7.96	11.18	7.44	9.79	7.38	11.76	>=4
pH	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	Unidades pH	8.37	8.27	8.3	8.08	8.04	8.68	6.5 - 8.5
Temperatura	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	°C	19.8	12.73	24.1	21.2	24	21.02	--
<b>Parámetros Inorgánicos No Metálicos</b>										
Sulfuros	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg S <sub>2</sub> -L	ND	0.02	ND	0.02	ND	ND	0.05
Cloruros, Cl	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	29.42	102.3	99.62	524.8	148.4	652.2	100 - 700
Fluoruros, F	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.13	0.11	0.17	0.25	0.23	0.44	1
Fosfatos (como P)	Entre el 15/03/2013 al	Entre el 05/08/2013 al	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetros	Estaciones de Muestreo								<sup>(1)</sup> ECA Categoría III (Riego de vegetales)	
	Fecha de muestreo		Unidad	AG-01 (Río Siguas aguas arriba)		AG-02 (Río Siguas aguas abajo)		AG-03 (Río Vitor)		
	TA*	TE*		TA	TE	TA	TE	TA		TE
	16/03/2013	06/08/2013								
Nitratos (como N)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.13	0.05	4.9	33.32	8.38	44.04	10
Nitritos (como N)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	0.01	0.09	0.5	0.11	0.06
Sulfatos, SO4-2	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	89.96	104.4	154.5	996.4	223.9	1039	300
Aceites y Grasas	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
Detergentes Aniónicos	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg MBAS/L	0.01	ND	0.01	0.004	0.04	0.04	1
Fenoles	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>										
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15
Demanda Química de Oxígeno	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg O2/L	11	12	10	5	14	17	40



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetros	Estaciones de Muestreo									<sup>(1)</sup> ECA Categoría III (Riego de vegetales)
	Fecha de muestreo		Unidad	AG-01 (Río Siguas aguas arriba)		AG-02 (Río Siguas aguas abajo)		AG-03 (Río Vitor)		
	TA*	TE*		TA	TE	TA	TE	TA	TE	
<b>Parámetros Microbiológicos</b>										
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	NMP/100mL	20	330	460000	79	700000	790	1000
Coliformes Totales	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	NMP/100mL	1700	2400	1400000	79	3500000	9200	5000
<b>Metales</b>										
Cromo Hexavalente Total	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg Cr+6/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1
Aluminio (Al)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	14.11	1.67	10.71	ND	3.39	0.21	5
Arsénico (As)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.02	0.02	0.01	0.005	0.01	0.02	0.05
Bario (Ba)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.31	0.07	0.21	0.09	0.09	0.04	0.7
Boro (B)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.18	0.65	0.37	2.41	0.91	3.52	0.5
Cadmio (Cd)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005
Cobalto (Co)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.01	ND	0.01	ND	ND	ND	0.05



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetros	Estaciones de Muestreo								<sup>(1)</sup> ECA Categoría III (Riego de vegetales)	
	Fecha de muestreo		Unidad	AG-01 (Río Siguas aguas arriba)		AG-02 (Río Siguas aguas abajo)		AG-03 (Río Vitor)		
	TA*	TE*		TA	TE	TA	TE	TA		TE
Cobre (Cu)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.027	0.005	0.025	0.002	0.017	0.005	0.2
Hierro (Fe)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	13.56	1.29	11.14	ND	2.99	0.25	1
Litio (Li)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	0.11	ND	0.07	0.07	0.24	2.5
Magnesio (Mg)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	17.64	13.62	20.95	43.77	18.97	68.25	150
Manganeso (Mn)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.49	0.09	0.5	0.02	0.13	0.06	0.2
Níquel (Ni)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.02	0.002	0.01	ND	ND	ND	0.2
Plata (Ag)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
Plomo (Pb)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	0.01	ND	0.01	ND	0.004	ND	0.05
Selenio (Se)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	0.003	0.013	0.004	0.016	0.05
Zinc (Zn)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	0.01	ND	0.01	ND	ND	2

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetros	Estaciones de Muestreo									<sup>(1)</sup> ECA Categoría III (Riego de vegetales)
	Fecha de muestreo		Unidad	AG-01 (Río Siguas aguas arriba)		AG-02 (Río Siguas aguas abajo)		AG-03 (Río Vitor)		
	TA*	TE*		TA	TE	TA	TE	TA	TE	
<b>Plaguicidas</b>										
4,4' - DDT	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.00E-06
Aldrín	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.00E-06
alfa Clordano	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.00E-04
dieldrín	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.00E-04
Endosulfan	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.00E-05
Endrín	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.00E-06
Heptacloro	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2013	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2013	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.00E-04
Heptacloro Epóxido (ISOMERO B)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2014	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2014	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.00E-04
Lindano (gamma BHC)	Entre el 15/03/2013 al 16/03/2015	Entre el 05/08/2013 al 06/08/2015	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.00E-03
Paration	Entre el 15/03/2013 al	Entre el 05/08/2013 al	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.50E-03

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetros	Estaciones de Muestreo								<sup>(1)</sup> ECA Categoría III (Riego de vegetales)	
	Fecha de muestreo		Unidad	AG-01 (Río Siguas aguas arriba)		AG-02 (Río Siguas aguas abajo)		AG-03 (Río Vitor)		
	TA*	TE*		TA	TE	TA	TE	TA		TE
	16/03/2016	06/08/2016								

<sup>(1)</sup>Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua según D.S N° 002-2008-MINAM

TA\* = Temporada de Avenida,

TE\* = Temporada de Estiaje

Fuente: Informe de Ensayo CORPLAB



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

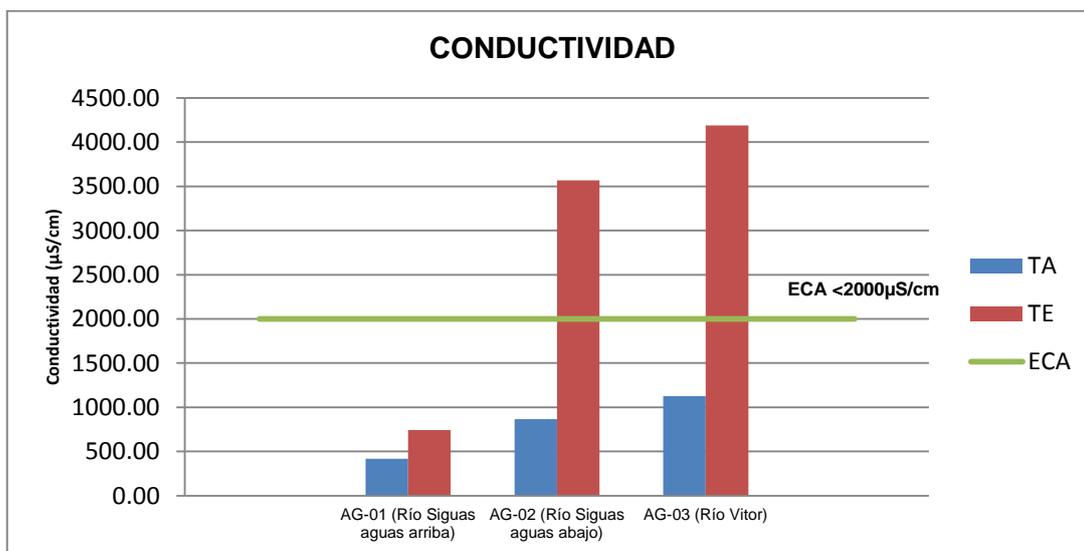
➤ **Conductividad**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua, para conducir la corriente eléctrica. Para el caso de los ríos evaluados, en la temporada de avenida; las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es menor a  $< 2000$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Para el caso de temporada de estiaje, los valores en su mayoría se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, a excepción de la estación AG-01; es probable que esto se deba a los derrumbes que ocurren en el área de estudio, a la altura de San Juan de Sigúas, y al menor volumen de agua presente en los ríos durante esta temporada.

El menor valor lo presenta la estación AG-01 con  $743 \mu\text{S}/\text{cm}$  y aumenta aguas abajo del río Sigúas en la estación AG-02.

**Gráfico 3.18: Variación de la Conductividad en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno  $\text{O}_2$ , por su carácter oxidante juega un papel importante en la solubilización o precipitación de iones que presenta alguna forma insoluble, su presencia en el agua es vital para la vida superior y para la mayoría de los microorganismos.

Las concentraciones de oxígeno disuelto registrados en las tres estaciones de muestreo, se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, evidenciando las buenas condiciones para dar soporte para el desarrollo de la vida acuática. Las concentraciones de oxígeno disuelto en ambas temporadas oscilaron entre

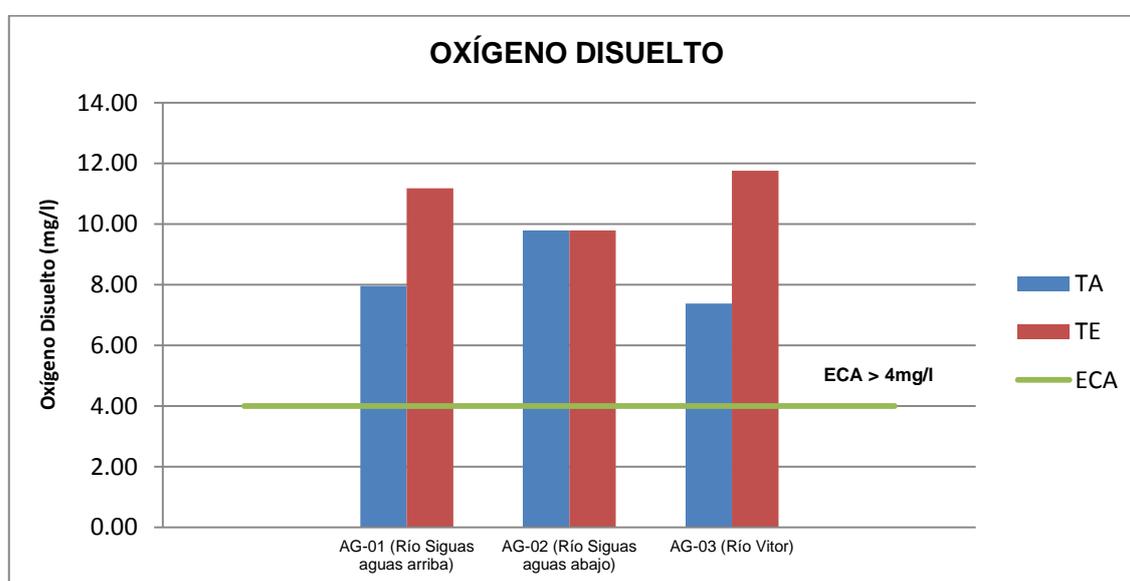


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

7.38 mg/L (registrado en la estación AG-03 río Vitor, temporada de avenida) y 11,76 mg/L (registrado en la estación AG-03 río Vitor en temporada de estiaje).

Las concentraciones para el oxígeno disuelto obtenidos cumplen con el valor establecido de  $\geq 4$  mg/L en el ECA - Categoría 3, por lo que las estaciones evaluadas son aptas para el desarrollo de la vida acuática, en todos los ríos evaluados de la zona de estudio.

**Gráfico 3.19: Variación de del oxígeno disuelto en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### ➤ pH

Las aguas naturales pueden tener un pH ácido por el CO<sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales y por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO<sub>2</sub> formando un sistema tampón que da como resultado el pH del agua.

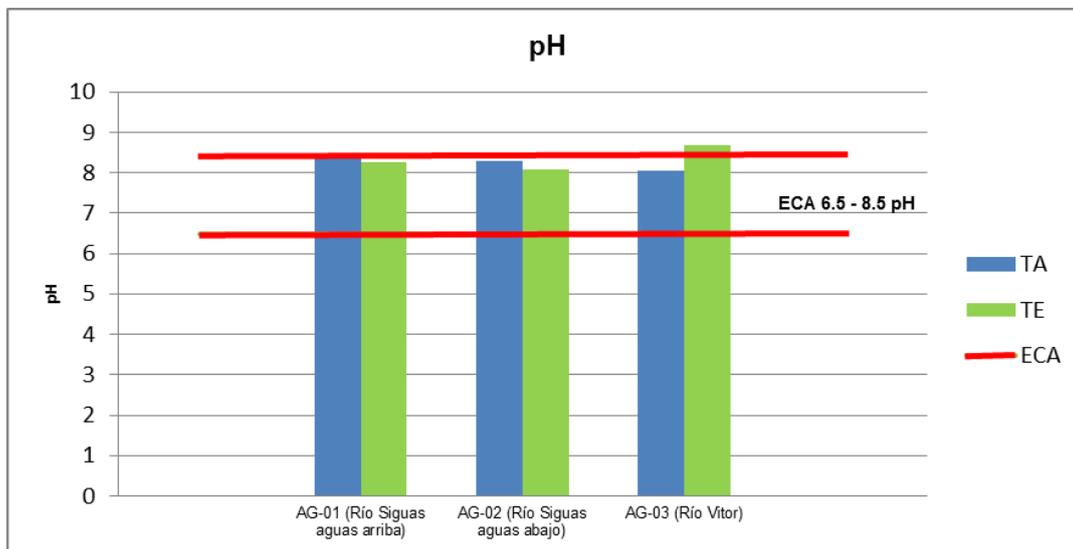
Según los registros obtenidos, los valores de pH entre ambas temporadas oscilaron de 8.04 UpH (valor registrado en la estación AG-03, en el río Vitor) a 8.68 UpH (valor registrado en la estación AG-03, río Vitor, en temporada de estiaje). Cabe señalar que las tres estaciones muestreadas en la temporada de avenida, se encuentran dentro del rango establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

Los valores registrados, en la temporada de estiaje, en las tres estaciones (AG-01, AG-02 y AG-4) se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, a excepción de la estación AG-03 que se encuentra por encima del rango establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.20: Variación del pH en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Temperatura**

Este parámetro es muy importante para la vida acuática, porque influye en las concentraciones de oxígeno disuelto, que se encuentra soluble en el agua, así como la solubilidad de las sales. La solubilidad del oxígeno disuelto disminuye a medida que aumenta la temperatura, en el caso de las sales aumenta la solubilidad con el incremento de la temperatura. El estándar de Calidad Ambiental para Agua no establece límites de comparación para este parámetro.

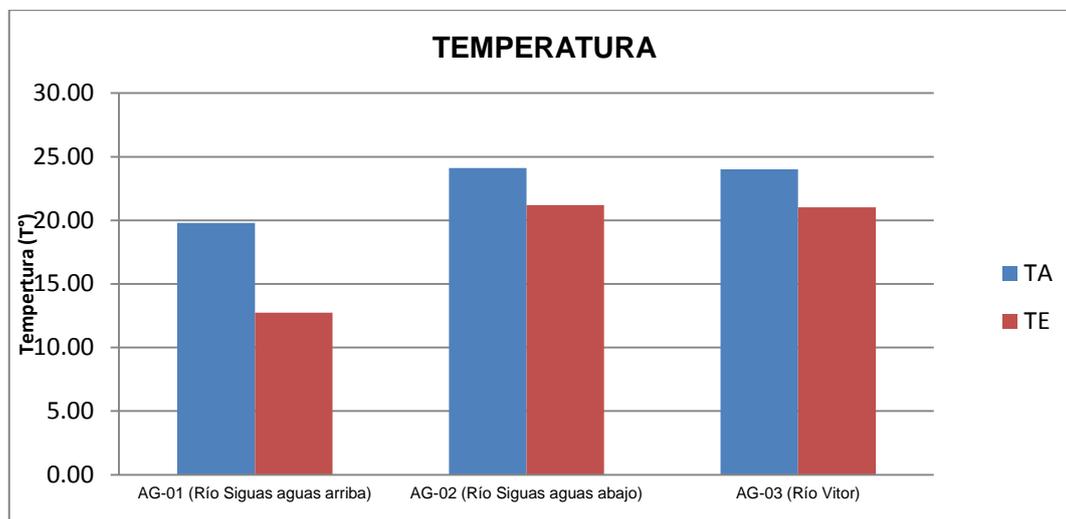
Los valores registrados, variaron desde 12.73 °C (valor registrado en la temporada de estiaje, en la estación AG-01, en el río Sigúas, aguas arriba) hasta 24.10°C (valor registrado en las estaciones AG-02 en el río Vitor, en temporada de avenida).

Las variaciones de las temperaturas reportadas en las distintas estaciones se aprecian en el siguiente gráfico.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.21: Variación de la Temperatura en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Sulfuros**

Las concentraciones de sulfuro registradas en las estaciones de muestreo para la temporada de avenida se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0.001 mg/L). Mientras que en la temporada de estiaje, los valores registrados en las estaciones AG-01 y AG-02 presentan valores que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

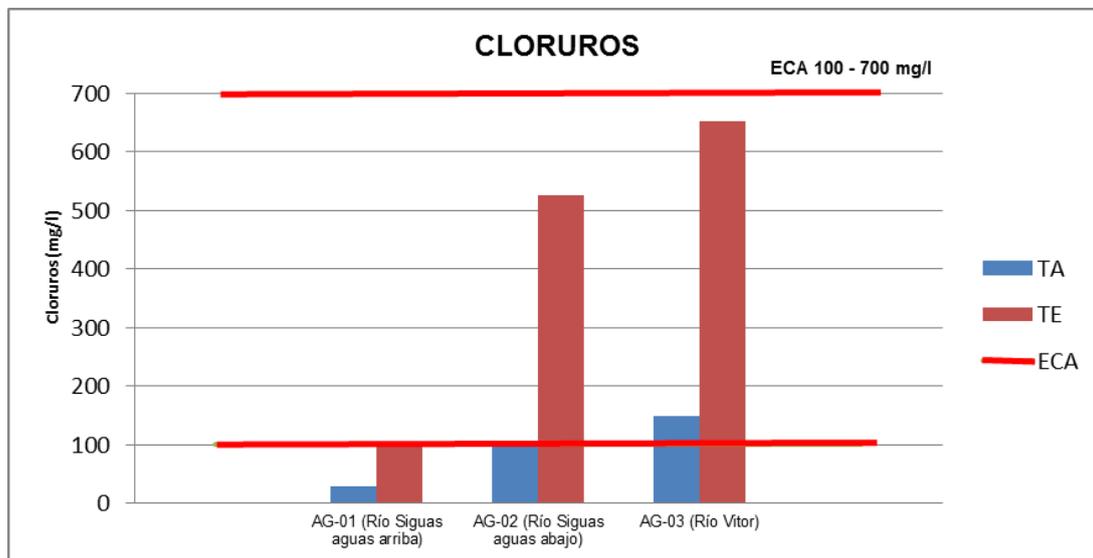
➤ **Cloruros**

Las concentraciones de cloruro en las tres estaciones muestreadas, en la temporada de estiaje, se encuentran en el rango establecido por el ECA para agua - Categoría 3, con excepción del punto muestreado en la estación AG-01, en la temporada de avenida, que se encuentra por debajo del rango establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.22: Variación del cloruro en las estaciones evaluadas**

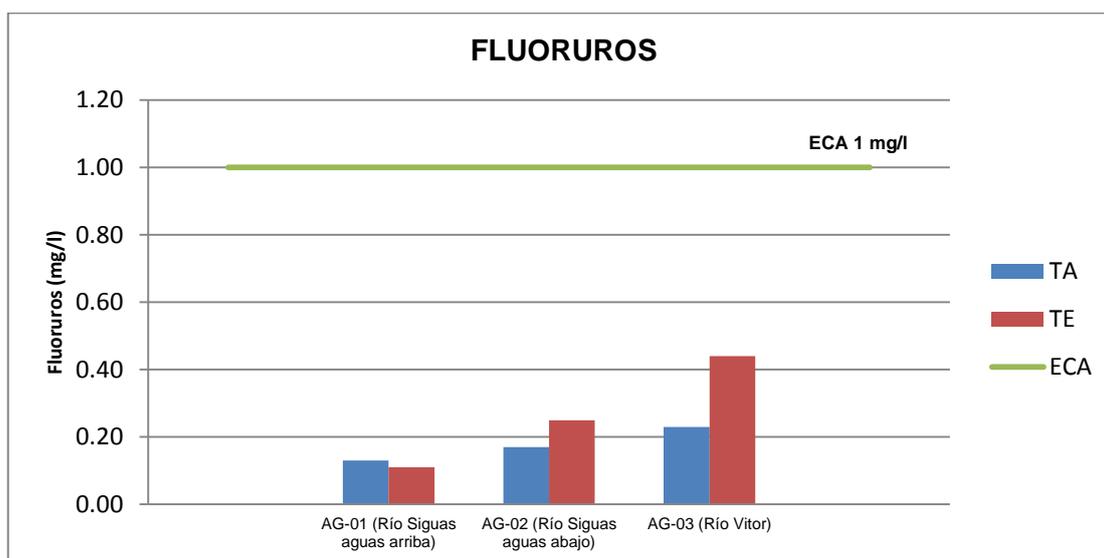


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Fluoruros**

Los valores registrados en las tres estaciones en la temporada de estiaje y de avenida, se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

**Gráfico 3.23: Variación de los fluoruros en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Fosfatos**

Las concentraciones de los fosfatos en todas las estaciones de muestreo, se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0.020

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

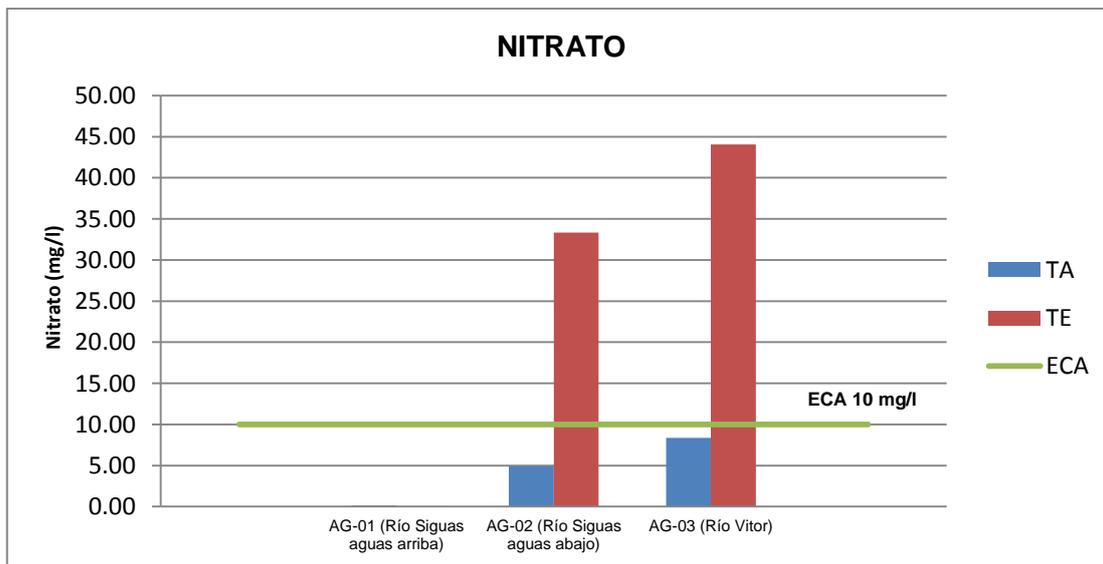
mg/L), por tal razón, se precisa que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

➤ **Nitrato**

En los nitratos está presente el anión nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), éste se forma al unirse el nitrógeno en estado de oxidación con tres oxígenos. Los nitratos (que derivan en nitritos en condiciones reductoras) originan un problema poco común de alteración, además de estimular la eutrofización. Los nitratos inorgánicos se forman en la naturaleza por la descomposición de los compuestos nitrogenados como las proteínas, la urea etc. En esta descomposición se forma amoníaco o amonio respectivamente.

La concentración de nitrato registrado en la temporada de avenida, en las estaciones de muestreo fluctúa de 0,13 mg/L (registrado en la estación AG-01) a 8,38 mg/L (registrado en la estación AG-03). Los valores obtenidos se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 10 mg/L. Sin embargo, en la temporada de estiaje, todas las estaciones, a excepción de la AG-01, presentan valores muy superiores al valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3. Esto probablemente se deba al uso de fertilizantes en los campos agrícolas aledaños al área evaluada.

**Gráfico 3.24: Variación de los Nitratos en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.

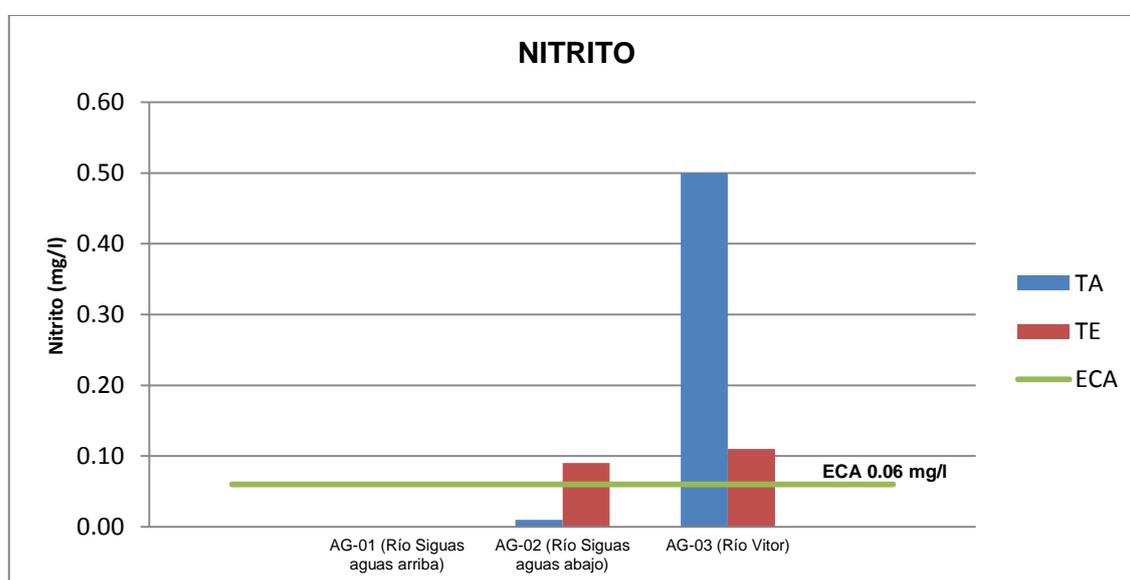
➤ **Nitritos**

El valor de los Nitritos, en la temporada de avenida, para la estación AG-03 (río Vitor) se encuentra por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Mientras que los valores registrados en la temporada de estiaje, muestran valores que se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para aguas de Categoría 3, a excepción de la estación AG-01 (Río Sigúas aguas arriba) que se encontró por debajo del límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio (0,001 mg/L). Al igual que en el caso del nitrato, el exceso de este parámetro se debe al uso de fertilizantes en los campos agrícolas aledaños al área evaluada.

**Gráfico 3.25: Variación de los Nitritos en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### ➤ Sulfatos

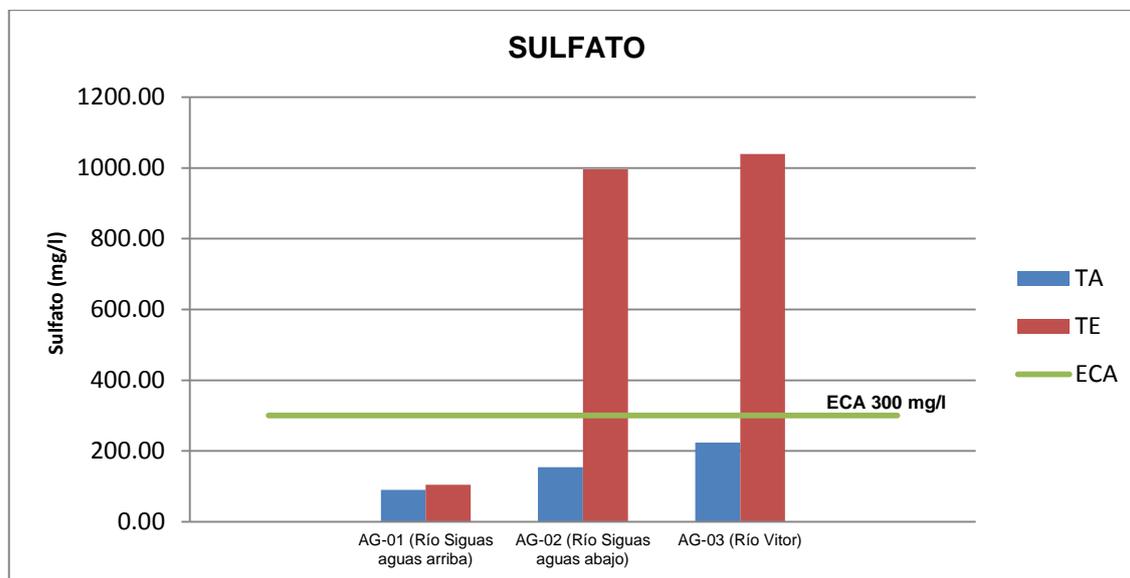
Las concentraciones de sulfatos de las tres estaciones de muestreo evaluadas en la temporada de avenida no excedieron el valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es <300 mg/L.

Sin embargo, los valores registrados en la temporada de estiaje superan los valores establecidos en el ECA, a excepción de la estación AG-01 Río Sigúas (Aguas arriba). Es probable que los niveles de sulfato sean altos en la temporada de estiaje, debido al uso de fertilizantes agrícolas y a la poca cantidad de agua que transportan los ríos durante esa época del año.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.26: Variación de los Sulfatos en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Aceite y Grasas**

Los aceites y grasas son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Cuando estos compuestos ingresan a los cuerpos de agua, estos forman películas sobre dichos cuerpos hídricos interfiriendo con las concentraciones de oxígeno de las agua; en la salida de CO<sub>2</sub>; y, en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar.

Durante los trabajos realizados en campo se observó ausencia de película de aceites y grasas en los cuerpos de agua evaluados; este hecho se corrobora en los valores reportados por el laboratorio para este parámetro, ya que en todas las estaciones el parámetro de aceites y grasas se encontró por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (1mg/L).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno usado por las bacterias bajo condiciones aeróbicas en la oxidación de materia orgánica para obtener CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Esta prueba proporciona una medida de modificación orgánica del agua, especialmente de la materia orgánica biodegradable.

Para la temporada de avenida, las concentraciones de DBO<sub>5</sub> se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (2 mg/L). Para la



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

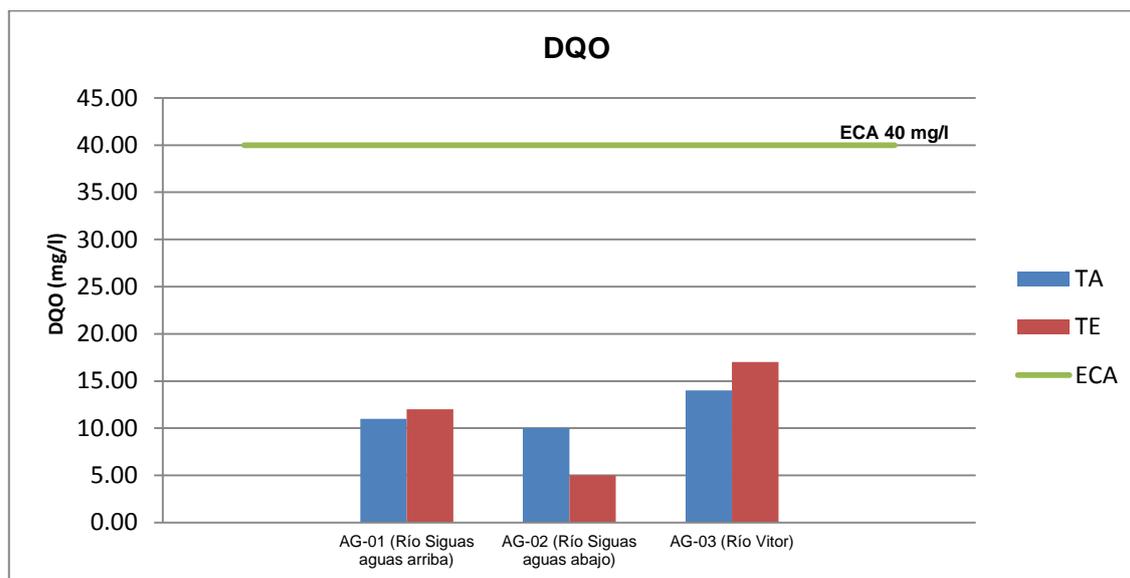
temporada de estiaje, todas las estaciones evaluadas, se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (2 mg/L), por tal razón se precisa que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

➤ **Demanda Química de Oxígeno**

La demanda química de oxígeno (DQO), es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltos en suspensión en una muestra de agua. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l).

Las concentraciones de DQO para ambas temporadas, en las tres estaciones de muestreo no excedieron el valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es < 40 mg/L.

**Gráfico 3.27: Variación de la DQO en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

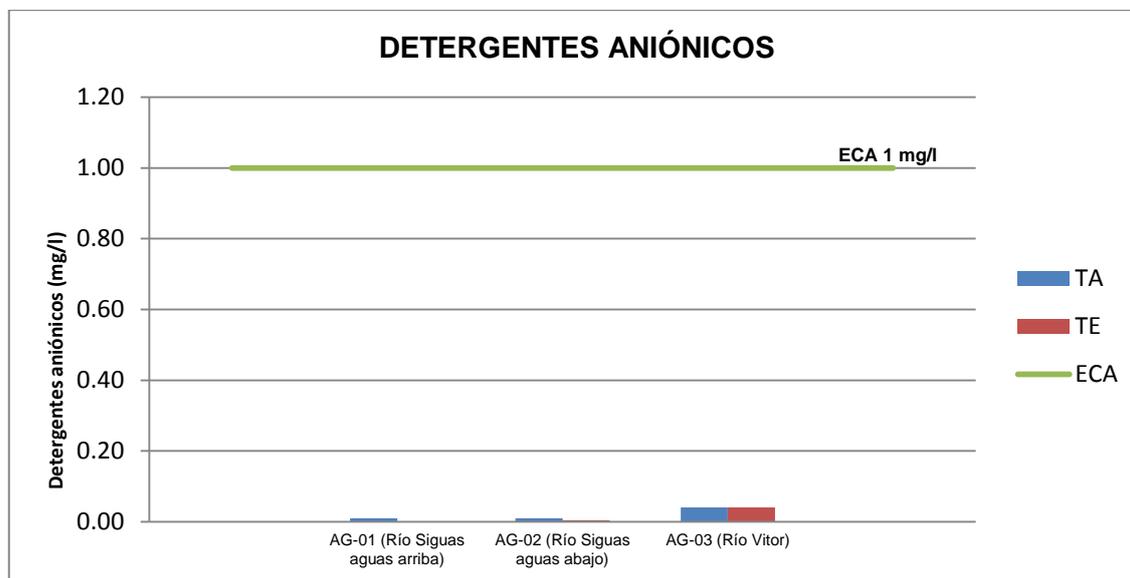
➤ **Detergentes**

Las concentraciones de detergente registrados para ambas temporadas, en las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 1 mg/L. Ver siguiente gráfico.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.28: Variación de Detergentes en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### ➤ Fenoles

La medición de Fenoles suministra una indicación de la concentración de la mayoría de compuestos fenólicos (hidróxidos derivados de bencenos y sus núcleos condensados). Los fenoles frecuentemente están presentes en altas concentraciones en las aguas residuales de las industrias. En niveles altos pueden manchar la piel de peces y afectar negativamente la flora, fauna y seres humanos. En niveles relativamente bajos estimulan la producción de olores fuertes y desagradables cuando se presentan en combinación con altas concentraciones de cloruros.

Las concentraciones de los fenoles en las tres estaciones de muestreo se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0.001mg/L), por esta razón se precisa que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es 0.001 mg/L.

### ➤ Coliformes fecales termotolerantes

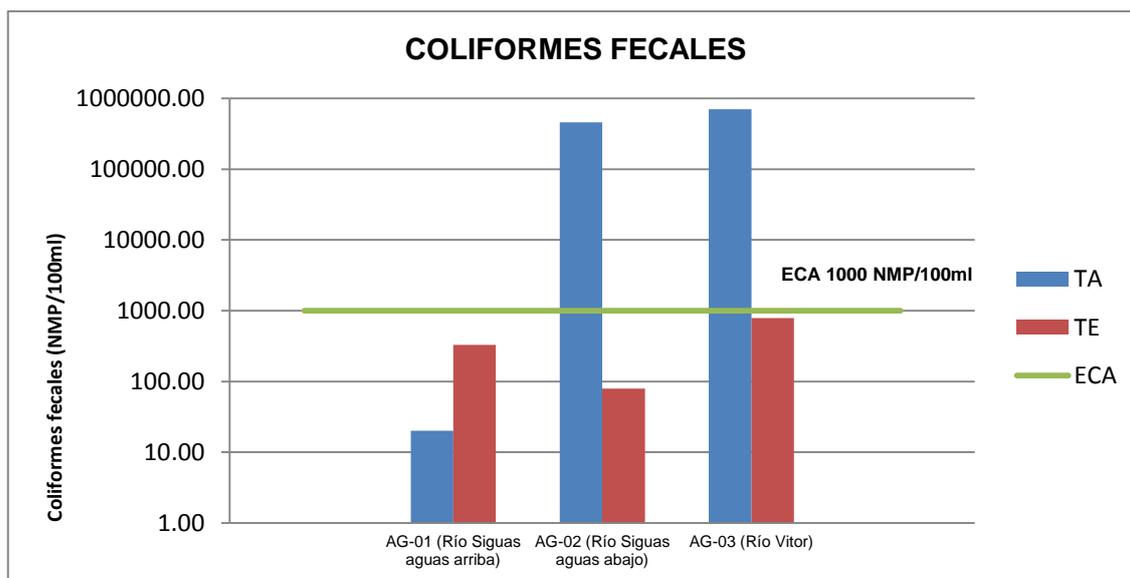
De las concentraciones obtenidas para la temporada de avenida, en las tres estaciones de muestreo, tres estaciones presentaron concentraciones de coliformes termotolerantes que excedieron el valor establecido por el ECA para aguas de Categoría 3, cuyo valor es 1000 NMP/100 mL, las cuales fueron: AG-02 con 460000 NMP/100 MI y AG-03 con 700000 NMP/100 mL, a excepción de la estación AG-01 que se encuentra por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Los valores registrados en las estaciones de muestreo, realizado en la temporada de estiaje se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

**Gráfico 3.29: Variación de la concentración de Coliformes Fecales en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Coliformes totales**

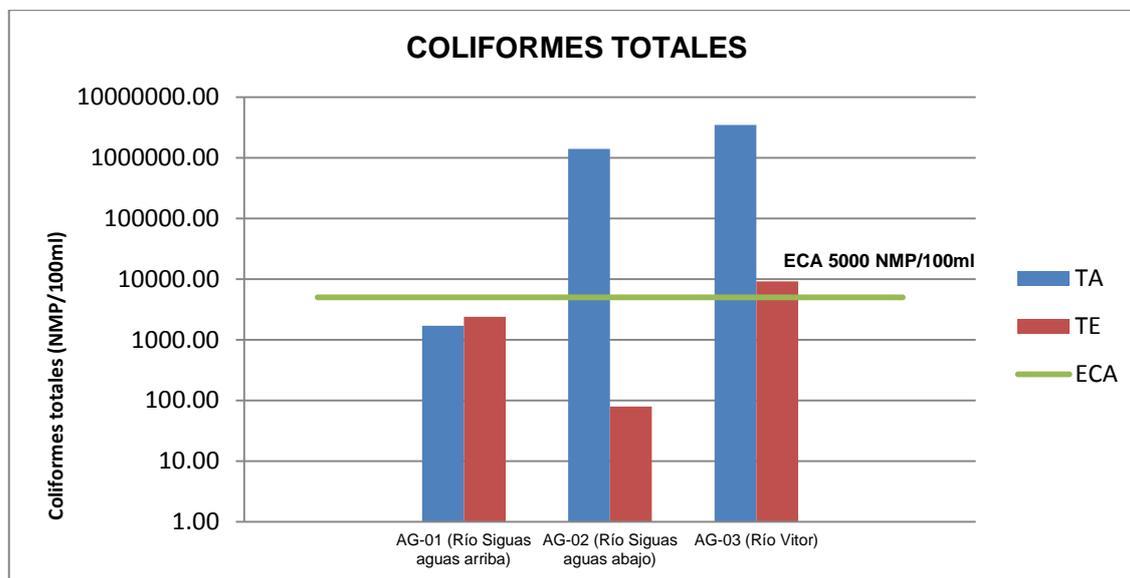
En las estaciones evaluadas en la temporada de avenida, las concentraciones de este parámetro en tres estaciones (AG-02 y AG-03) se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, a excepción de la estación AG-01 que se encuentra por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

Los valores registrados en el muestreo realizado en la temporada de estiaje se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para aguas de Categoría 3, con excepción de la estación AG-03 (Río Vítor) con 9200 NMP/100 mL que supera el valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.30: Variación de la concentración de Coliformes Totales en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Cromo hexavalente**

Las concentraciones de cromo hexavalente registradas en las tres estaciones de muestreo se encontraron por debajo del límite de detección de método analítico empleado por el laboratorio (0.003 mg/L), por lo cual se precisa que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es 0,1 mg/L.

➤ **Aluminio**

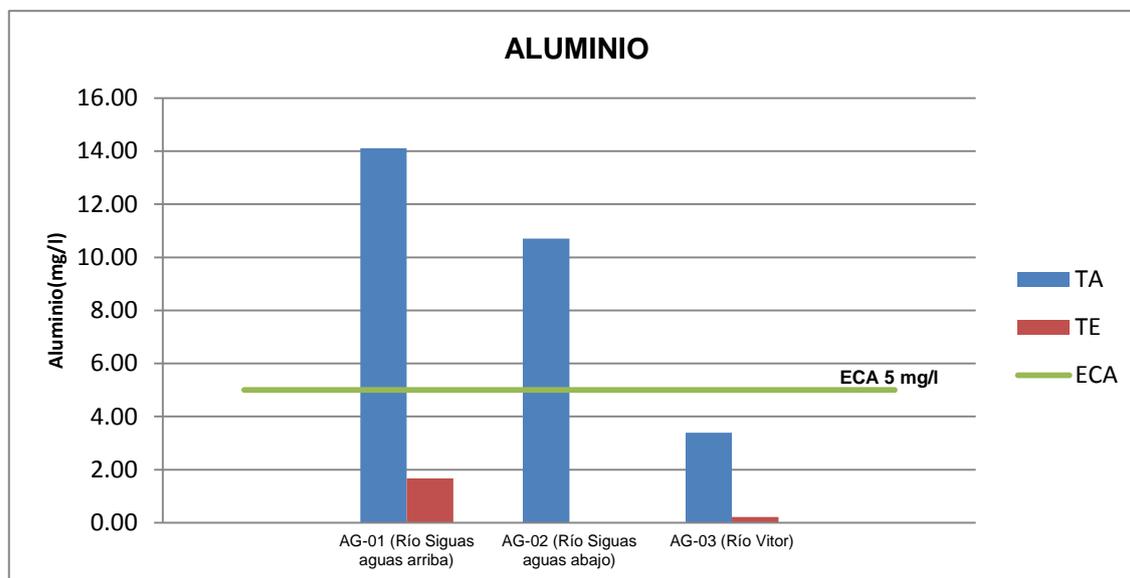
En las estaciones evaluadas en la temporada de avenida, las concentraciones en tres estaciones de muestreo superaron el valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es 5 mg/L, las cuales fueron: la estación AG-01, en el río Sigúas (aguas arriba) con 14,11 mg/L y la estación AG-02 en el río Sigúas (aguas abajo) con 10,71 mg/L. La estación AG-03 tuvo una concentración menor al valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

Los valores registrados en las estaciones de muestreo realizado en la temporada de estiaje, se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.31: Variación de la concentración del Aluminio en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Arsénico**

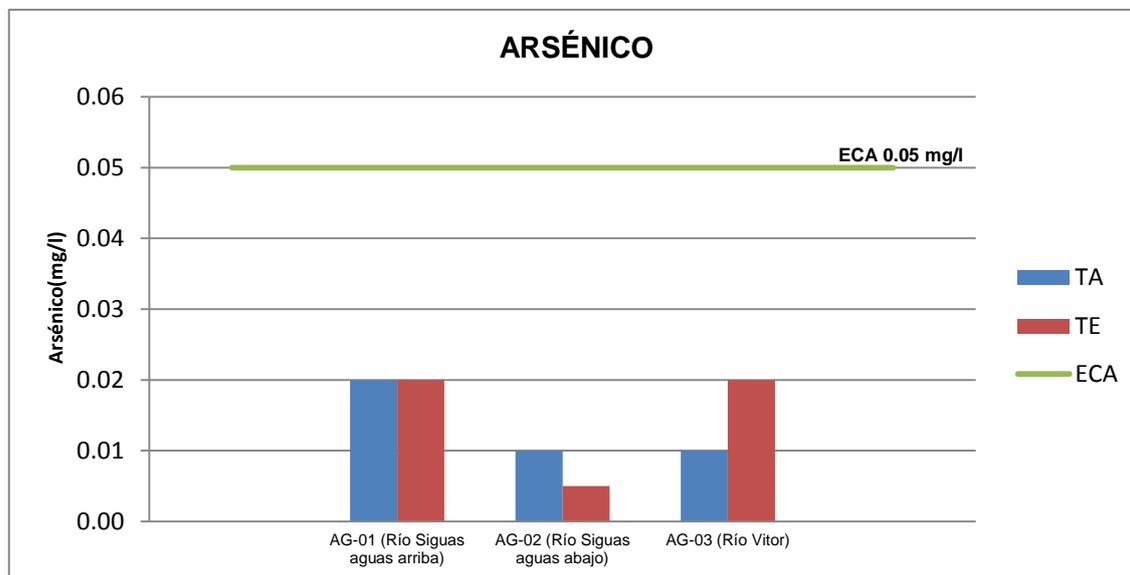
El arsénico (As) es un elemento muy común en la atmósfera, en rocas y suelos, en la hidrosfera y la biosfera. Es movilizado al medio ambiente a través de una combinación de procesos que incluyen tanto procesos naturales (meteorización, actividad biológica, emisiones volcánicas), así como procesos antropogénicos (actividad minera, uso de combustibles fósiles, uso de pesticidas, herbicidas, desecantes, conservadores de la madera, y uso como aditivos de piensos).

El arsénico es un elemento extremadamente tóxico para el organismo humano. Y no solo en concentraciones altas, donde la exposición causa efectos agudos que pueden llegar a ser letales, también la exposición durante un largo periodo a bajas concentraciones relativas de arsénico (por ejemplo, por ingestión de agua) tiene efectos negativos crónicos para la salud, que incluyen (NRC, 1999). Por eso, el arsénico en las aguas superficiales (ríos, lagos, embalses) y subterráneas (acuíferos) susceptibles de ser utilizadas para consumo, constituye una gran amenaza para la salud. Ello es así, que ha llevado a organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Europea (Directiva 98/83) o la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (USEPA) a establecer la reducción del límite del contenido de arsénico en agua de consumo de 50 a 10 µg/l (p.e. WHO, 1993).

Las concentraciones de arsénico registrados para ambas temporadas, en las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 0.05 mg/L.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.32: Variación de la concentración del Arsénico en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Bario**

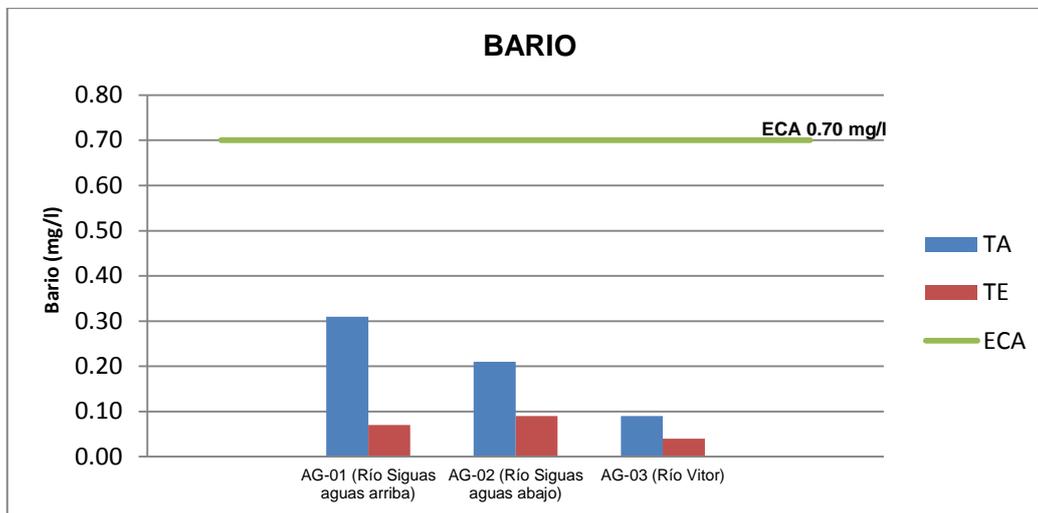
La mayoría de las aguas superficiales contienen concentraciones bajas de bario, pero la concentración suele estar muy por debajo de 1 mg/L (Toxicology of metals, vol II Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 1997), aunque algunas fuentes subterráneas pueden contener niveles que lleguen a los 10 mg/L en salmueras geotérmicas. Normalmente, la fuente de procedencia es materia mineral en su forma natural; aun cuando el sulfato de bario, que es la forma predominante, es solo ligeramente soluble en agua, en presencia de ciertos aniones comunes, la solubilidad del bario puede ser muy elevada.

Las concentraciones de bario registradas para ambas temporadas, en las estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 0,7 mg/L. Ver siguiente gráfico.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.33: Variación de la concentración del Bario en las estaciones evaluadas**



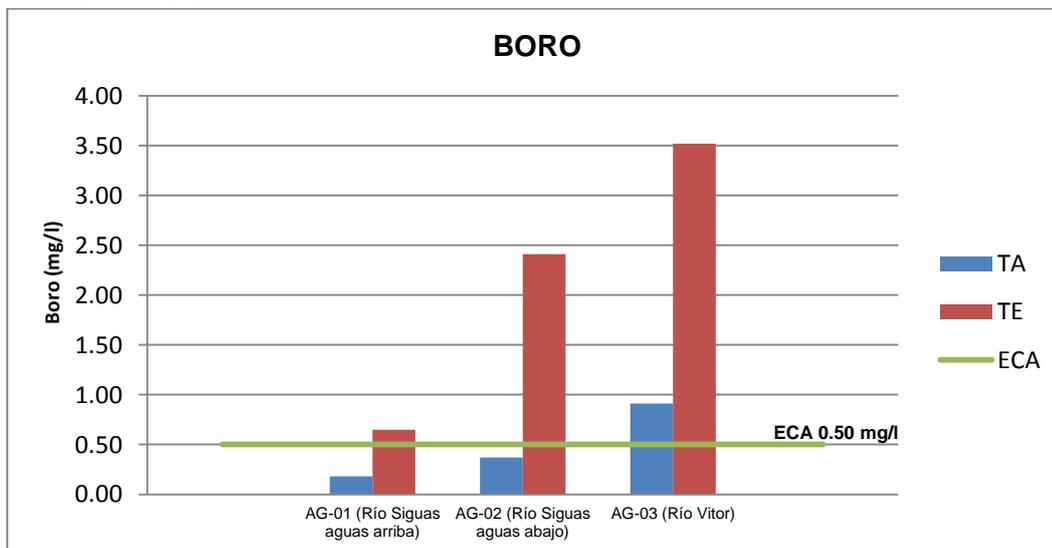
Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Boro**

Las concentraciones de Boro presentes para la temporada de estiaje en las tres estaciones de muestreo se encontraron dentro del rango establecido por el ECA para aguas de Categoría 3.

Los concentraciones registrados en las estaciones de muestreo en la temporada de avenida, se encuentran dentro del rango establecido por el ECA, a excepción de las estaciones (AG-01 y AG-02) que se encuentran por debajo del rango establecido por el ECA para aguas de Categoría 3.

**Gráfico 3.34: Variación de la concentración del Boro en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Cadmio**

La presencia del cadmio en el agua dependerá de la fuente de donde proviene y la acidez del agua. Las aguas no contaminadas por lo general contienen menos de 1 µg/L (Hiatt, V, y Juff, J 1975).

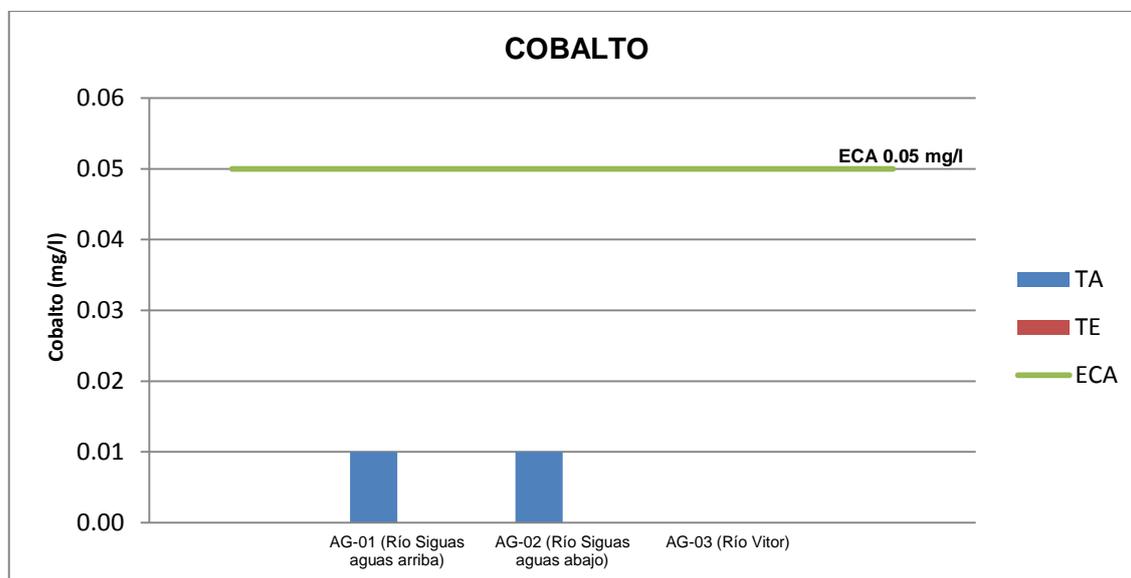
Las concentraciones del cadmio registradas en todas las estaciones de muestreo, en la temporada de estiaje, se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0,00003 mg/L).

➤ **Cobalto**

La concentración de cobalto registrado en las estaciones de muestreo, en la temporada de avenida, presentaron valores por debajo del valor establecido por el ECA para aguas de Categoría 3, cuyo valor es de 0,05 mg/L. Ver siguiente gráfico.

Los valores registrados en la temporada de estiaje, se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio, por tal razón se precisa que los valores hallados se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

**Gráfico 3.35: Variación de la concentración del Cobalto en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

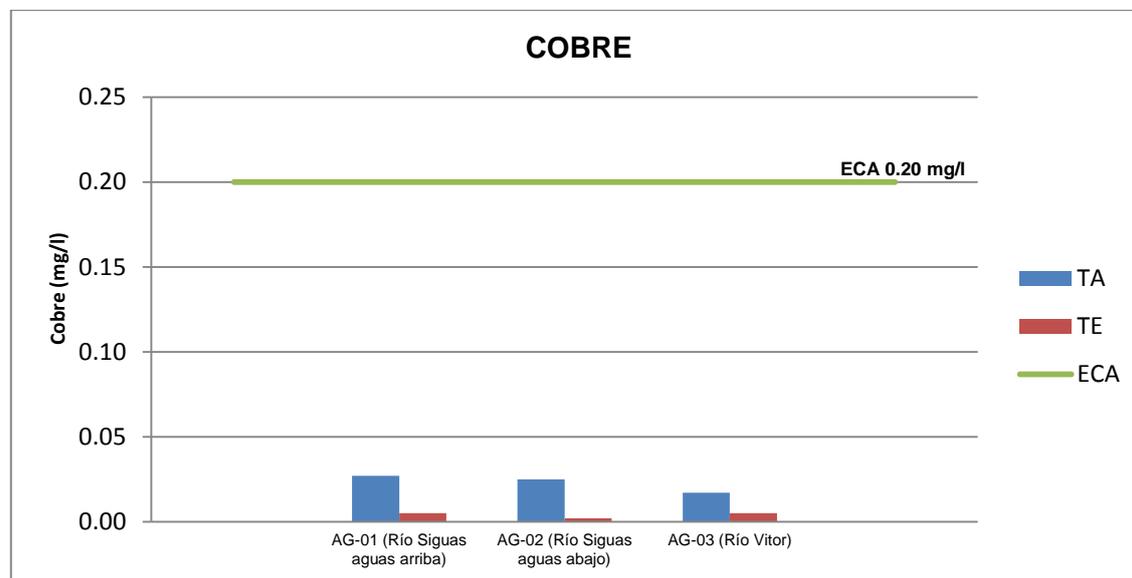
➤ **Cobre**

La concentración de cobre registrado en las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.36: Variación de la concentración del Cobre en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Hierro**

Las concentraciones de hierro obtenidos, en la temporada de avenida en las tres estaciones de muestreo, se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para aguas de Categoría 3.

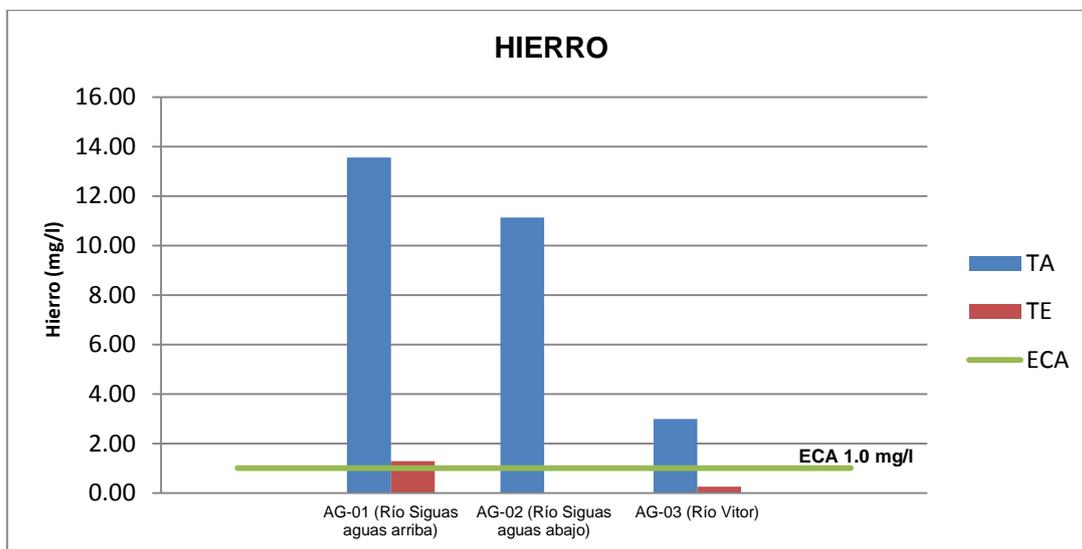
Los valores registrados en el muestreo realizado en la temporada de estiaje, se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

Los valores máximos registrados para el parámetro, podrían estar relacionados con los vertimientos de efluentes municipales, industriales y agrícolas no autorizados y otras fuentes como los botaderos de residuos sólidos.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.37: Variación de la concentración del Hierro en las estaciones evaluadas**

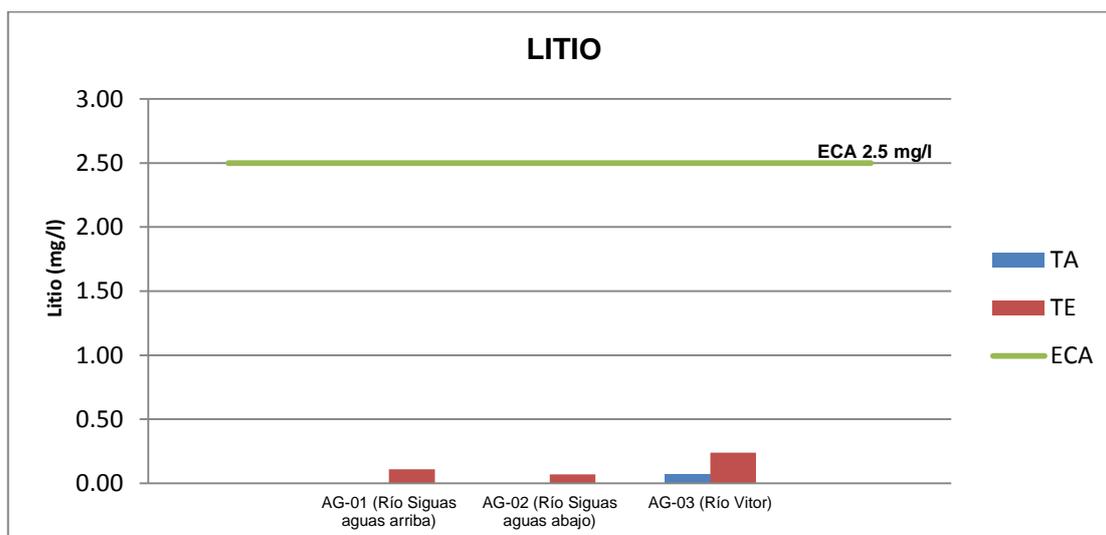


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Litio**

Las concentraciones de Litio obtenidos en ambas temporadas, en las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cabe señalar que las concentraciones registradas en las estaciones AG-01 y AG-02, se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (2,5 mg/L).

**Gráfico 3.38: Variación de la concentración del Litio en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

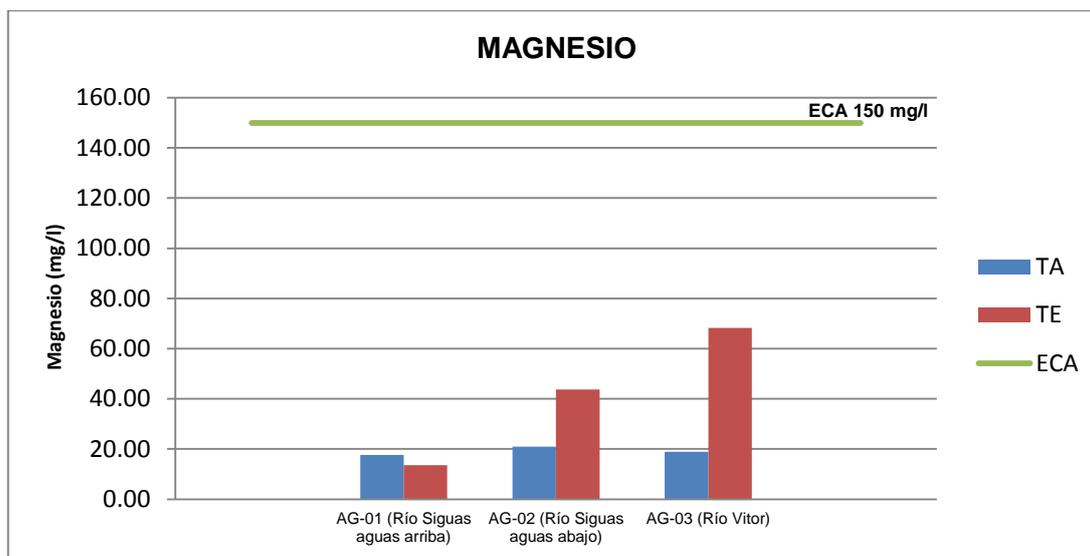


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Magnesio**

La concentración de Magnesio registrado en ambas temporadas, en las tres estaciones de muestreo, se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 150 mg/L. Ver siguiente gráfico.

**Gráfico 3.39: Variación de la concentración del Magnesio en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Manganeso**

Las concentraciones de Hierro obtenidos en las estaciones de muestreo (Temporada de avenida) presentaron valores por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, con 0,49 mg/L en la estación AG-01, río Sigúas y 0,50 mg/L en la estación AG-02 (aguas abajo del río Sigúas); la estación AG-03 ubicada en el río Vítor, se encuentra por debajo del presentó un valor menor al estándar establecido, siendo este de 0,1343 mg/L.

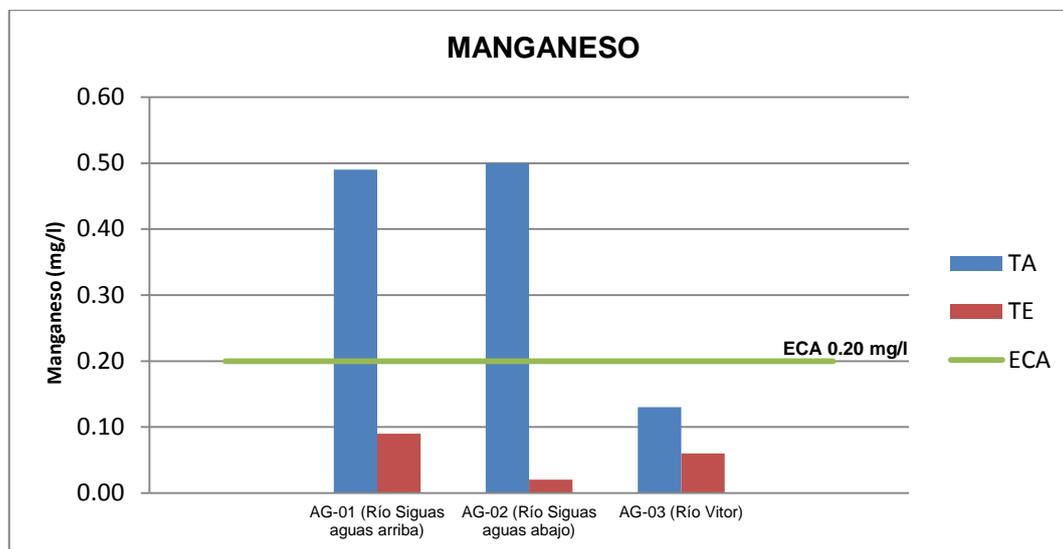
Los valores registrados en la temporada de estiaje, en las estaciones de monitoreo se encuentran por encima del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, con excepción de la estación AG-03 (Río Vítor) que no supera el valor establecido.

Los valores máximos registrados de éste parámetro podría estar relacionado con los vertimientos de efluentes municipales, industriales y agrícolas no autorizados y otras fuentes como los botaderos de residuos sólidos.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.40: Variación de la concentración del Manganeso en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Níquel**

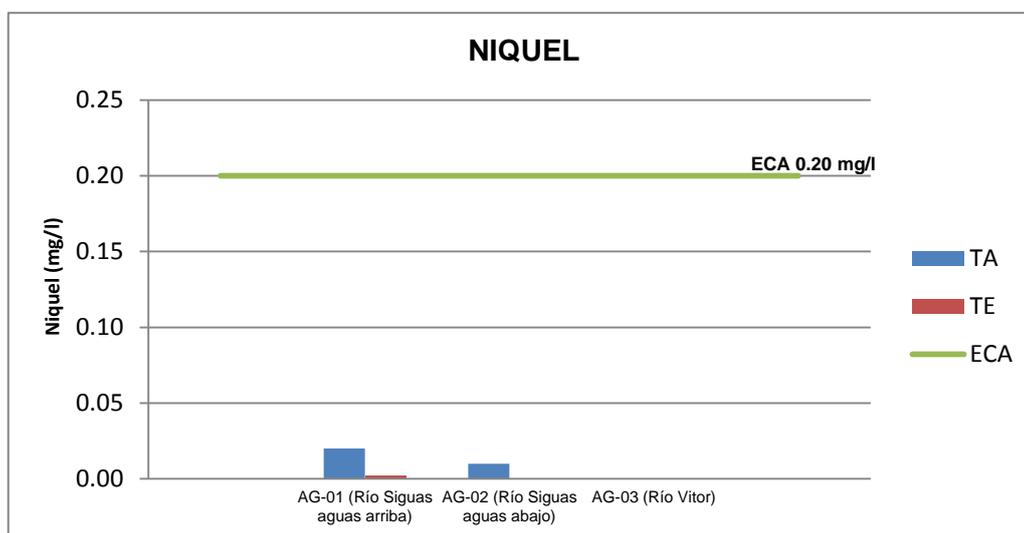
Las concentraciones de Níquel obtenidos en la temporada de avenida, en las estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, mientras que la concentración registrada en la estación AG-03, se encontró por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0,0002 mg/L).

En la temporada de estiaje, las concentraciones de Níquel en tres estaciones (AG-02, AG-03, AG-03) se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0,0002 mg/L), con excepción de la estación AG-01 (Río Siguas) que registro un valor mínimo, encontrándose por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.41: Variación de la concentración del Níquel en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Plata**

Las concentraciones de Plata registradas en ambas temporadas, se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0,00001 mg/L), por esta razón se precisa que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es 0,05 mg/L.

➤ **Plomo**

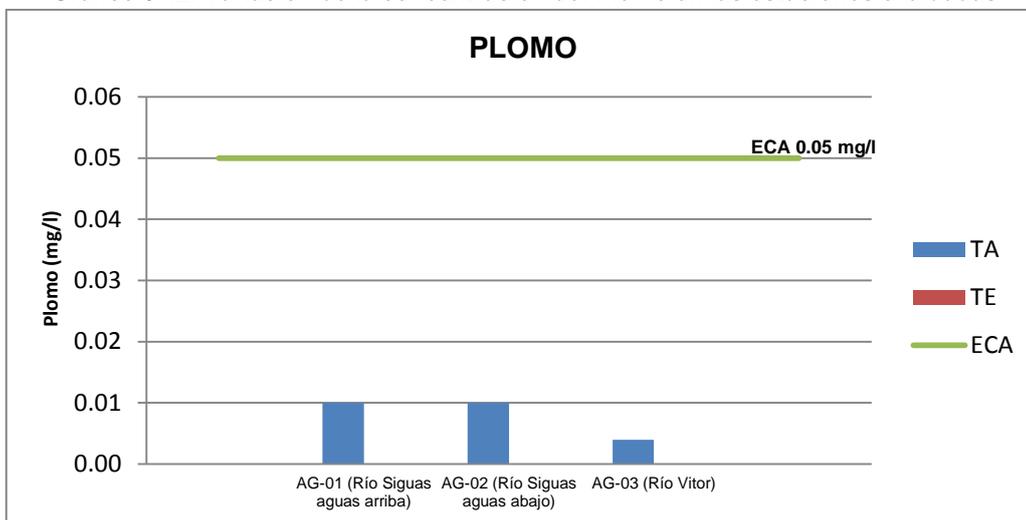
En la temporada de avenida, la concentración de Plomo registrado en las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 0,05 mg/L.

En la temporada de estiaje, las concentraciones de plomo en las tres estaciones de muestreo se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio (0,0001mg/L), por tal razón se precisa que se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es 0,05 mg/L. Ver siguiente gráfico.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.42: Variación de la concentración del Plomo en las estaciones evaluadas**

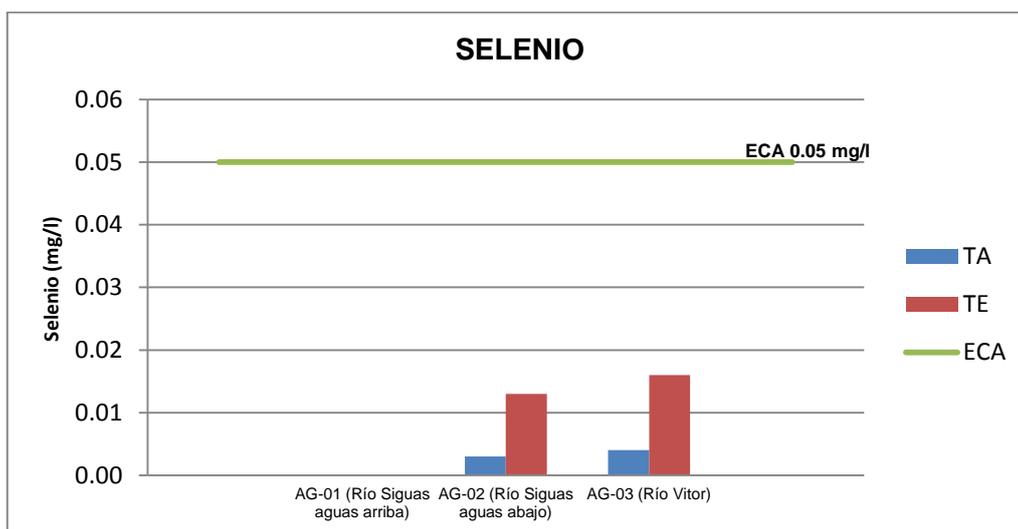


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Selenio**

La concentración de Selenio registrado para ambas temporadas, en las tres estaciones de muestreo se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3, cuyo valor es de 0,05 mg/L. Ver siguiente gráfico.

**Gráfico 3.43: Variación de la concentración del Selenio en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Zinc**

En la temporada de avenida, las concentraciones de Zinc en las tres estaciones de muestreo se registraron valores por debajo del valor establecido por el ECA para agua - Categoría 3.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.8 Calidad de agua subterránea

En cuanto a la calidad física – química de las aguas subterráneas, los análisis efectuados arrojan los resultados generales siguientes:

- La conductividad eléctrica varía de 1856 a > 4000 micromhos /cm a +25°C. Indica que, son aguas con alto contenido de sales.
- No hay peligro del Ion sodio en ocasionar quemaduras en las hojas, en el riego superficial y por aspersión por presentar un RAS < 3.
- Los valores de pH registran valores entre 7,35 y 8,40, que indican (desde el punto de vista de este indicador) que no hay limitaciones para fines poblacional, agrícola e industrial.

**Tabla 3.48: Calidad Físico – Química de las fuentes de agua subterránea**

Manantial	Ubicación	Coordenadas UTM		Flujo (l/s)	pH	T (°C)	Conductividad (uS)	Sólidos suspensión
		Este	Norte					
M1	Qda. Coñic Mayo	206028	8323338	2,5	7,35	36,8	>4000	>2000
M2	Qda. Chila Mayo	213984	8322068	1,5	7,73	39,2	>4000	>2000
M3	Sector Hornillos	218847	8315374	2,0	8,40	37,9	1856	946
M4	Qda. Unculle	204017	8317542	6,5	7,84	17,0	58	31
M5	Sector Humajala	196492	8307315	2,8	7,92	18,2	62	42

Fuente: "Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo "ANA".

### 3.5.9 Calidad del aire

#### 3.5.9.1 Metodología

Estos procedimientos se presentan según lo indicado en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones según el Ministerio de Energía y Minas. Sirve como una pauta para las empresas obligadas a implantar y poner en funcionamiento redes destinadas al monitoreo de emisiones y calidad del aire.

#### 3.5.9.2 Estandar de referencia

**Tabla 3.49: Parámetros de muestreo para calidad de aire**

Parámetro	Periodo	Valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Formato	Medio analítico	Referencia
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración	D.S. N° 074-2001- PCM
	24h	150	No más de 3 veces/año		
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5)	24 h	50	Media aritmética	Separación inercial/filtración (gravimetría)	D.S N° 003-2008-MINAM
Monóxido Carbono	8h	10 000	Promedio Móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) Método Automático	D.S. N° 074-2001- PCM

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetro	Periodo	Valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Formato	Medio analítico	Referencia
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Media aritmética Anual	Quimiluminiscencia (Método automático)	D.S. N° 074-2001- PCM
	1h	200	No más de 24 veces/año		
Dióxido de Azufre	24h	80	Media Aritmética	Fluorescencia UV	D.S N° 003-2008-MINAM
Hidrogeno Sulfurado	24h	150	Media Aritmética	Fluorescencia UV	D.S N° 003-2008-MINAM
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método Automático)	D.S. N° 074-2001- PCM
Plomo	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	Método para PM 10 Espectrometría de Absorción atómica	D.S. N° 074-2001- PCM
Benceno, Vocs	Anual	4	Media Aritmética	Cromatografía de gases	D.S N° 003-2008-MINAM
Hidrocarburos Totales (HT) expresado como Hexano	24 horas	100	Media Aritmética	Ionización de la llama de hidrogeno	D.S N° 003-2008-MINAM

Fuente: D.S N° 074-2001-PCM/ D.S N°003-2008-MINAM

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

**3.5.9.3 Estaciones de muestreo**

Tabla 3.50: Estaciones de Muestreo

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Altitud (m.s.n.m)	Descripción de estación
	ESTE	NORTE		
<b>TOMADOS EN CAMPO</b>				
A-01	816903	8208406	1758	Ubicado en la última zona de acceso de la parte alta del valle de Siguas (a 11 km de Són dor)
A-02	821805	8187798	1492	Ubicado a 8,8 Km del NO del Centro Poblado de IV Pampa
<b>INFORMACION SECUNDARIA</b>				
CAIR – 01	8 188 187	802 654	1412	Ubicado en la zona de la Subestación Majes
CAIR – 02	8 194 897	806 907	1601	Ubicado en el Asentamiento E1, altura del Vértice 9

Fuente: Informes de ensayo Corplab del Perú S.A.C y Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.5.9.4 Resultados y análisis

A continuación se muestran los resultados de los muestreos practicados en los dos (02) puntos mencionados. Así mismo se muestran los resultados de los puntos de muestreo, CAIR – 01 y CAIR – 02 tomados del Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes.

**Tabla 3.51: Resultados de los Analisis de Laboratorio**

Parámetros	Estaciones de Muestreo						ECA
	Fecha de muestreo	Unidad	A-01	A-02	CAIR – 01	CAIR – 02	
<b>Parámetros de Campo</b>							
Dirección de Viento	14/03/2013		SW	W	----	----	----
Humedad Relativa	14/03/2013	%	58,1	57,7	----	----	----
Presión Atmosférica	14/03/2013	mBar	824,7	844,0	----	----	----
Temperatura a Nivel del Suelo	14/03/2013	°C	20,3	20,4	----	----	----
Velocidad del Viento	14/03/2013	m/s	2,1	4,8	----	----	----
<b>Metales</b>							
Aluminio (Al)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,755	0,258	----	----	----
Antimonio (Sb)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Arsénico (As)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	6.0 (*)
Bario (Ba)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,0110	0,0045	----	----	----
Berilio (Be)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Bismuto (Bi)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Boro (B)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Cadmio (Cd)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Calcio (Ca)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	1,38	0,29	----	----	----
Cobalto (Co)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Cobre (Cu)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,024	0,010	----	----	----
Cromo (Cr)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,0045	0,0008	----	----	----
Estaño (Sn)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,0034	ND	----	----	----
Estroncio (Sr)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,0073	ND	----	----	----
Fósforo (P)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,076	0,017	----	----	----
Hierro (Fe)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	1,070	0,382	----	----	----
Litio (Li)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Magnesio (Mg)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,615	0,188	----	----	----
Manganeso (Mn)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,027	0,011	----	----	----
Molibdeno (Mo)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----
Niquel (Ni)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,002	ND	----	----	----
Plata (Ag)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	----	----	----

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Parámetros	Estaciones de Muestreo						ECA
	Fecha de muestreo	Unidad	A-01	A-02	CAIR – 01	CAIR – 02	
Plomo (Pb)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	-----	-----	1.5 (**)
Potasio (K)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,44	0,10	-----	-----	-----
Selenio (Se)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	-----	-----	-----
Silicio (Si)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	2,208	0,829	-----	-----	-----
Sodio (Na)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,86	0,55	-----	-----	-----
Talio (Tl)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	ND	-----	-----	-----
Titanio (Ti)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,0544	0,0201	-----	-----	-----
Vanadio (V)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,003	0,001	-----	-----	-----
Zinc (Zn)	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	0,0119	0,0075	-----	-----	-----
<b>Material particulado</b>							
Material Particulado PM10	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	75,4	28,6	66.70	41.76	150(**)
Material Particulado PM2,5	14/03/2013	ug/m <sup>3</sup>	23,1	11,4	15.28	36.8	50(***)
<b>Gases</b>							
Dioxido de Azufre	14/03/2013	ug SO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	ND	ND	3.06	0.72	80(***)
Dioxido de Nitrogeno	14/03/2013	ug NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	43,57	4,286	13.59	4.47	200(**)
Monoxido de Carbono.	14/03/2013	ug CO/m <sup>3</sup>	1238	1682	3.47	3.33	10 000 (**)
Ozono	14/03/2013	µg/m <sup>3</sup>	ND	11,3	2.47	2.19	120 (**)
Sulfuro de hidrógeno (24h)	14/03/2013	ug H <sub>2</sub> S/m <sup>3</sup>	ND	ND	1.59	1.83	150 (***)
<b>Sin Clasificación</b>							
Hidrocarburos Totales (Expresados como Hexano)	14/03/2013	mg/m <sup>3</sup>	ND	ND	-----	-----	100 (***)

Fuente: Informes de ensayo Corplab del Perú S.A.C y Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes.  
Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### 3.5.9.5 Parámetros de calidad de aire

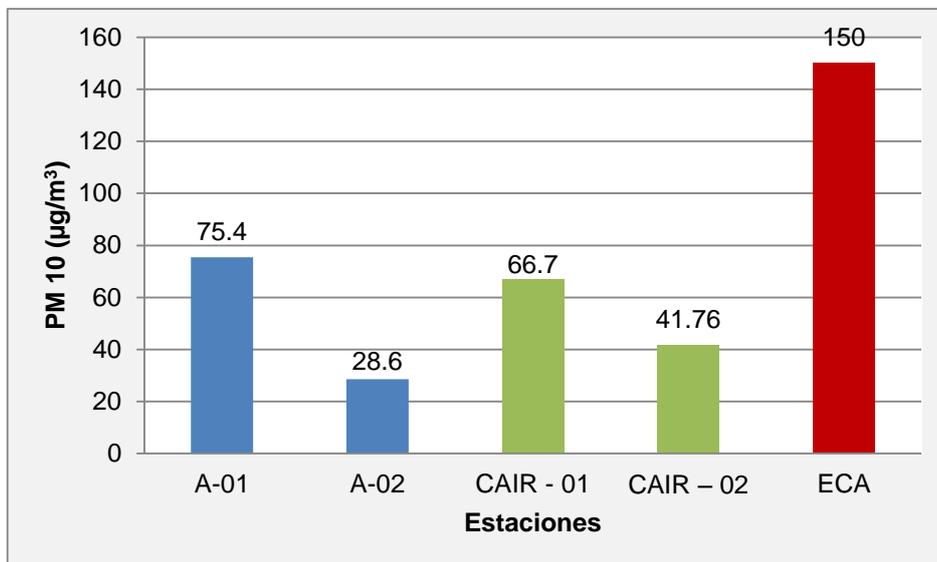
#### ➤ Material Particulado PM 10

Se registraron valores bajos para material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10). El valor mínimo de las concentraciones registradas para 24 hrs fue de 28,6 µg/m<sup>3</sup> (Estación A-02) y el valor máximo fue de 75,4 µg/m<sup>3</sup> (Estación A-01); los datos obtenidos se encuentran por debajo del valor indicado en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental de Aire (D.S.- 074-2001-PCM). La estación CAIR-01 presentó un valor de 66.7 µg/m<sup>3</sup>, el segundo más elevado, cabe resaltar que se encuentra cercana a la Vía Panamericana Sur. Ver gráfico siguiente.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.44: Variación de la concentración de PM10 en las estaciones evaluadas**

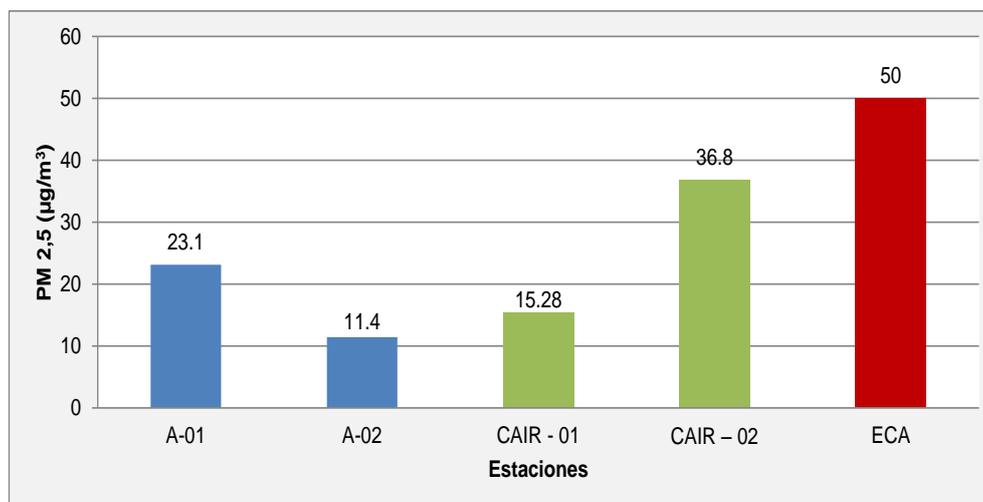


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Material Particulado PM 2.5**

En el caso de los valores registrados para material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5). Las concentraciones registradas para 24 hrs variaron de 11,4 µg/m<sup>3</sup> (A-02) y 23,1 µg/m<sup>3</sup> (A-01), estos valores se encuentran por debajo del valor indicado en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S. 003-2008-MINAM). La estación CAIR – 01 (36.8 ug/m<sup>3</sup>) y CAIR – 02 (15.28 ug/m<sup>3</sup>) se encuentran por debajo del valor establecido por el ECA. En el Gráfico, se puede observar los resultados.

**Gráfico 3.45: Variación de la concentración de PM2.5 en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

Los valores reportados para el parámetro SO<sub>2</sub>, se encontraron por debajo del límite de detección del método empleado por el laboratorio (13,72 ug/m<sup>3</sup>), por tal razón se precisa que se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Aire (D.S 003-2008-MINAM), cuyo valor establecido es 80 ug/m<sup>3</sup>.

Cabe señalar que las concentraciones de las estaciones CAIR – 01 (3,06 ug/m<sup>3</sup>) y CAIR -02 (0,72 ug/m<sup>3</sup>), tomados como puntos de referencia (Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes), se encuentran por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 003-2008-MINAM).

➤ **Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)**

Los valores reportados para el parámetro H<sub>2</sub>S, se encontraron por debajo del límite de detección del método empleado por el laboratorio (2.372 ug/m<sup>3</sup>), por tal razón se precisa que se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Aire (D.S 003-2008-MINAM), cuyo valor establecido es 150 ug/m<sup>3</sup>.

Cabe señalar que las concentraciones de las estaciones CAIR – 01 (1,59 ug/m<sup>3</sup>) y CAIR -02 (1,83 ug/m<sup>3</sup>), tomados como puntos de referencia (Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes), se encuentran por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 003-2008-MINAM).

➤ **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

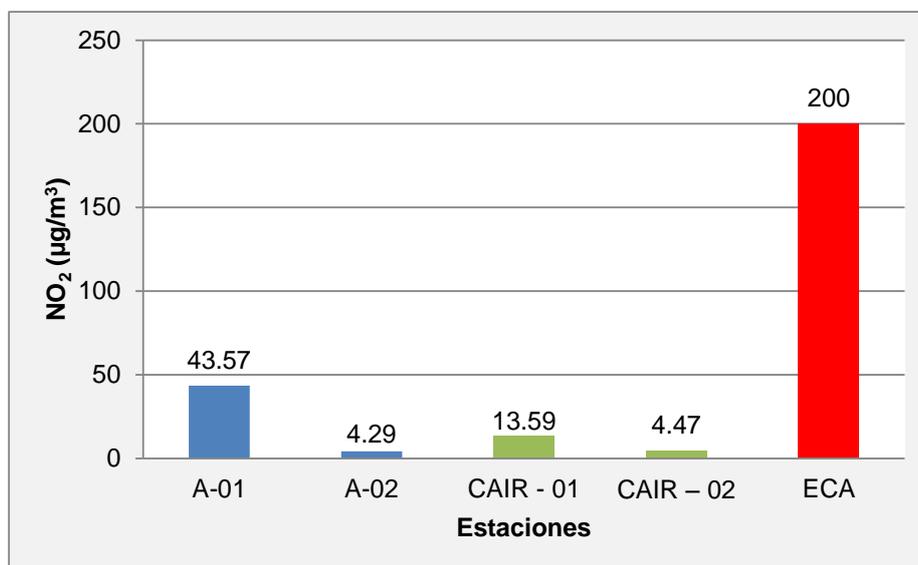
El valor reportado de NO<sub>2</sub> en la estación A-01 fue de 43,57 µg/m<sup>3</sup> y en la estación A-02 fue de 4,29 µg/m<sup>3</sup>, ambos valores se encuentran por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 074-2001-PCM), cuyo valor es 200 µg/m<sup>3</sup>.

Cabe señalar que las estaciones CAIR - 01 y CAIR -02, tomados como punto de referencia (Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes), se encuentran por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 074-2001-PCM). Ver Gráfico siguiente.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.46: Variación de la concentración de NO<sub>2</sub> en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Ozono (O<sub>3</sub>)**

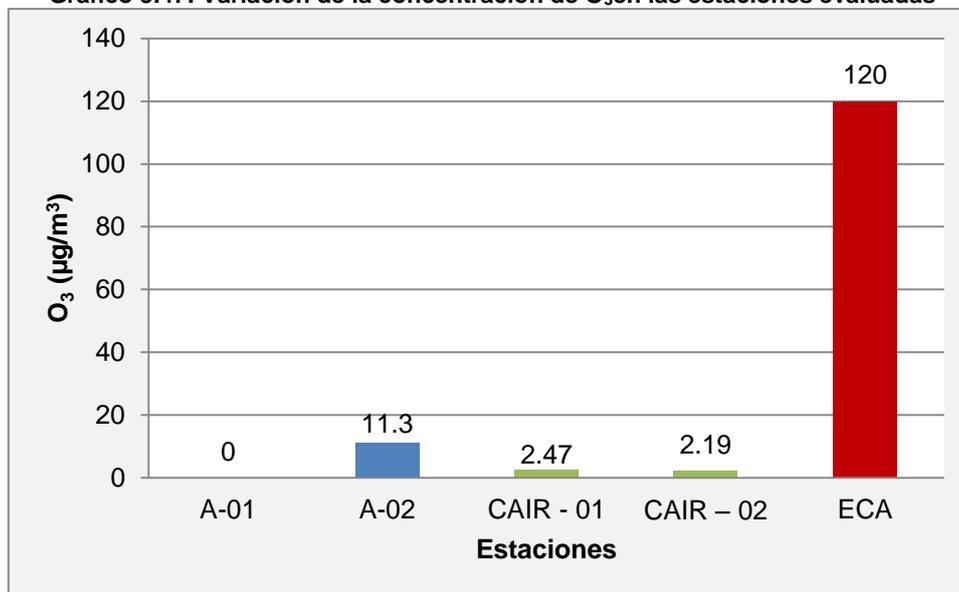
En el caso de los valores registrados para el Ozono atmosférico, las concentraciones registradas para 8 hrs, en la estación A-01, se encontraron por debajo del límite de detección del método empleado por el laboratorio (1,7 µg/m<sup>3</sup>) y la concentración en la estación A-02 fue de 11,3 µg/m<sup>3</sup>; encontrándose por debajo del valor indicado en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S. 074-2001-PCM), cuyo valor es de 120 µg/m<sup>3</sup>. Ver siguiente gráfico.

Cabe señalar que las estaciones CAIR - 01 y CAIR -02, tomados como punto de referencia (Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes), se encuentran por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 074-2001-PCM). Ver Gráfico siguiente.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.47: Variación de la concentración de O<sub>3</sub> en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Monóxido de Carbono (CO)**

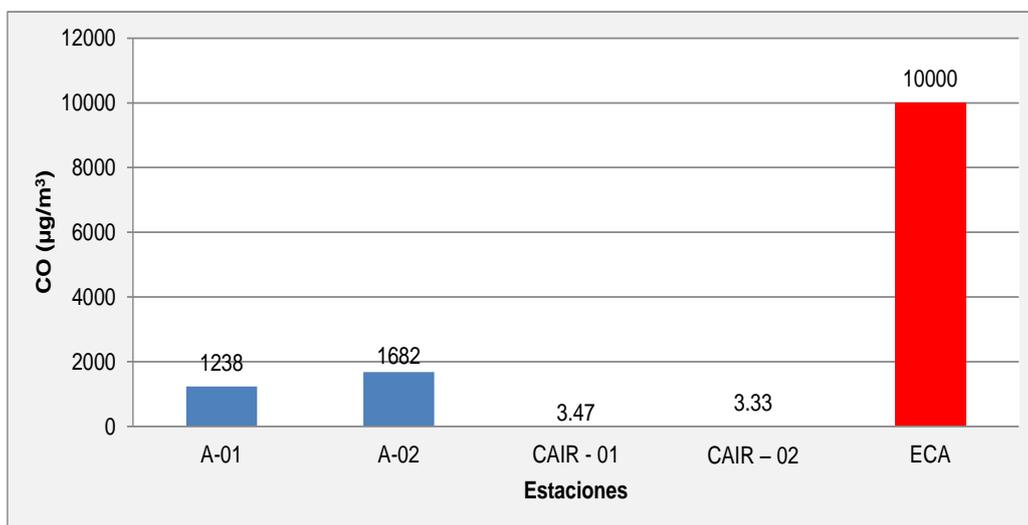
Para los valores reportados en las muestras analizadas para el parámetro Monóxido de Carbono (CO), se reportan cifras por debajo del límite de detección del método empleado por el laboratorio; cabe indicar que los valores se encuentran por debajo del valor indicado en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental de Aire (D.S 074-2001-PCM). Ver siguiente gráfico.

Cabe señalar que las estaciones CAIR - 01 y CAIR -02, tomados como punto de referencia (Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV S.E. Tarucani – S.E. Majes), se encuentran por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 074-2001-PCM). Ver Gráfico siguiente.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.48: Variación de la concentración de CO en las estaciones evaluadas**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

➤ **Hidrocarburos Totales (Expresados como hexano)**

Los valores reportados para el parámetro Hidrocarburos totales, en ambas estaciones, se encontraron por debajo del límite de detección del método empleado por el laboratorio ( $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), encontrándose por debajo del valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 003-2008-MINAM), cuyo valor establecido es  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

➤ **Plomo**

Los valores reportados para el parámetro Plomo, en ambas estaciones, se encontraron por debajo del límite de detección del método empleado por el laboratorio ( $0,002\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), encontrándose por debajo del valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S 074-2001-PCM), cuyo valor establecido es  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 3.5.9.6 Parametros meteorologicos

#### Datos Meteorológicos de las Estaciones de Muestreo A-01

A continuación se presentan, los datos Meteorologicos de la estación de Muestreo A-01.

**Tabla 3.52: Datos Meteorológicos de la Estación de Muestreo A-01**

Fecha	Hora de Registro	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento (puntos cardinales)	Presión (mbar)
14/03/2013	11:00	27	42	2.7	SW	824.2
14/03/2013	12:00	28	38	4.0	W	823.6
14/03/2013	13:00	28	41	6.3	SW	824.5



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Fecha	Hora de Registro	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento (puntos cardinales)	Presión (mbar)
14/03/2013	14:00	27	47	8.0	SW	824.5
14/03/2013	15:00	25	48	5.8	SW	824.0
14/03/2013	16:00	23	51	4.5	SW	823.7
14/03/2013	17:00	23	52	4.0	W	824.0
14/03/2013	18:00	20	57	3.6	SW	824.7
14/03/2013	19:00	19	59	1.3	SW	825.3
14/03/2013	20:00	18	63	2.2	SW	825.7
14/03/2013	21:00	18	64	0.0	-	826.0
14/03/2013	22:00	18	65	0.0	-	825.9
14/03/2013	23:00	18	66	0.0	-	825.6
15/03/2013	00:00	17	66	0.0	-	825.0
15/03/2013	01:00	17	68	0.4	SW	824.5
15/03/2013	02:00	16	69	0.4	SW	824.1
15/03/2013	03:00	16	69	0.0	-	823.8
15/03/2013	04:00	16	69	0.4	SW	823.8
15/03/2013	05:00	15	69	0.0	-	824.2
15/03/2013	06:00	16	67	1.3	SW	824.5
15/03/2013	07:00	16	68	0.9	SW	824.8
15/03/2013	08:00	19	64	0.9	SW	825.5
15/03/2013	09:00	23	50	1.8	SW	825.3
15/03/2013	10:00	25	43	2.2	SW	824.8
<b>Promedio</b>		<b>20.3</b>	<b>58.1</b>	<b>2.1</b>	<b>SW</b>	<b>824.7</b>
<b>Máximo</b>		<b>28.0</b>	<b>69.0</b>	<b>8.0</b>		<b>826.0</b>
<b>Mínimo</b>		<b>15.0</b>	<b>38.0</b>	<b>0.0</b>		<b>823.6</b>

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

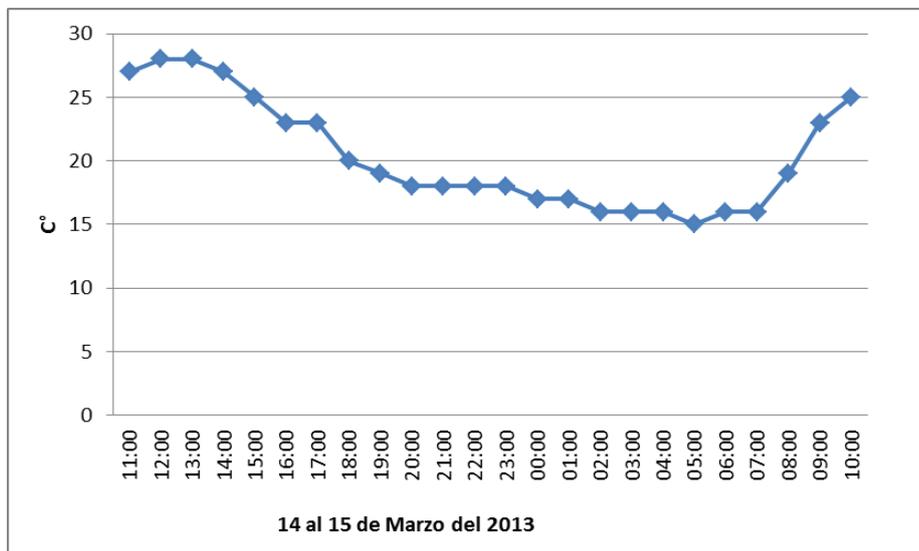
- **Temperatura**

La temperatura en la estación A-01, presenta un valor promedio de 20.3° C. El valor más alto se presentó a las 12:00 y 13:00 del día 14/03/2013 con 28 °C; mientras que el valor más bajo se presentó a las 05:00 del día 15/03/2013, con 15°C, para un periodo de 24 horas.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.49: Valores de temperatura registrada para la estación A-01**

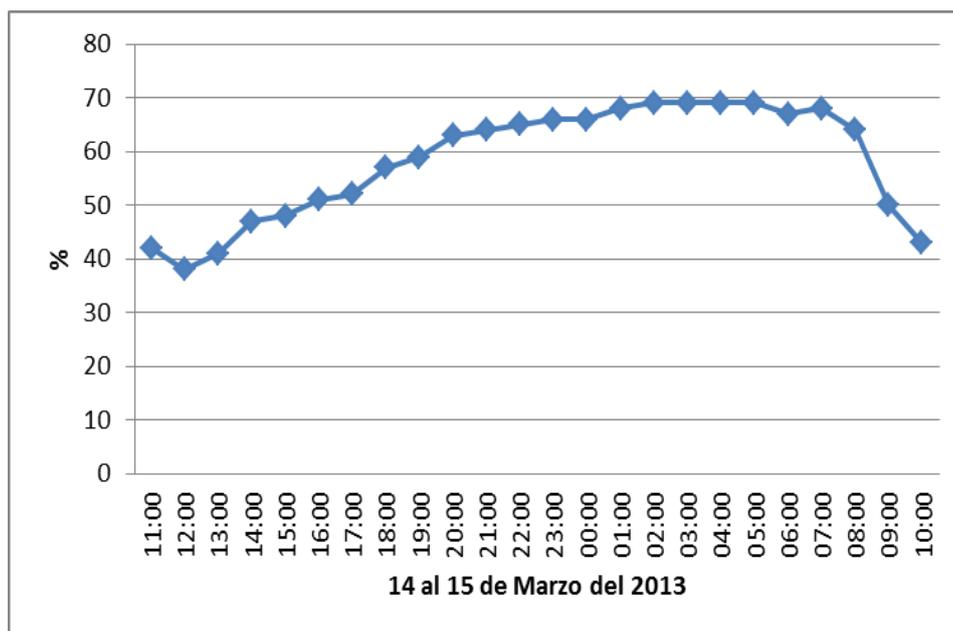


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

- **Humedad**

En cuanto a la humedad relativa, la estación A-01, presenta el valor promedio de 58.1 % de humedad. El mayor valor se reporta entre las 2:00 y 5:00 del día 15/03/2013 con 69% de humedad relativa, en tanto el valor mínimo se reportaron a las 12:00 del día 14/03/2013 con 38% de humedad relativa.

**Gráfico 3.50: Valores de humedad registrada para la estación A-01**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

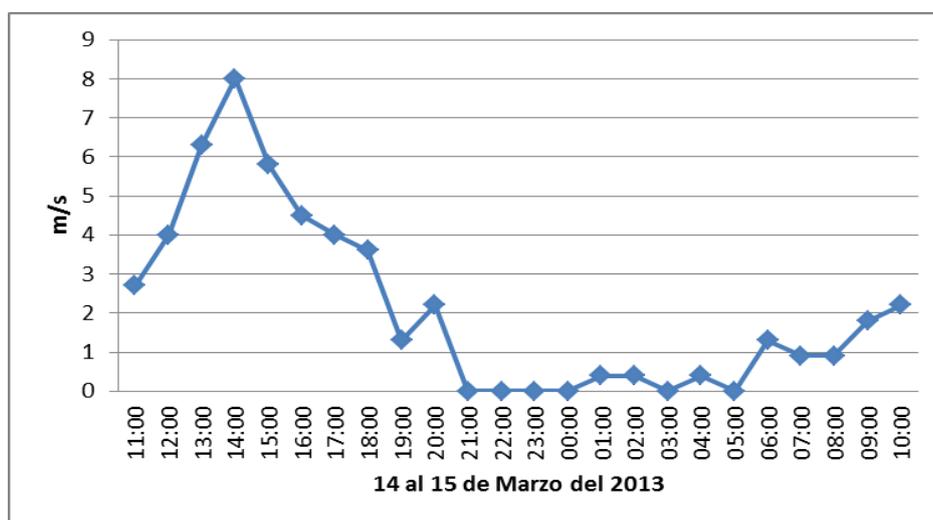


**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- **Velocidad y dirección del viento**

La velocidad del viento en la estación A-01, presenta un valor promedio de 2,1 m/s, es decir brisa moderada. De los valores que se registraron, el mayor fue a las 14:00 el 14/03/2013 con 8 m/s, y el menor valor se presentó el día 14/03/2013 entre las 21:00 00:00 horas y el día 15/03/2013 a las 03:00 y 05:00 con 0 m/s.

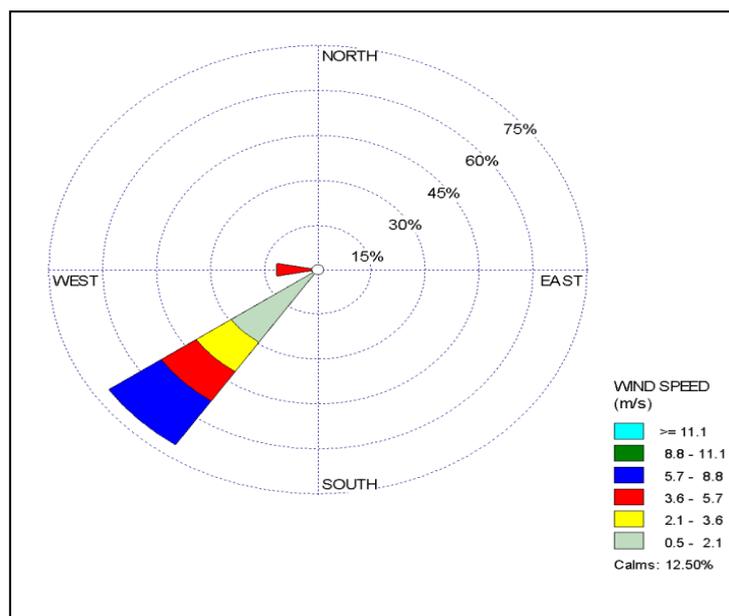
**Gráfico 3.51: Valores de velocidad registrada para la estación A-01**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

De igual manera, la rosa de vientos para la estación A-01 es como sigue:

**Gráfico 3.52: Rosa de Vientos en la estación A-01**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Datos Meteorológicos de las Estaciones de Muestreo A-02**

En la siguiente tabla, se observa los datos Meteorológicos de la Estación de Muestreo A-02

**Tabla 3.53: Datos Meteorológicos de la Estación de Muestreo A-02**

Fecha	Hora de Registro	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento (puntos cardinales)	Presión (mbar)
14/03/2013	15:00	26	40	10.3	SW	842.6
14/03/2013	16:00	24	48	9.4	SW	843.0
14/03/2013	17:00	23	51	8.5	W	843.8
14/03/2013	18:00	21	56	5.8	SW	844.4
14/03/2013	19:00	20	60	4.0	W	844.8
14/03/2013	20:00	19	62	2.7	W	845.2
14/03/2013	21:00	19	63	0.9	W	845.4
14/03/2013	22:00	18	65	0.4	W	845.3
14/03/2013	23:00	18	66	2.2	W	845.0
14/03/2013	00:00	17	67	2.2	W	844.5
14/03/2013	01:00	17	71	2.7	W	844.0
14/03/2013	02:00	16	70	2.7	W	843.7
14/03/2013	03:00	15	71	3.6	W	843.2
15/03/2013	04:00	15	73	3.6	NW	843.1
15/03/2013	05:00	15	71	3.6	NW	843.5
15/03/2013	06:00	14	72	4.5	N	843.6
15/03/2013	07:00	17	66	4.0	N	844.2
15/03/2013	08:00	20	60	2.7	N	844.8
15/03/2013	09:00	24	49	1.8	N	844.7
15/03/2013	10:00	25	45	3.6	N	844.2
15/03/2013	11:00	26	40	7.2	SW	844.0
15/03/2013	12:00	27	41	8.5	SW	843.7
15/03/2013	13:00	27	39	10.7	SW	843.3
15/03/2013	14:00	27	38	9.8	SW	842.7
<b>Promedio</b>		<b>20.4</b>	<b>57.7</b>	<b>4.8</b>		<b>844.0</b>
<b>Máximo</b>		<b>27.0</b>	<b>73.0</b>	<b>10.7</b>		<b>845.4</b>
<b>Mínimo</b>		<b>14.0</b>	<b>38.0</b>	<b>0.4</b>	<b>W</b>	<b>842.6</b>

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

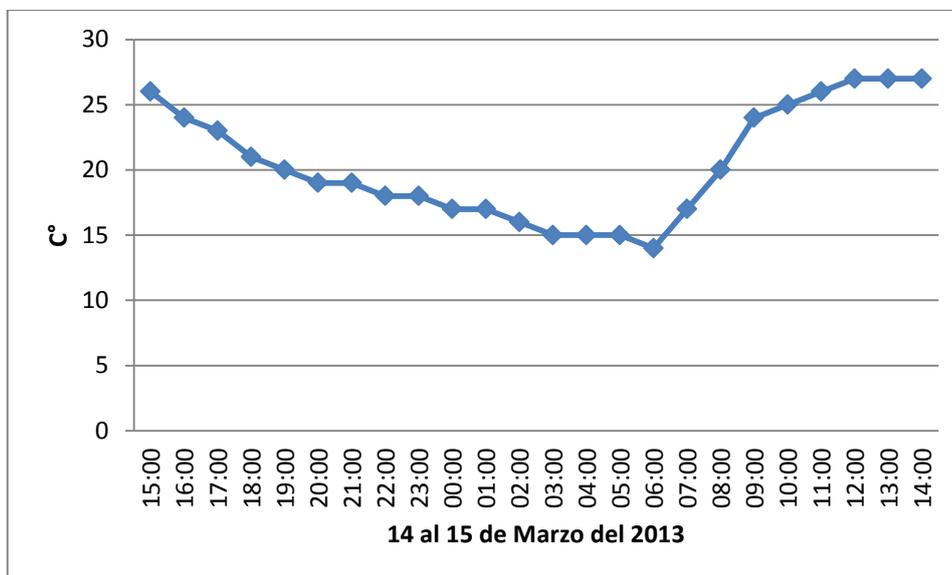
• **Temperatura**

La temperatura en la estación A-02, presenta un valor promedio de 20.4°C. El valor más alto se presentó a partir de las 12:00 hasta las 14:00 del día 14/03/2013 con 27°C; mientras que el valor más bajo se presentó a las 06:00 del día 15/03/2013, con 14°C, para un periodo de 24 horas.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.53: Valores de temperatura registrada para la estación A-02**

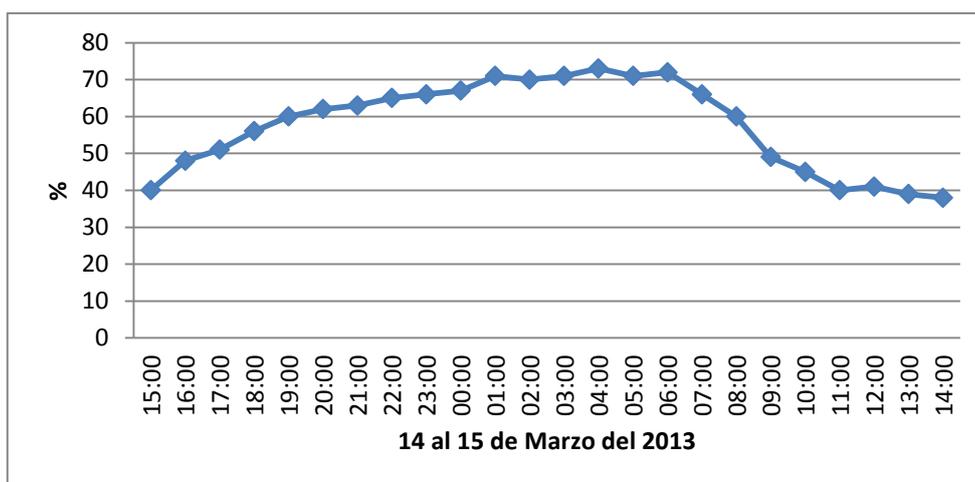


Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

- **Humedad**

En cuanto a la humedad relativa, la estación A-02, presenta el valor promedio de 57,7 % de humedad. El mayor valor se reporta el día 15/03/2013 a las 4:00 horas con 73% de humedad relativa, en tanto el valor mínimo se reportó a las 14:00 del día 15/03/2013 con 38% de humedad relativa.

**Gráfico 3.54: Valores de humedad registrada para la estación A-02**



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

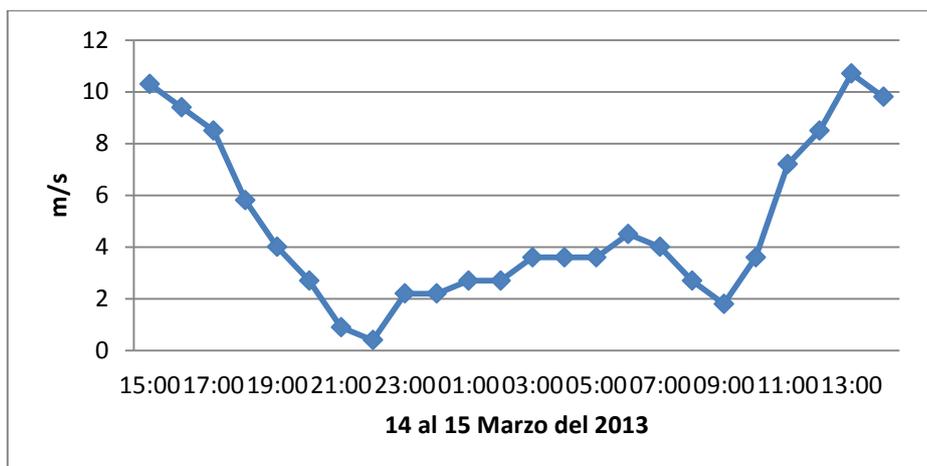


PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

• Velocidad y Dirección del Viento

La velocidad del viento en la estación A-02, presenta un valor promedio de 4,8 m/s siendo se denominación de brisa moderada o un viento fresco. El valor más alto que se registró fue a las 13:00 el 15/03/2013 con 10.7 m/s.

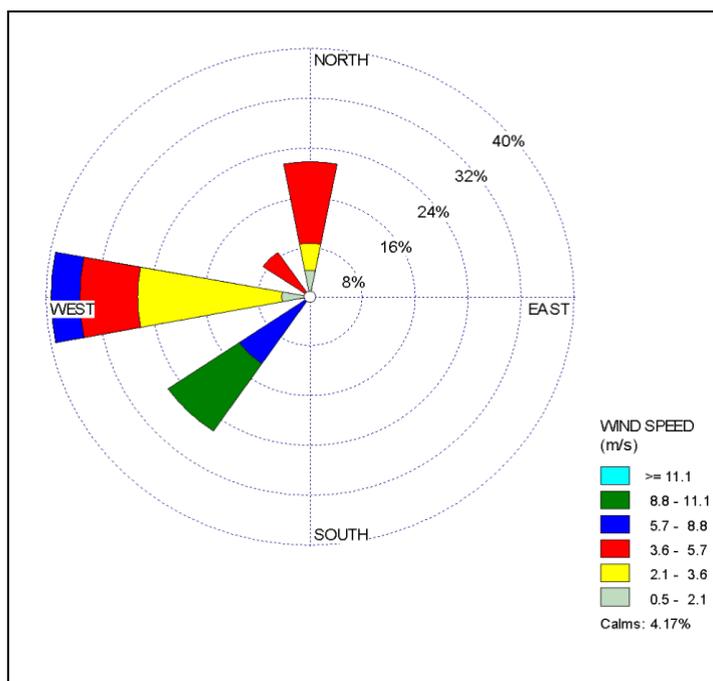
Gráfico 3.55: Valores de velocidad registrada para la estación A-02



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

De igual manera, la rosa de vientos para la estación A-02 es como sigue:

Gráfico 3.56: Rosa de Vientos en la estación A-02



Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

### 3.5.10 Radiaciones no ionizantes

#### 3.5.10.1 Metodología

Para la medición del campo electromagnético se deben tener en cuenta algunos factores importantes como: características del sitio, distancia a la fuente de radiación, las variables a medir, las unidades de medida, el tipo de medición; además, se debe estar familiarizado con las normas relacionadas con este tipo de mediciones. Igualmente se deben conocer los límites de exposición permitidos, contar con los instrumentos de medición requeridos y conocer el patrón de radiación de la fuente.

El método empleado es la Medición de Inmisión, que es la medición del campo electromagnético producto del aporte de múltiples fuentes de radiofrecuencia y que operan a distintas frecuencias; en este tipo de mediciones se utilizan equipos de banda ancha.

Para evaluar la exposición poblacional se realiza la medición de inmisión, ya que las personas están expuestas simultáneamente a muchas fuentes de radiación. En el estudio se empleó un medidor de campo electromagnético Gaussímetro Marca Extech modelo 480826.

Para la presente evaluación se ha tomado como referencia el “Protocolo de Medición de Campos Electromagnéticos (Líneas de Alta Tensión Eléctrica)”, el mismo recomendado en el “Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines” IEEE 644 (1994). A continuación se presenta una breve descripción de las consideraciones seguidas tomando en cuenta el protocolo.

Se recomienda que el gaussímetro empleado para medir los campos electromagnéticos (de acuerdo con el estándar E50081-1:1992), debe operar con las siguientes especificaciones:

- Temperatura de operación 0-50 °C
- Humedad máxima 90% (0°C- 35°C)

Para mediciones de campos magnéticos debajo de las líneas de transmisión y distribución, el gaussímetro se ubicó a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea y a las subestaciones eléctricas existentes.

#### 3.5.10.2 Estandar de referencia

El análisis de los resultados será comparado con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes según el D.S. N° 010-2005-PCM.

Se tomaron en cuenta las recomendaciones de la International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), que es el organismo internacional que investiga y



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

regula los límites de exposición a campos electromagnéticos, con expertos de diferentes partes del mundo y aprobado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En la siguiente tabla se muestra la estimación del valor ECA para la exposición a radiaciones no ionizantes para frecuencias de 60 hercios.

**Tabla 3.54: Valores referenciales para 60 hz**

Frecuencia "f" (Hz)		E (V/m)	H(A/m)	B (μT)
Limites ECA	60 Hz	250/f	4/f	5/f
Limites ICNIRP para exposición ocupacional		8.3	336	420
Limites ICNIRP para exposición del público en general (poblacional)		4.2	66.4	83

Fuente: "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Radiaciones no ionizantes" D.S. N° 010-2005-PCM, aplica a redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, Monitores de video. Comisión Internacional para la protección contra Radiaciones no Ionizantes ICNIRP

Donde:

- E: Intensidad de Campo Eléctrico, medida en Voltios/metro (V/m)
- H: Intensidad de Campo Magnético, medido en Amperio/metro (A/m)
- B: Inducción Magnética (μT)

**Tabla 3.55: Cálculo para el valor eca**

Intensidad de Campo Eléctrico	250/f	60 hercios=0.06 Kilohercios	Entonces 250/f resulta ser 250/0.06 = <b>4166.67 V/m</b>
Intensidad de Campo Magnético	4/f		Entonces 4/f resulta ser 4/0.06 = <b>66.67 A/m</b>
Densidad de Flujo Magnético	5/f		Entonces 5/f resulta ser 5/0.06 = <b>83.33 μT</b>

f= 60 hercios=0.06 Kiloherzio

### 3.5.10.3 Estaciones de muestreo

Se establecieron 03 estaciones para medir las radiaciones no ionizantes y que corresponde a los principales lugares del Área de Influencia del proyecto; en estos lugares se van a instalar los componentes propios del proyecto, los cuales podrían producir variaciones en los niveles actuales de RNI en el ambiente.

**Tabla 3.56: Estaciones de muestreo para radiación no ionizante**

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 - 18 S			Ubicación de referencia
	Norte	Este	Altitud m.s.n.m	
RNI-1	8209078	817302	1742	En la margen izquierda del río Sigúas, a 4 kms aprox. de la bocatoma a construirse



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 - 18 S			Ubicación de referencia
	Norte	Este	Altitud m.s.n.m	
RNI-2	8197148	815368	1762	A 2 km aprox. noroeste de la entrada de pampa Bayas
RNI-3	8190318	806392	1262	A 800 m aprox. al sur del puente Siguas

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### 3.5.10.4 Resultado y análisis

Los resultados obtenidos en la medición en campo se muestran en la siguiente tabla, en donde los niveles de RNI son nulos en todas las estaciones de muestreo.

**Tabla 3.57: Resultado de niveles de radiación no ionizante en las estaciones de muestreo**

Estación	mGauss	$\mu$ Tesla	ECA D.S Nº 010 – 2005 PCM ( $\mu$ T)
RNI-1	0.00	0.00	83.3
RNI-2	0.00	0.00	83.3
RNI-3	0.00	0.00	83.3

### 3.5.11 Ruido

#### 3.5.11.1 Metodología

Las mediciones de los parámetros acústicos, se realizaron mediante el uso de sonómetro de indicación digital de AEMC INSTRUMENTS, modelo CA832, el cual incluye los siguientes instrumentos:

- Micrófono pre-amplificador,
- Pantalla antiviento.

El muestreo de ruido se desarrolló sobre la base de los métodos y procedimientos descritos en las Norma Técnica Peruana (NTP-ISO 1996-1:2007) del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), los cuales son una adaptación de las Normas ISO 1996:1982 e ISO 1982-3:1987 “Descripción y Medición del Ruido Ambiental”. Mediante el empleo de estos criterios se cubrieron los aspectos técnicos de las mediciones realizadas. Estas normas son aplicables a sonidos generados por distintos tipos de fuentes, en forma individual o combinada, las cuales contribuyen al ruido total en un determinado lugar.

Se registraron los niveles de ruido en cada estación considerando los siguientes criterios:

- Se configuró el sonómetro para registrar niveles de ruido entre 30 dB y 130 dB con un nivel de respuesta lenta, basado en las regulaciones para el ruido ambiental;



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- Todas las mediciones se realizaron en exteriores y se empleó una pantalla antiviento con la finalidad de atenuar los sonidos producidos por efecto del viento. La medición se realizó a 1.5 m de altura sobre la superficie y se inclinó a 45 grados según las especificaciones técnicas de las normas mencionadas; y
- Ubicación y orientación apropiada del sonómetro hacia la potencial fuente de emisión.

**Tabla 3.58: Criterios de muestreo de ruido**

Parámetro	Posiciones	Descripción
Ruido	Mediciones externas	Para minimizar la influencia de reflexiones, las posiciones deben estar al menos a 3,5 m, de cualquier estructura reflectante, y si no se especifica otra cosa, entre 1,2 m y 1,5 m sobre el suelo.
	Mediciones externas cercanas a edificios	Si no se especifica otra cosa, las posiciones preferidas son de 1 m a 2 m de la fachada y a 1,2 a 1,5 m sobre el suelo.
	Mediciones al interior de los edificios	A menos que se especifique otra cosa, las posiciones preferidas son a lo menos 1 m de las paredes u otras superficies; 1,2 m a 1,5 m sobre el piso y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas.

Fuente: NCh 2502//1.n2000 Acústica - Descripción y medición de ruido ambiental-Parte 1: Magnitudes básicas y procedimientos - resumen (ISO 1996-1:1982 Acoustics - description and measurement of environmental noise Part 1: Basic quantities and procedures).

Nota: Sustento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido D. S. N° 085-2003-PCM

Los resultados fueron expresados en niveles de ruido equivalente Leq (dBA). Para ello se empleó el cálculo siguiente:

$$Leq = 10 \log [1/n * \sum 10^{Li/10}]$$

Dónde:

n = Número de intervalos iguales en que se ha dividido el tiempo de medición

Li = Nivel de presión Sonora

Leq = Nivel presión equivalente del sonido (dB)

### 3.5.11.2 Estandar de referencia

La normativa asociada al tema de ruido es el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobado según Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, la cual fue publicada el 30 de Octubre del 2003, en el diario oficial "El Peruano". Esta normativa establece las políticas nacionales para el manejo y gestión del control de ruido. Sin embargo, esta normativa no establece procedimientos de medición y evaluación, definiendo para estos efectos disposiciones transitorias en base a las normas ISO 1996 "Descripción y medición de ruido ambiental" conformado por los documentos técnicos siguientes:

- ISO 1996 (ISO/NTP 1996-1:2007 Acústica – Descripción, medición y valoración del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de valoración.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

- ISO 1996 - 2:2007 Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of environmental noise levels).

En base a estos antecedentes, la norma define los siguientes criterios de aceptación del ruido, los cuales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3.59: Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

Zonas de Aplicación	Valores expresados en $L_{aeqT}^*$
	Horario diurno Desde 07:01 h hasta las 22:00 h
Zona de protección especial	50
Zona residencial	60
Zona comercial	70
Zona industrial	80

(\*): Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Total

*Zona de protección especial:* Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfanatos.

*Zona residencial:* Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

*Zona comercial:* Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

*Zona Industrial:* Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM.

### 3.5.11.3 Estaciones de muestreo

Para este estudio se realizaron mediciones de Ruido a través del parámetro de Nivel Sonoro Equivalente en 10 puntos de evaluación seleccionados por su mayor sensibilidad, dentro del área evaluada.

En la siguiente tabla se muestran las estaciones de muestreo para los niveles de ruido ambiental en zonas de interés.

Tabla 3.60: Estaciones de muestreo para niveles de ruido

Punto de Muestreo	Este	Norte	Referencia
R-01	817302	8209078	En la margen izquierda del río Siguas
R-02	814805	8197471	A 2 km aprox al norte de la entrada de Pampa Bayas
R-03	809773	8193175	A 200 metros aprox de la plaza de Santa Isabel de Siguas
R-04	806853	8189805	A 3.5 metros aprox de la carretera panamericana



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Punto de Muestreo	Este	Norte	Referencia
R-05	805038	8188331	A 3 km aprox al sur de la plaza de San Juan de Sigúas
R-06	810879	8175739	En la carretera de acceso a 2 km aprox al norte de la plaza de santa Rita de Sigúas
R-07	187522	8177129	En un campo de cultivo a la derecha de la Panamericana (de S a N)
R-08	815118	8205992	En el centro poblado de Pitay
R - 09	805649	8184653	En la pampa de Sigúas, a 2.5 km aprox a la derecha de la panamericana (de N a S)
R - 10	815399	8202572	A 7 km aprox al norte de la entrada de Pampa Bayas

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### 3.5.11.4 Resultado y análisis

En la siguiente tabla, se muestran los niveles sonoros obtenidos en los puntos de medición de ruido ambiental. Los resultados son expresados en decibeles A (Db(A)) y comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido según D.S. N° 085-2003-PCM, para zona residencial.

**Tabla 3.61: Resultado de niveles de ruido en zonas de interés**

Estación	Nivel Sonoro Diurno		
	MÍNIMO	MÁXIMO	L <sub>Aeqt</sub>
R-01	56,83	58,89	58,0
R-02	35,17	48	45,2
R-03	33,98	42,75	40,3
R-04	44,69	82,63	79,6
R-05	36,98	42,05	40,2
R-06	33,67	57,88	54,9
R-07	42,75	65,9	62,9
R-08	41,72	43,9	42,9
R - 09	41,44	48,83	46,5
R - 10	35,03	45,43	42,8
<b>D.S N° 085-2003-PCM (Zona Residencial)</b>			<b>60 dB (A)</b>

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**3.5.12 Suelos**

**3.5.12.1 Generalidades**

La planificación del desarrollo del Proyecto Majes Siguas Etapa II, Fase 2, se sustenta en la capacidad productiva del potencial de sus recursos naturales y se relaciona directamente con las diversas actividades antrópicas así como con su infraestructura.

El presente capítulo contiene el estudio edafológico a nivel detallado su interpretación práctica en términos de su Aptitud Potencial (Clasificación de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor), con la finalidad de planificar la gestión integral de las tierras del Proyecto.

El estudio comprende los ámbitos edáficos del valle encajonado de los ríos Siguas y Vitor entre Lluclla y La Joya y la confluencia en donde se forma el río Quilca, una franja montañosa de influencia directa al canal de derivación a ambos márgenes del río Siguas, las pampas de irrigación, y una franja montañosa aguas arriba del canal principal. El trabajo es una interpretación práctica del contenido edáfico de la zona, que permite conocer la aptitud natural de las tierras, sus limitaciones por salinidad, su distribución, caracterización y lineamientos de uso y manejo. Asimismo, permitirá conocer los impactos ambientales que se originarían por las actividades de construcción y operación del proyecto sobre el medio, y los impactos del medio sobre el proyecto.

Los suelos ocupan porciones de la superficie terrestre y son definidos como cuerpos naturales, independientes, tridimensionales y dinámicos con características propias, producto de la acción de los diferentes factores y procesos edafogénicos de formación.

La información de los estudios de suelos con fines de irrigación realizados en el ámbito del Proyecto en diferentes niveles (escalas), desde 1956, ha sido contrastada con un trabajo de campo, que ha permitido reforzarla y actualizarla, así como levantar nueva información en áreas no estudiadas anteriormente. El estudio realizado comprende la descripción y clasificación en base a su morfología, interpretación de caracteres físico-químicos y biológicos, determinadas en el campo y en el laboratorio, de los diferentes horizontes de diagnóstico, superficiales y sub superficiales que lo conforman. Se ha usado los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual, 1993). La representación gráfica se realizó sobre un mapa a escala 1:25 000.

Los suelos identificados han sido clasificados y descritos como unidades taxonómicas al nivel categórico de "Serie de Suelos", para lo cual se utilizó el Sistema del Soil Taxonomy, 2006. Las unidades taxonómicas y/o áreas misceláneas se representan en un mapa mediante las unidades cartográficas, las que se establecen acorde con la regularidad y contraste de sus componentes en el campo en consociaciones y



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

asociaciones. La consociación es un ambiente geográfico, en el que predomina un único tipo de suelo, que cubre más del 80% de su superficie; la asociación se reconoce en un área determinada, cuando dos o más suelos cubren porcentajes significativos de su superficie.

En consecuencia, la descripción y clasificación indicada es plasmada en una **Unidad Taxonómica**, la cual es definida como un nivel de abstracción dentro de un sistema taxonómico. El Soil Taxonomy (2006) como sistema taxonómico empleado considera seis categorías o niveles de abstracción: orden, sub-orden, gran grupo, subgrupo, familia y serie.

Para llegar al nivel de abstracción de subgrupo se ha tenido que analizar la presencia de determinadas características de diagnóstico y el régimen de humedad y temperatura que presentan.

La abstracción de la unidad taxonómica no permite la representación de un suelo en un mapa. Esta es realizada mediante la **Unidad Cartográfica**, la cual es definida como el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos. Esta unidad está definida y nominada en función de sus componentes dominantes, los cuales pueden ser unidades taxonómicas, o áreas misceláneas o ambas aceptándose hasta 15% de inclusiones de unidades diferentes a la unidad principal.

El Soil Survey Manual (1993) establece cuatro unidades cartográficas: consociación, complejo, asociación y grupo indiferenciado. En el presente estudio se ha considerado la consociación de Series. La Consociación, es una unidad que tiene un componente en forma dominante el cual puede ser suelo o área miscelánea. Puede tener hasta 15% de inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas. (Ver **Anexo 3A-14**, Mapa de Suelos).

### 3.5.12.2 Características de diagnóstico

Estas comprenden a los denominados horizontes de diagnóstico, determinados en base a características cuantitativamente medibles, en los suelos. Dos son los tipos de horizontes de diagnóstico considerados en la Soil Taxonomy (2006): los epipedones y los horizontes de diagnóstico sub superficiales. Otras diferentes a estos también pueden ser observadas.

#### a. Epipedones

Es un horizonte que se forma en la superficie o cerca de él, constituye el horizonte A genético pero en algunos casos puede incluir parte del horizonte B. Está oscurecido por la materia orgánica o muestra evidencia de eluviación o ambas.

En los suelos de la zona se han reconocido el siguiente epipedón:



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- **Epipedón ócrico:** Presenta como características: espesor menor de 18 cm.; color croma y valor mayor de 3 en húmedo y mayor de 5 en seco y es masivo y duro cuando el suelo se seca.

**b. Horizonte sub superficial de diagnóstico**

Se forman debajo de la superficie del suelo aunque pueden estar en la superficie para el caso de suelos truncados, se le considera, en muchos casos. En los suelos de la zona se ha reconocido los siguientes horizontes:

- **Horizonte Gypsico** Es un horizonte iluvial en el cual el yeso secundario se ha acumulado significativamente, es de 15 cm o más; o es cementado en menos de 10 cm. Tiene 5% o más de yeso.
- **Horizonte Petrogypsico** Es un horizonte iluvial de 10 cm o más, en el cual el yeso secundario se ha acumulado significativamente, al grado de ser cementado o indurado.
- **Horizonte Sáfico** Es un horizonte de acumulación de sales que son más solubles que el yeso en agua fría.

**c. Otras características de diagnóstico**

Son características que sin estar dentro de un espesor determinado constituyen factores a considerar para clasificar un suelo dentro de la Soil Taxonomy (2006). Características que se han observado son: contacto paralítico.

- **Contacto paralítico:** Se refiere al límite entre el suelo y material de fragmentos de roca en porcentajes que pueden limitar la profundidad del suelo, generalmente más de 50-60%, en volumen.

**d. Regímenes de Temperatura**

Para diferenciarlos se considera aquella temperatura que existe a 50 cm de profundidad. El Soil Taxonomy (2006) considera cinco regímenes de temperatura: cryico, frígido, méxico, térmico e hipertérmico. Si la temperatura media de invierno y de verano difieren por menos de 6°C a 50 cm de profundidad o hasta un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que esté más superficial; a los regímenes frígido, méxico, térmico e hipertérmico se les adiciona el prefijo "iso". Los suelos de la zona presentan régimen isohypertérmico.

- **Hipertérmico.**--La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 22 °C y la diferencia entre la temperatura media del suelo del verano y del invierno es mayor de 6 °C a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que esté más superficial.
- **Isohipertérmico.**--La temperatura media anual del suelo es 22 °C o mayor.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**e. Regímenes de Humedad**

Se refiere a la presencia o ausencia de agua, a una tensión menor de 1500 KPa, en el suelo o en horizontes específicos, durante ciertos períodos del año. El Soil Taxonomy (2006) considera cinco regímenes de humedad: áquico, árido, údico, ústico y xérico.

Los regímenes de humedad son determinados en la llamada sección control de humedad, la cual se localiza a 10 - 30 cm. por debajo de la superficie del suelo para suelos de textura fina; a 20 - 60 cm. para suelos de textura media y 30 - 90 cm. para suelos de textura gruesa.

Los suelos de la zona presentan régimen árido o tórrico: término utilizado para el mismo régimen de humedad.

- **Régimen árido (tórrico):** Normalmente este régimen es propio de áreas de clima árido y presenta lo siguiente:

En la sección control de humedad, está seca en todos sus horizontes en más de la mitad de los días acumulados al año cuando la temperatura está por encima de los 5° C, a 50 cm de profundidad y está húmedo, en algún o todos los horizontes por menos de 90 días consecutivos, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm, es superior a los 8° C.

### **3.5.13 Descripción de las Unidades de Suelo**

En esta sección se identifican y describen las unidades taxonómicas, así como las unidades cartográficas delimitadas en el mapa de suelos. Desde el punto de vista de manejo y uso de las tierras, las unidades taxonómicas se han dividido en fases por pendiente y profundidad.

Para una mejor delimitación de las unidades cartográficas ha sido necesario emplear fases.

**a) Por pendiente:**

La pendiente se refiere al grado de inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal. Está expresada en porcentaje, es decir, la altura en metros por cada 100 metros horizontales. Que se establece sobre bases prácticas, relacionadas con ciertas características importantes del suelo, como por ejemplo la profundidad, textura, gravosidad, que inciden en el uso y manejo del suelo.

Para los fines del estudio del Proyecto Majes Siguas Etapa II, Fase 2, se ha determinado ocho (08) rangos de pendiente, los cuales se indican en la tabla siguiente:



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.62: Pendientes**

Clase	Rango (%)	Término Descriptivo
A	0 - 2	Plana casi a nivel
B	2 - 4	Ligeramente inclinada
C	4 - 8	Moderadamente inclinada
D	8 - 15	Fuertemente inclinada
E	15 - 25	Moderadamente empinada
F	25 - 50	Empinada
G	50 - 75	Muy Empinada
H	Mayor a 75	Extremadamente empinada

Fuente: Soil Survey Manual (1993)

**b) Por Andenería:**

- Determinada por la presencia de andenes en cualquier estado de conservación. Los andenes son considerados por el Ministerio de Cultura, como restos arqueológicos. Símbolo (a)
- De acuerdo al Soil Survey Manual 1993, para los fines del estudio del Proyecto Especial Majes Siguas Etapa II, Fase 2, se ha identificado andenes en la cuenca alta del río Siguas que han sido mapeados asociados a suelos de origen sedimentario o Intrusivo.

**c) Por profundidad:**

- Determinada por la superficialidad de los suelos, menor de 25 cm.
- De acuerdo al Soil Survey Manual 1993, para los fines del estudio del Proyecto Majes- Siguas Etapa II, Fase 2, se ha determinado cinco (05) rangos de profundidad, los cuales se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 3.63: Profundidad efectiva**

PROFUNDIDAD EFECTIVA	
TERMINO DESCRIPTIVO	RANGO (cm)
Muy superficial	< de 25
Superficial	25 - 50
Moderadamente Profundo	50 – 100
profundo	100 – 150
Muy profundo	> de 150

Fuente: Soil Survey Manual (1993)

En el área de estudio de suelos del Proyecto Majes Siguas Etapa II, Fase 2, se han identificado veintitrés (23) unidades de suelos correspondientes a ocho (08) subgrupos. La clasificación de los suelos es presentada en el Tabla siguiente.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Tabla 3.64: Clasificación Natural de los Suelos Majes-Siguas II. Soil Taxonomy (2006)

SOIL TAXONOMY 2006			FAO 2006	Series de Suelos
ORDEN	SOBORDEN	SUBGRUPO	Grupo	
Entisols	Fluvents	TypicTorrifluvents	Fluvisoles áridicos	Cauce (Ca), Cauce irrigado (Ca(r)), Vítor (Vi)
		DuricTorrifluvents	Fluvisoles gipsicos	Ruta Quilca (RQ)
	Orthents	TypicTorriorthents	Regosoles áridicos	Huico (Hc), Embalse (Eb), Majes (Ma), Pampa Alta (PA), Huasamayo (Hu)
		LithicTorriorthents	Regosoles Lépticos	Pampa Alta (superficial) (PA(s)), Cararcharma (Cr), Toma (To) y Pitay (Pi)
	Psamments	TypicTorripsamments	Arenosoles áridicos	Gonzales (Go), Santa Rita (SR), Siguas (Si), Desierto (De), Dunas (Du), Quilca (Qc)
	Aridisols	Salids	Typic Aquisalids	Gleisoles áridicos
Duric Haplosalids			Durisoles Lépticos áridicos	Alto Siguas (AS), Yesosa (Ye)
Gypsic Haplosalids			Gipsisoles áridicos	Borde de Quebrada (BQ)
<b>Elaboración:</b> Pacific PIR S.A.C.				

Las unidades de suelos, definidos al nivel categórico de subgrupo, son delimitados en el mapa de suelos por las unidades cartográficas: Consociación y Asociaciones lo cual se puede visualizar en la Tabla siguiente.

Tabla 3.65: Clasificación Natural de los Suelos del Proyecto Majes-Siguas Etapa II, Fase 2

Suelo	Símbolo	Proporción (%)	Fase		Superficie	
			Pendiente	Otro	Ha	%
<b>Consociaciones</b>						
Cauce	Ca	100	A		488.8	0.47
			B		1562.2	1.51
			D		14.1	0.01
Cauce irrigado	Ca (r)		A	r	65.7	0.06
			B	r	652.4	0.63
			C	r	153.4	0.15
Vítor	Vi		A		3186.1	3.07
Ruta Quilca	RQ		A		3021.7	2.92
			B		682.8	0.66
			C		139.5	0.13
Majes	Ma	B		504.8	0.49	
Pampa Alta	PA	B	s	97.5	0.09	
		C	s	114.6	0.11	
		D		6289.1	6.07	

PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Suelo	Símbolo	Proporción (%)	Fase		Superficie	
			Pendiente	Otro	Ha	%
			E		1047.6	1.01
			F		406.1	0.39
			G		1767.3	1.70
Siguas	Si		B		69.3	0.07
Santa Rita	SR		A		6245.0	6.02
			C		2502.0	2.41
Yesosa	Ye		A		98.9	0.10
Desierto	De		B		2177.7	2.10
			C		17165.5	16.56
			C		689.1	0.67
Alto Siguas	AS		D		4.7	0.01
			E		19906.5	19.20
			F		2671.8	2.58
Dunas	Du		D		1772.9	1.71
Borde Quebrada	BQ		B		137.8	0.13
			C		10572.9	10.20
Caracharma	Cr		D		1421.9	1.37
			E		1820.7	1.76
Huico	Hc		B		114.7	0.11
			C		247.7	0.24
			D		67.0	0.06
Embalse	Eb		B		169.5	0.16
			C		168.4	0.16
			D		168.8	0.16
Áreas Misceláneas	AM		E		3625.4	3.50
			F		270.5	0.26
			H		5986.7	5.78
<b>Asociaciones</b>						
Gonzales-Dunas	Go-Du	60-40	C		500.2	0.48
			D		630.2	0.61
Caracharma-Pitay	Cr-Pi	70-30	E	a	77.1	0.07
Toma-Afloramientos Líticos	To-MR		D		7.1	0.01
Caracharma-Afloramientos Líticos	Cr-MR		E		1742.0	1.68
Afloramientos Líticos-Caracharma	MR-Cr		F		131.9	0.13
			E		213.1	0.21
Afloramientos Líticos-Huasamayo	MR-Hu		F		155.9	0.15
			G		622.2	0.60
			H		134.8	0.13
Afloramientos Líticos-Pitay	MR-Pi		E	a	81.5	0.08

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Suelo	Símbolo	Proporción (%)	Fase		Superficie	
			Pendiente	Otro	Ha	%
<b>OTRAS UNIDADES</b>						
Centros Poblados					215.0	0.21
Otras instalaciones (Granjas)					173.8	0.17
Lecho de río					701.6	0.68
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>					<b>103655.5</b>	<b>100</b>

**Elaboración:** Pacific Pir. S.A.C.A continuación, se describe la Clasificación Natural de los suelos identificados en el área del proyecto. (Ver **Anexo3A-14**, Mapa de Suelos).

### 3.5.13.1.1 Consociaciones

#### A) Consociación Cauce (Ca)

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la unidad de suelos: Cauce (Ca). Se encuentran ocupando superficies de origen aluvial reciente en el sub Paisaje Valle estrecho (quebrada y planicie estructural), con pendientes de 2 a 15%. Se encuentran distribuidas ampliamente en el área del proyecto: Pampas de Majes y Sigúas. Cubre una superficie de 2065.1 ha., equivalente al 1.99 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%) Ca/B
- Moderadamente inclinada (4 – 8%) Ca/C
- Fuertemente inclinada (8 – 15%) Ca/D

A continuación, se describe las características edáficas de la Unidad de Suelos dominante, las cuales se pueden visualizar en el **Anexo 3F: Perfiles Modales**.

#### - Serie de Suelos: Cauce (Typic Torrifluvents)

##### i. Características Generales

Agrupación de suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos aluviales recientes que se superponen a estratos gravo esqueléticos (canto rodado), de litología diversa proveniente desde las partes de la zona de estudio, generalmente proveniente de rocas ígneas y volcánicas.

##### ii. Características Físico – Morfológicas

Son suelos estratificados, con un contenido elevado de grava fina a gruesas, sub redondeadas a redondeadas (canto rodado), moderadamente profundos, limitada en su profundidad por un estrato gravoso esquelético; son suelos de perfil tipo ACr; con epipedónócrico; de textura moderadamente gruesa (franco arenoso a arenosa), con presencia de gravas con un contenido variable, generalmente alrededor de 30% o mayor; de color pardo muy pálido. El drenaje natural es bueno.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### iii. Características Químicas y Fertilidad

Sus características químicas están expresadas por una reacción moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y muy altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja.

### iv. Aptitud Agronómica

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, textura gruesa y presencia de un contenido elevado de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros. Se puede apreciar las áreas cultivadas del río Siguas, terrazas controladas, con riego permanente, pertenecen a estos suelos.

### B) Consociación Cauce Irrigado Ca (r)

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la unidad de suelos: Cauce irrigado Ca (r). Se encuentran ocupando superficies de origen aluvial reciente en el subpaisaje Valle Amplio (Terrazas), con pendientes de 0 a 8%. Se encuentran distribuidas ampliamente en el área del proyecto: Pampas de Majes y Siguas. Cubre una superficie de 871, ha., equivalente al 0.84% del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Plano a casi a nivel (0 – 2%) Ca (r)/A
- Ligeramente inclinada (2 – 4%) Ca (r)/B
- Moderadamente inclinada (4 – 8%) Ca (r)/C

A continuación, se describe las características edáficas de la Unidad de Suelos dominante.

#### - Serie de Suelos: Cauce Irrigado (TypicTorrifluvents)

##### i. Características Generales

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos fluviales recientes que se sobreponen a estratos gravo esqueléticos (canto rodado), de litología diversa proveniente desde las partes altas de la zona de estudio, generalmente proveniente de rocas ígneas y volcánicas. Se distribuyen en terraza fluvial baja inundable, no inundables y terrazas medias, con un relieve topográfico casi a nivel o plano a moderadamente inclinada (0-8%) y con acumulación de material gravo-casajoso redondeado en una proporción mayor de 50%.

##### ii. Características Físico – Morfológicas



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Son suelos estratificados, con un contenido elevado de grava fina a gruesas, subredondeadas a redondeadas (canto rodado), moderadamente profundos, limitada en su profundidad por un estrato gravoso esquelético; son suelos de perfil tipo ACr; con epipedónocrico; de textura moderadamente gruesa (franco arenoso a arenosa), con presencia de gravas con un contenido variable, generalmente alrededor de 30% o mayor; de color pardo muy pálido. El drenaje natural es bueno.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción ligeramente alcalina pH 7,55, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica 1,51 % y a los niveles bajos de fósforo 6,0 ppm y medios de potasio disponibles 231 ppm, determinan una fertilidad natural media a baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, textura gruesa y presencia de un contenido elevado de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros. Se puede apreciar las áreas cultivadas del río Sigüas y Vítor, terrazas controladas, con riego permanente, pertenecen a estos suelos.

**C) Consociación Vítor (Vi)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la unidad de suelos: Vítor (Vi). Se encuentran ocupando superficies de las Planicies aluviónicas del Pleistoceno, con pendientes de 2%. Se encuentran distribuidas en el sector Norte de la localidad de Santa Rita de Sigüas. Cubre una superficie de 3186.1 ha., equivalente al 3.07 % del área evaluada.

Presenta la siguiente fase de pendiente:

- Plana casi a nivel (0 – 2%) Vi/A

A continuación, se describe las características edáficas de la Unidad de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Vítor (Typic Torrifluvents)**

**i. Características Generales**

Agrupación de suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos aluviales con presencia de gravas (canto rodado), de litología diversa proveniente desde las partes de la zona de estudio, generalmente proveniente de rocas ígneas y volcánicas. Asimismo, se



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

aprecia la cobertura arenosa producto de los severos procesos de erosión eólica en la zona.

### ii. Características Físico – Morfológicas

Son suelos estratificados, con un contenido elevado de grava fina a gruesas, sub redondeadas a redondeadas (canto rodado), moderadamente profundos; son suelos de perfil tipo CCr; con epipedonótrico; de textura gruesa (Arena franca sobre arena), con presencia de gravas con un contenido variable, generalmente alrededor de 30% o mayor; de color amarillo rojizo sobre pardo pálido. El drenaje natural es bueno.

### iii. Características Químicas y Fertilidad

Sus características químicas están expresadas por una reacción moderadamente alcalina, con una saturación de bases al 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y muy altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja. Presencia de sales de 3.34 a 4.65 ds/cm.

### iv. Aptitud Agronómica

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, presencia de sales, textura gruesa y presencia de un contenido elevado de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

## D) Consociación Ruta Quilca (RQ)

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la unidad de suelos: Ruta Quilca (RQ). Se encuentran ocupando superficies de los Valles estrechos (planicies Estructurales), con pendientes de 2 a 8%. Se encuentran distribuidas en el sector Norte y Sur de la localidad de Santa Rita de Sigúas. Cubre una superficie de 3844.0 ha., equivalente al 3.71 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- |                           |          |      |
|---------------------------|----------|------|
| ➤ Plana casi a nivel      | (0 – 2%) | RQ/A |
| ➤ Ligeramente inclinada   | (2 – 4%) | RQ/B |
| ➤ Moderadamente inclinada |          | RQ/C |

A continuación, se describe las características edáficas de la Unidad de Suelos dominante.

## - Serie de Suelos: Ruta Quilca (Duric Torrifluvents)

### i. Características Generales



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Agrupación de suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos aluviales, con presencia de gravas finas y medias (canto rodado), de litología diversa proveniente desde las partes de la zona de estudio, de rocas ígneas y volcánicas. Asimismo se aprecia la cobertura arenosa producto de los severos procesos de erosión eólica en la zona.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos estratificados, con un contenido elevado de grava fina a media, sub redondeadas a redondeadas, moderadamente profundos que descansan sobre un material gravoso esquelético; son suelos de perfil tipo CCr, compactados por la presencia de sales; con epipedónócrico; de textura gruesa (Arena), con presencia de gravas con un contenido variable, generalmente alrededor de 20% o mayor; de color amarillo rojizo, que descansa sobre un estrato gravo esquelético. El drenaje natural es bueno.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y muy altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja. Presencia de sales de 2.97 a 2.06 ds/cm.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, presencia de sales, textura gruesa y presencia de un contenido elevado de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

**E) Consociación Majes (Ma)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Majes (Ma). Se encuentran ocupando Planicies Marinas con influencia aluvionicas recientes y antiguas, ligeramente inclinadas con pendientes de 2 a 4%. Se encuentran distribuidas ampliamente en la zona central de Sigwas, actualmente son tierras en producción e irrigadas. Cubre una superficie de 504.8 ha., equivalente al 0.49 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%) Ma/B

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Majes (TypicTorriorthents)**

**i. Características Generales**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos aluviales, con presencia de gravas finas, medias y gruesas (canto rodado) en todo el perfil, proveniente desde las partes de la zona de estudio, de litología diversa: rocas ígneas y volcánicas, asimismo se encuentra cubierto con arena producto de la erosión eólica actual.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos estratificados, con un contenido elevado de grava fina a media, sub redondeadas a redondeadas que varían con la profundidad de 50% a mayores contenidos; moderadamente profundos que descansan sobre un material gravoso esquelético; son suelos de perfil tipo CCr; con epipedónócrico; de textura gruesa (Arena Franca); de color amarillo rojizo, que descansa sobre un estrato gravo esquelético. El drenaje natural es bueno.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción ligera a moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y muy altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su fuerte alcalinidad, textura gruesa y presencia de un contenido elevado de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

**F) Consociación Pampa Alta (Pa)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Majes (Ma). Se encuentran ocupando Conos de Derrubio, ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas con pendientes de 2 a 15% y en Planicies Marinas con influencia aluvionicas recientes y antiguas, así como en Colinas del Pleistoceno Conglomeradicas, fuertemente inclinadas a empinadas, con pendientes de 8 a 75%. Se encuentran distribuidas ampliamente en la zona central de la Pampa de Sigüas y en las partes medias y altas de las planicies coluvionicas, actualmente son tierras en producción e irrigadas hasta 15% de pendiente. Cubre una superficie de 9722.2 ha., equivalente al 9,37 % del área evaluada.

Presenta dos fases:

**Por pendiente:**

- |                         |           |      |
|-------------------------|-----------|------|
| ➤ fuertemente inclinada | (8 - 15%) | PA/E |
|-------------------------|-----------|------|



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ moderadamente empinada	(15 - 25%)	PA /E
➤ empinadas	(25 - 50%)	PA /F
➤ muy empinadas	(50 - 75%)	PA /G

**Por profundidad:**

Superficial (15 cm de profundidad), en Pampa Alta superficial y Colinas del Pleistoceno Conglomeradicas (PA (s)).

➤ Ligeramente inclinada	(2 – 4%)	PA(s)/B
➤ Moderadamente inclinada		PA(s)/C
➤ fuertemente inclinada	(8 - 15%)	PA(s)/D
➤ moderadamente empinada	(15 - 25%)	PA(s) /E
➤ empinadas	(25 - 50%)	PA(s) /F
➤ muy empinadas	(50 - 75%)	PA(s) /G

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Pampa Alta (Typic Torriorthents)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos aluviales antiguos, con presencia de gravas finas, medias y gruesas (canto rodado) en todo el perfil, proveniente desde las partes de la zona de estudio, de litología diversa: rocas ígneas y volcánicas, asimismo se encuentra cubierto con arena producto de la erosión eólica actual.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos estratificados, con un contenido elevado de grava fina, media y gruesa, sub redondeadas a redondeadas en el perfil como en su superficie, varían con la profundidad de 50% a mayores contenidos; moderadamente profundos que descansan sobre un material gravoso esquelético; son suelos de perfil tipo CCr; con epipedónócrico; de textura gruesa (franco arenoso a Arena); de color amarillo rojizo, que descansa sobre un estrato gravo esquelético. El drenaje natural es bueno.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción ligera a moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y muy altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja.

**iv. Aptitud Agronómica**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su fuerte alcalinidad, textura gruesa y presencia de un contenido elevado de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

### **G) Consociación Siguas (Si)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Siguas (Si). Se encuentran ocupando superficies de origen aluvial reciente, conformado por Valle estrecho (Planicies Estructurales) de 2 a 4%, cubiertas por arenas eólicas. Se encuentran distribuidas en el sector noroeste de las Pampas de Siguas, asociados con los suelos: Santa Rita y Gonzales. Cubre una superficie de 69.3 ha., equivalente al 0,07% del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

#### **- Serie de Suelos: Siguas (Typic Torripsamments)**

##### **i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de depósitos aluviales recientes con influencia de depósitos eólicos que se superponen, presentan superficialmente pocas gravas.

##### **ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos arenosos, con un contenido de grava fina en 10%, profundos, son suelos de perfil tipo CCr; con epipedónocrico; de textura gruesa (arenosa), con presencia de gravas finas a medias con un contenido variable, generalmente de 10% a 30% o mayor; de color pardo muy pálido a gris claro. El drenaje natural es algo excesivo.

##### **iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción ligera a moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural baja.

##### **iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, textura gruesa y presencia de poco contenido de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros. No presenta vegetación natural.

#### H) Consociación Santa Rita (SR)

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Santa Rita (SR). Se encuentran ocupando Planicies de Origen Eólico, planas a moderadamente inclinadas, con pendientes de 2 a 8%. Se encuentran distribuidas en la zona noreste de la localidad de Santa Rita de Siguas. Cubre una superficie de 8747.0 ha., equivalente al 8.43 % del área evaluada.

Presenta la siguiente fase de pendiente:

- |                           |          |      |
|---------------------------|----------|------|
| ➤ Plano                   | (0 – 2%) | SR/A |
| ➤ Moderadamente inclinada | (4 – 8%) | SR/C |

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

#### - Serie de Suelos: Santa Rita (Typic Torripsamments)

##### i. Características Generales

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de material eólico depositado sobre material aluvial más antiguo, proveniente del proceso eólico actualmente activo, asimismo se puede apreciar material aluviónico reciente depositado sobre arenas eólicas de épocas anteriores. En algunos sectores se aprecia la presencia de dunas aisladas.

##### ii. Características Físico – Morfológicas

Son suelos arenosos estratificados que sobre yace a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo pedregoso aluviónico antiguo; moderadamente profundos; son suelos de perfil tipo C2Cr; con epipedón ócrico; de textura gruesa (Arena); de color pardo muy pálido. El drenaje natural es bueno a algo excesivo.

##### iii. Características Químicas y Fertilidad

Sus características químicas están expresadas por una reacción moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural baja.

##### iv. Aptitud Agronómica

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su fuerte alcalinidad y su textura gruesa, se requiere inversión en el desarrollo de las tierras, mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

teniendo en cuenta la textura de los suelos y la demanda de los cultivos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

### I) Consociación Yesosa (Ye)

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Yesosa (Ye). Se encuentran ocupando Planicies Marinas con influencia aluvionicas recientes y antiguas - Planas a inclinadas, algunos sectores planicies de influencia marina. Su relieve es variado: superficies planas a superficies onduladas, con pendientes variables de 0 a 2%. Se encuentran distribuidas en la zona Sur y Norte de Siguas. Cubre una superficie de 98.9 ha., equivalente al 0,1% del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Plana a casi a nivel (0 – 2%) Ye/A

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

#### - Serie de Suelos: Yesosa (Ye) (Duric Haplosalids)

##### i. Características Generales

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de una secuencia de material aluvional Planicies Marinas con influencia aluvionicas recientes y antiguas- Planas a inclinadas; presenta una capa cementada, dura salina enriquecida con yeso, que sobreyace a un material gravo arenoso.

##### ii. Características Físico – Morfológicas

Son suelos arenosos compactos duros muy salinos que sobreyacen a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo arenoso aluviónico; moderadamente profundos; son suelos de perfil tipo CzmCr; con epipedón ócrico; de textura gruesa (arena); de color pardo muy pálido. El drenaje natural es bueno a algo excesivo.

##### iii. Características Químicas y Fertilidad

Sus características químicas están expresadas por un contenido de sales muy elevado en sus primeros horizontes mayores a 23 ds/cm, disminuyendo con la profundidad. Su reacción es neutra, en otros sectores moderadamente alcalinos, la saturación de bases es de 100%, los niveles de materia orgánica es muy bajo, fósforo disponible generalmente bajo y potasio disponible muy alto, determinan una fertilidad natural baja.

##### iv. Aptitud Agronómica

Estos suelos presentan severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de sales y una capa compacta dura muy salina. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

tierras, lavado de sales, construcción de drenes, mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

### **J) Consociación Desierto (De)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de Suelos: Desierto (De). Se encuentran ocupando superficies de Valle estrecho (Planicies Estructurales), con pendientes planas de 2 a 8%, cubiertas por depósitos de arenas eólicas. Se encuentran distribuidas en el sector nor central de las Pampas de Siguas, asociados con los suelos: Santa Rita y Gonzales. Cubre una superficie de 19343.2 ha., equivalente al 18.66 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%)
- Ligeramente inclinada (4 – 8%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

#### **- Serie de Suelos: Desierto (Typic Torripsamments)**

##### **i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, profundo, originado a partir de depósitos aluviales recientes (cauces y torrenteras) con influencia dominante de depósitos eólicos que se superponen, presentan superficialmente gravas fina y media sub angulares y redondeados.

##### **ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos arenosos, con un contenido de grava fina en 10%, profundos, son suelos de perfil tipo C; con epipedón ócrico; de textura gruesa (arenosa), con presencia de gravas finas a medias con un contenido variable, generalmente de 5% a 30% o mayor; de color pardo amarillento claro a gris claro. El drenaje natural es algo excesivo.

##### **iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción ligera a moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural baja.

##### **iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, textura gruesa y presencia de poco contenido de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros. No presenta vegetación natural.

### **K) Consociación Alto Siguas (AS)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Santa Rita (SR). Se encuentran ocupando planicies marinas de origen muy antiguo con inclusiones de material aluviónico del pleistoceno, en algunos casos cubierto por material eólico, zona de influencia marina por las brisas marinas muy húmedas (“camanchacas”). Su relieve es variado se presenta desde superficies planas a superficies empinadas, sobre ambientes ondulados ó disectados, con pendientes variables de 2 a 50%. Se encuentran distribuidas en la zona Sur de las Pampas de Majes y Siguas. Cubre una superficie de 23272.1 Ha., equivalente al 22.46 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Plano (0 – 2%)
- Ligeramente inclinada (2 – 4%)
- Moderadamente inclinada (4 – 8%)
- Fuertemente inclinada (8 – 15%)
- Moderadamente empinada (15 – 25%)
- Empinada (25 – 50%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

#### **- Serie de Suelos: Alto Siguas (AS) (Duric Haplosalids)**

##### **i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de una secuencia de material marino con influencia de material aluvional, a algunos sectores cubiertos por material eólico, (calicata inferior), se puede apreciar la secuencia del material de influencia marina, con un estrato inicial compacto y duro superficial. Actualmente es una zona de extracción de diatomitas.

##### **ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos arenosos estratificados que sobreyace a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo pedregoso aluviónico antiguo; moderadamente profundos; son suelos de perfil tipo CzmCr; con epipedón ócrico; de textura gruesa (Arena); de color pardo muy pálido. El drenaje natural es bueno a algo excesivo.

##### **iii. Características Químicas y Fertilidad**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Sus características químicas están expresadas por un contenido de sales muy elevado en sus primeros horizontes mayores a 23 ds/cm, disminuyendo con la profundidad. Su reacción es neutra, en otros sectores moderadamente alcalinos, la saturación de bases es de 100%, los niveles de materia orgánica es muy bajo, fósforo disponible generalmente bajo y potasio disponible muy alto, determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de sales y una capa compacta dura muy salina. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las tierras, lavado de sales, construcción de drenes, mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

**L) Consociación Dunas (Du)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de Suelos: Dunas (Du). Se han formado a partir de materiales eólicos, arenas, depositados sobre formas de tierra de conos de deyección, depósitos aluviales, base de laderas de colinas o montañas con pendiente fuertemente inclinada (8 – 15%). Se encuentran distribuidas en el sector nor central de las Pampas de Siguas y asociados con el suelo Gonzales y el misceláneo Afloramientos Líticos. Cubre una superficie de 1772.9 Ha., equivalente al 1,71 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Fuertemente inclinada (8 – 15%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Dunas (Typic Torripsamments)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, profundo, originado a partir de depósitos materiales eólicos que se superponen en las planicies y áreas inclinadas.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos arenosos, con un contenido de grava fina en 10%, profundos, son suelos de perfil tipo C; con epipedón ócrico; de textura gruesa (arenosa), con presencia de gravas finas a medias con un contenido variable, generalmente de 5% a 30% o mayor; de color pardo amarillento claro a gris claro. El drenaje natural es excesivo y muy permeable.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Sus características químicas están expresadas por una reacción ligera a moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y altos de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su alcalinidad, textura gruesa y presencia de poco contenido de gravas, en los que se requiere fuerte inversión, trabajos de mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos, incorporación de materia orgánica, entre otros. No presenta vegetación natural.

**M) Consociación Borde Quebrada (BQ)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Borde Quebrada (BQ). Se encuentran ocupando planicies aluviónicas del Pleistoceno, y en algunos sectores planicies de influencia marina. Su relieve topográfico muestra superficies ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, con pendientes variables de 2 a 8%. Se encuentran distribuidas en la zona central de las Pampas de Siguas. Cubre una superficie de 10710,7 Ha., equivalente al 10.33 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%)
- Moderadamente inclinada (4 – 8%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Borde Quebrada (BQ) (Gypsic Haplosalids)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de una secuencia de material aluvional del Pleistoceno, presenta una capa cementada, dura salina, que sobreyace a un material gravo arenoso.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos franco arenosos compactos duros salinos que sobreyacen a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo arenoso aluviónico; superficiales; son suelos de perfil tipo CzmCr; con epipedónocrico; de color rosado sobre blanco. El drenaje natural es imperfecto.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Sus características químicas están expresadas por un contenido de sales que se incrementa con la profundidad de 3 a 17.44 ds/cm, en algunas áreas es más elevada. Su reacción es ligeramente alcalina, a veces presenta altos contenidos de carbonatos, la saturación de bases es de 100%, el contenido de materia orgánica es muy bajo, fósforo disponible generalmente bajo y potasio disponible muy alto, determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos topográficamente no tienen restricciones para la mecanización agrícola; internamente presenta severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de sales y una capa compacta dura salina. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las tierras, lavado de sales, construcción de drenes, mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

**N) Consociación Caracharma (Cr)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Caracharma (Cr). Se encuentran ocupando planicies aluviónicas del Pleistoceno, y en algunos sectores planicies de influencia marina. Su relieve topográfico muestra superficies ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, con pendientes variables de 2 a 8%. Se encuentran distribuidas en la zona central de las Pampas de Siguas. Cubre una superficie de 3242.6 Ha., equivalente al 3.13 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%)
- Moderadamente inclinada (4 – 8%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Caracharma (Cr) (Gypsic Haplosalids)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de una secuencia de material aluvional del Pleistoceno, presenta una capa cementada, dura salina, que sobreyace a un material gravo arenoso.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos franco arenosos compactos duros salinos que sobreyacen a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo arenoso aluviónico; superficiales; son suelos de perfil tipo



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

CzmCr; con epipedón ócrico; de color rosado sobre blanco. El drenaje natural es imperfecto.

### iii. Características Químicas y Fertilidad

Sus características químicas están expresadas por un contenido de sales que se incrementa con la profundidad de 3 a 17.44 ds/cm, en algunas áreas es más elevada. Su reacción es ligeramente alcalina, a veces presenta altos contenidos de carbonatos, la saturación de bases es de 100%, el contenido de materia orgánica es muy bajo, fósforo disponible generalmente bajo y potasio disponible muy alto, determinan una fertilidad natural baja.

### iv. Aptitud Agronómica

Estos suelos topográficamente no tienen restricciones para la mecanización agrícola; internamente presenta severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de sales y una capa compacta dura salina. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las tierras, lavado de sales, construcción de drenes, mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

## O) Consociación Huico (Hc)

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Huico (Hc). Se encuentran ocupando planicies aluviónicas del Pleistoceno, y en algunos sectores planicies de influencia marina. Su relieve topográfico muestra superficies ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, con pendientes variables de 2 a 8%. Se encuentran distribuidas en la zona central de las Pampas de Siguan. Cubre una superficie de 429.4 Ha., equivalente al 0.41 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%)
- Moderadamente inclinada (4 – 8%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

### - Serie de Suelos: Huico (Hc) (Litic Torriorthents)

#### i. Características Generales

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de una secuencia de material aluvial del Pleistoceno, presenta una capa cementada, dura salina, que sobreyace a un material gravo arenoso.

#### ii. Características Físico – Morfológicas



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Son suelos franco arenosos compactos duros salinos que sobreyacen a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo arenoso aluviónico; superficiales; son suelos de perfil tipo CzmCr; con epipedón ócrico; de color rosado sobre blanco. El drenaje natural es imperfecto.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por un contenido de sales que se incrementa con la profundidad de 3 a 17.44 ds/cm, en algunas áreas es más elevada. Su reacción es ligeramente alcalina, a veces presenta altos contenidos de carbonatos, la saturación de bases es de 100%, el contenido de materia orgánica es muy bajo, fósforo disponible generalmente bajo y potasio disponible muy alto, determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos topográficamente no tienen restricciones para la mecanización agrícola; internamente presenta severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de sales y una capa compacta dura salina. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las tierras, lavado de sales, construcción de drenes, mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

**P) Consociación Embalse (Eb)**

Es una unidad cartográfica conformada predominantemente por la Serie de suelos: Embalse (Eb). Se encuentran ocupando planicies aluviónicas del Pleistoceno, y en algunos sectores planicies de influencia marina. Su relieve topográfico muestra superficies ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, con pendientes variables de 2 a 8%. Se encuentran distribuidas en la zona central de las Pampas de Siguas. Cubre una superficie de 337.9 Ha., equivalente al 0.32% del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 4%)
- Moderadamente inclinada (4 – 8%)

A continuación, se describe las características edáficas de la Serie de Suelos dominante.

**- Serie de Suelos: Embalse (Eb) (Tipic Torriortents)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de una secuencia de material aluvional del Pleistoceno, presenta una capa cementada, dura salina, que sobreyace a un material gravo arenoso.

**ii. Características Físico – Morfológicas**



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Son suelos franco arenosos compactos duros salinos que sobreyacen a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo arenoso aluviónico; superficiales; son suelos de perfil tipo CzmCr; con epipedón ócrico; de color rosado sobre blanco. El drenaje natural es imperfecto.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por un contenido de sales que se incrementa con la profundidad de 3 a 17.44 ds/cm, en algunas áreas es más elevada. Su reacción es ligeramente alcalina, a veces presenta altos contenidos de carbonatos, la saturación de bases es de 100%, el contenido de materia orgánica es muy bajo, fósforo disponible generalmente bajo y potasio disponible muy alto, determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos topográficamente no tienen restricciones para la mecanización agrícola; internamente presenta severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de sales y una capa compacta dura salina. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las tierras, lavado de sales, construcción de drenes, mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

**Q) Áreas Misceláneas (AM)**

Son Unidades No edáficas, localizadas en unidades fisiográficas de Talud estructural conformadas por talud de planicie estructural con pendientes de 8 a 75 % en la que se encuentran afloramientos líticos de materiales volcánicos, capas compactas muy duras, salinas; bancos de arena y dunas asociados con derrubios recientes y antiguos al borde de la planicie o talud estructural. Esta unidad incluye áreas con Escarpes con un relieve topográfico muy abrupto (mayores a 75%). Cubre una superficie de 10051,4 ha., equivalente al 9,70 % del área evaluada.

Presenta las siguientes fases de pendiente:

- |                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| ➤ Fuertemente inclinada (8 - 15%)   | AM/D  |
| ➤ Moderadamente empinada (15 - 25%) | AM /E |
| ➤ Empinada (25 - 50%)               | AM/F  |

**3.5.13.1.2 Asociaciones**

A nivel de asociaciones se han determinado dos unidades cartográficas, conformada por igual número de Asociaciones de suelos y áreas misceláneas.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**A) Asociación Gonzales – Dunas (símbolo: Go-Du)**

Está conformada predominantemente por el suelo Gonzales y por la unidad no edáfica Afloramientos líticos, en una proporción de 60 y 40 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Siguas y Desierto. Se distribuye en fisiografía de Depósitos eólicos (Dunas y Barcanas), de relieve ondulado, con pendiente moderadamente empinada a extremadamente empinada (15 + de 75 %), Cubre una superficie de 1130.4 ha., equivalente al 1.09% del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Moderadamente inclinada (4 – 8%) Go-Du/C
- Fuertemente inclinada (8 - 15%) Go-Du /D
- Moderadamente empinada (15 - 25%) Go-Du /E

**- Serie de Suelos: Gonzales (Typic Torripsamments)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de material eólico depositados sobre material aluvial más antiguo, proveniente del proceso eólico actualmente activo, en algunos sectores se aprecia la presencia de dunas aisladas.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos arenosos estratificados que sobreyace a partir de los 90 cm, sobre un estrato gravo pedregoso aluviónico antiguo; moderadamente profundos; son suelos de perfil tipo C2Cr; con epipedón ócrico; de textura gruesa (Arena); de color pardo pálido sobre amarillo. El drenaje natural es bueno a algo excesivo.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción moderadamente alcalina, con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica y a los niveles bajos de fósforo y de potasio disponibles, determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos, se encuentran limitados por su fuerte alcalinidad y su textura gruesa, se requiere inversión en el desarrollo de las tierras, mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos teniendo en cuenta la textura de los suelos y la demanda de los cultivos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

**B) Asociación Caracharma – Pitay (símbolo: Cr-Pi)**



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Está conformada predominantemente por las unidades edáficas Caracharma y Pitay, en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Huico y afloramientos líticos. Se distribuye en fisiografía de Colinas del Plesistoceno de litología variada (Areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología). Color rojizo, verde amarillento y grises, de relieve ondulado, con pendiente moderadamente empinada (15 - 25 %), Cubre una superficie de 77,1 ha., equivalente al 0,07 % del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Moderadamente empinada (15 - 25%) Cr-Pi/E

Se describe la unidad edáfica Pitay, la unidad edáfica Caracharma ha sido descrita anteriormente.

**- Serie de Suelos: Pitay (Lithic Torriorthents)**

**v. Características Generales**

Agrupación de suelos sin desarrollo genético, originados a partir de material coluvial aluvial de lomadas y colinas del pleistoceno conformada por una litología de conglomerados y capas alteradas de areniscas con arcillitas y lutitas de color rojizo.

**vi. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos franco arenosos que sobreyace a partir de los 45 cm, sobre un estrato de arena franca con gravas, gravillas y piedras en 60%; superficiales; son suelos de perfil tipo ACr; con epipedón ócrico; de textura franco arenosos; de color pardo amarillento a gris pardo claro. El drenaje natural es bueno.

**vii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción neutra (pH 6.95), con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica (0.31 %) y a los niveles medios a bajos de fósforo (8,2 ppm) y los niveles medios a altos de potasio disponibles (385-4350 ppm) determinan una fertilidad natural media.

**viii. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos aprovechando la pendiente modificada (andenes), se encuentran limitados por su asociación con pendientes empinadas y superficialidad, se requiere inversión en el desarrollo de las tierras, mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riego teniendo en cuenta la textura de los suelos y la demanda de los cultivos, incorporación de materia orgánica, entre otros.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**C) Asociación Toma – Afloramientos Líticos (símbolo: To-MR)**

Está conformada predominantemente por la unidad edáfica Toma y la unidad no edáfica Afloramientos Líticos, en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Huico y Caracharma. Se distribuye en fisiografía de Laderas de Colinas del Plesistoceno de litología de Areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología. Presenta color rojizo, verde amarillento y grises, de relieve ondulado, con pendiente fuertemente inclinada (8 - 15 %), Cubre una superficie de 7,1 ha., equivalente al 0,01 % del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Fuertemente inclinada (8 – 15 %) To-MR/D

Se describe la unidad edáfica Toma, la unidad no edáfica Afloramientos Líticos.

**- Serie de Suelos: Toma (Lithic Torriorthents)**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, originados a partir de laderas de lomadas y de colinas disectadas del Pleistoceno de litología de areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología.

**i. Características Físico – Morfológicas**

Es un suelo franco arcillo arenoso; superficial; de perfil tipo AC; con epipedón ócrico; de color pardo oscuro, grava y gravilla en un 30%; presencia de raíces finas y escasas; permeabilidad moderadamente lenta. El drenaje natural es moderado. Descansa sobre un estrato de arena franca de color pardo grisáceo, con gravillas, guijarros y gravas en 50%.

**ii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por un bajo contenido de sales de 0.15 ds/cm, que disminuye con la profundidad. Su reacción es moderadamente alcalina (pH 6.34); contenido bajo de materia orgánica (0.27 %) sin contenidos de carbonatos, la saturación de bases es de 100%, el contenido de fósforo disponible generalmente bajo (6.2 ppm) y potasio disponible medio a bajo (181 a 53 ppm), determinan una fertilidad natural baja.

**iii. Aptitud Agronómica**

Estos suelos topográficamente tienen restricciones para la mecanización agrícola; internamente presenta severas limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, presencia de elevados contenidos de gravas y gravillas, y suelo superficial. Su incorporación como áreas agrícolas requiere de una gran inversión en el desarrollo de las tierras.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**D) Asociación Caracharma – Afloramientos Líticos (símbolo: Cr-MR)**

Está conformada predominantemente por la unidad edáfica Caracharma y la unidad no edáfica Afloramientos Líticos, en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Huico y Toma. Se distribuye en fisiografía de Laderas de Colinas del Plesistoceno de litología de Areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología. Presenta color rojizo, verde amarillento y grises, de relieve ondulado, con pendiente moderadamente empinada (15 - 25 %), Cubre una superficie de 1742.0 ha., equivalente al 1,68 % del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Moderadamente empinada (15 - 25%) Cr-MR/D

La unidad edáfica Caracharma y la unidad no edáfica Afloramientos Líticos, han sido descritas anteriormente.

**E) Asociación Afloramientos Líticos - Caracharma (símbolo: MR - Cr)**

Está conformada predominantemente por la unidad no edáfica Afloramientos Líticos y la unidad edáfica Caracharma, en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Huico y Toma. Se distribuye en fisiografía de Laderas de Colinas del Plesistoceno de litología de Areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología. Presenta color rojizo, verde amarillento y grises, de relieve ondulado, con pendiente moderadamente empinada (15 - 25 %), Cubre una superficie de 131.9 ha., equivalente al 0.13 % del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Empinada (25 - 50%) MR - Cr/F

La unidad no edáfica Afloramientos Líticos y la unidad edáfica Caracharma, han sido descritas anteriormente.

**F) Asociación Afloramientos Líticos - Huasamayo (símbolo: MR - Hu)**

Está conformada predominantemente por la unidad no edáfica Afloramientos Líticos y la unidad edáfica Huasamayo, en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Caracharma y Toma. Se distribuye en fisiografía de Laderas de Colinas de litología intrusiva (granito, tonalita). Presenta relieve ondulado a disectado, con pendiente moderadamente empinada a extremadamente empinada (15 - 75 %), Cubre una superficie de 1126.0 ha., equivalente al 1,09 % del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Moderadamente empinada (15 - 25%) MR - Hu/E



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| ➤ Empinada (25 - 50%)             | MR - Hu/F |
| ➤ Muy Empinada (50 - 75%)         | MR - Hu/G |
| ➤ Extremadamente Empinada (> 75%) | MR - Hu/H |

La unidad no edáfica Afloramientos Líticos han sido descritas anteriormente, la unidad edáfica Huasamayo se describe a continuación,

**- Serie de Suelos: Huasamayo (Typic Torriorthents)**

**i. Características Generales**

Agrupar suelos sin desarrollo genético, ya que presentan solo un horizonte de diagnóstico muy superficial y porque la capa rocosa se encuentra a menos de 0,30 metros de profundidad.

**ii. Características Físico – Morfológicas**

Son suelos francos a francos arenosos con un perfil de tipo ACR con epipedón ócrico; sin desarrollo genético; de color pardo amarillento a gris pardo claro contenido de gravas que fluctúa de 30 a 70%; superficiales. El drenaje natural es bueno.

**iii. Características Químicas y Fertilidad**

Sus características químicas están expresadas por una reacción neutra (pH 6.95), con una saturación de bases de 100%, que sumadas al contenido bajo de materia orgánica (0.31 %) y a los niveles medios a bajos de fósforo (8,2 ppm) y los niveles medios a altos de potasio disponibles (385-4350 ppm) determinan una fertilidad natural baja.

**iv. Aptitud Agronómica**

Estos suelos presentan una aptitud natural para la producción de cultivos aprovechando la pendiente modificada (andenes), se encuentran limitados por riesgo alto de erosión por su fuerte pendiente siendo escasa la vegetación temporal. Las tierras con andenes por su asociación con pendientes empinadas y superficialidad, se requiere inversión en el desarrollo de las tierras, mejoramiento de la fertilidad de los suelos, manejo de los riegos teniendo en cuenta la textura de los suelos y la demanda de los cultivos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

**G) Asociación Afloramientos Líticos - Pitay (símbolo: MR - Pi)**

Está conformada predominantemente por la unidad no edáfica Afloramientos Líticos y la unidad edáfica Pitay, en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente, pudiendo contener inclusión del suelo Huico y Toma. Se distribuye en fisiografía de Laderas de Colinas del Plesistoceno de litología de Areniscas arcósicas estratificadas, alternadas con lutitas, arcillas y conglomerados de variada litología. Presenta color rojizo, verde



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

amarillento y grises, de relieve ondulado, con pendiente moderadamente empinada (15 - 25 %), Cubre una superficie de 81,5 ha., equivalente al 0,08 % del área evaluada.

Esta asociación se presenta en las siguientes fases por pendiente

- Moderadamente Empinada (15 - 25%) MR - Pi/E

La unidad no edáfica Afloramientos Líticos y la unidad edáfica Pitay, han sido descritas anteriormente.

- **Otras Unidades no edáficas:**

Está constituida por Lecho de Río, (cauce de los ríos Siguas y Vítor), centros poblados y granjas ubicadas dentro del área de estudio. Cubre una superficie de 103655.5 ha., equivalente al 1.06% del área evaluada

### 3.5.14 Capacidad de uso mayo de las tierras

#### 3.5.14.1 Introduccion

El presente capítulo comprende el estudio de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, que es un ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo de gran base ecológica que suministra información sobre el potencial y las características de las tierras para su utilización en forma racional y sostenible, de acuerdo a sus potencialidades y/o limitaciones, necesidades y prácticas de manejo adecuadas. Esta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad a las normas de conservación de suelo.

Teniendo como información básica el aspecto edáfico precedente, es decir la naturaleza morfológica, física y química de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se han desarrollado, se ha determinado la máxima vocación de las tierras y con ello las predicciones de su comportamiento.

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor, cartografiado en el mapa, considera tres categorías: grupo, clase y subclase, que ha sido establecido por el “ Reglamento de Clasificación de Tierras”, en términos Capacidad de Uso Mayor, oficializado por el Ministerio de Agricultura del Perú, según Decreto Supremo N°. 017/2009-AG, del 02 de Setiembre del 2009.

A continuación se describen las categorías establecidas

**Grupo:** Esta categoría representa la más alta abstracción, agrupando tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso. El sistema considera cinco grupos de capacidad de uso mayor:

- Tierras aptas para cultivo en limpio (A)
- Tierras aptas para cultivo permanente (C)



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- Tierras aptas para pastos (P)
- Tierras aptas para producción forestal (F)
- Tierras de protección (X).

**Clase:** Es una categoría establecida sobre la base de la calidad agrológica del suelo y que refleja la potencialidad y grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola. Es la síntesis que comprende la fertilidad, condiciones físicas del suelo, relaciones suelo-agua y las características climáticas dominantes. Se consideran tres clases de capacidad de uso:

- Clase de calidad agrológica baja (1)
- Clase de calidad agrológica media (2)
- Clase de calidad agrológica alta (3)

**Subclase** Categoría establecida en función de los factores limitantes y riesgos que restringen el uso del suelo por largo tiempo. Se han reconocido seis factores limitantes:

- Limitación por suelo (s)
- Limitación por sales (l)
- Limitación por inundación (i)
- Limitación por topografía – erosión (e)
- Limitación por drenaje (w)
- Limitación por clima (c)

Condiciones especiales como Uso Temporal (Símbolo “t”), Presencia de Terraceo – Andenería (Símbolo “a”), Riego permanente o suplementario (Símbolo “r”).

En el presente estudio se ha procedido con la clasificación de las tierras hasta el nivel de subclase de capacidad de uso mayor constituyendo estas las unidades de tierra.

En este sentido, esta sección constituye la parte interpretativa del estudio de suelos, en la que se suministra al usuario información sobre el potencial o la oferta natural de las tierras para fines agrícolas, pecuarios, forestales o de protección. Asimismo, se señala: 1) Limitaciones de uso; 2) Algunos Lineamientos técnicos sobre prácticas de manejo, uso y conservación, que eviten el deterioro de los suelos; y 3) Algunas especies recomendables.

En el presente estudio se ha procedido con la clasificación de las tierras hasta el nivel de subclase de capacidad de uso mayor y condiciones especiales, constituyendo estas las unidades de tierra

### 3.5.14.2 Metodología



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

La determinación de cada unidad de tierra se obtiene a partir de la interpretación de la información edáfica (suelos) en términos del potencial de las tierras; donde cada unidad de suelo o grupos de unidades de suelo, se transforman en unidades de tierra, en las que se relacionan directamente con su clima y su posición fisiográfica dentro del paisaje.

Para la identificación y agrupamiento de los suelos en unidades de tierra se procedió a:

- Identificar la zona de vida.
- Analizar las características del suelo basándose, en los lineamientos técnicos que para cada zona de vida indica el reglamento de clasificación de tierras.

### 3.5.14.3 Descripción de las unidades de tierra

#### 3.5.14.3.1 Unidades de tierra identificadas

En esta sección, se describen algunas características importantes, referentes al ámbito de distribución de las diferentes Unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras cartografiadas en el mapa, en forma: 1) No Asociada y 2) Asociada, cuyas superficies (ha) y porcentajes, en términos de Grupos, Clases y subclases, se presentan en el tabla siguiente (Superficie de las unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras).  
**(Ver Mapa 3 A-15: Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras).**



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Tabla 3.66: Superficie de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras del Proyecto Majes Siguas II, 2014

CUM	Descripción	Proporción	Símbolo	Superficie	
				Ha	%
<b>Unidades No Asociadas</b>					
<b>Cultivos en Limpio (A)</b>	Apta para cultivos en limpio en forma intensiva, calidad agrológica media, con limitaciones ligeras por suelo, afectación a la erosión lateral de las terrazas por crecientes del río Siguas. Requiere riego. Incluye a los suelos: Cauce irrigado (r), Majes, Ruta Quilca en pendiente A (0 – 2%); Cauce irrigado (r), Majes, Pampa Alta (s) en pendiente B (2 – 4%). Está comprendido el suelo Pitay (a) en pendiente E(a).	100	A2s(r)	4342.1	4.19
	Apta para cultivos en limpio en forma intensiva, calidad agrológica baja con limitaciones moderadas a severas por suelos por su textura gruesa y alto contenido gravoso. Requiere riego. Incluye a los suelos: Vítor en pendiente A (0 – 2%); Pampa Alta y Pampa Alta (s) en pendiente C (4–8%).		A3s(r)	3300.8	3.18
	Apta para cultivos en limpio en forma intensiva, calidad agrológica baja con limitaciones severas por suelo, especialmente debido a la presencia de sales. Requiere riego. Incluye a los suelos: Cauce y Santa Rita en pendiente A (0 – 2%); Huico, Embalse, Cauce, Desierto y Siguas en pendiente B (2 – 4%); Desierto, Cauce irrigado (r) y Santa Rita en pendiente C (4 – 8%).		A3sl(r)	30648.2	29.57
	Apta para cultivos en limpio en forma intensiva, calidad agrológica baja con limitaciones severas por suelo. Requiere riego. Incluye a los suelos Ruta Quilca en pendientes B y C (2-4%).		A3slm(r)	822.4	0.79
	Apta para cultivos en limpio en forma intensiva, calidad agrológica baja con limitaciones severas por suelo. Presencia de sales. Requiere riego. Incluye a los suelos Gonzales y Dunas en pendientes B y C (2-4%).		A3sel(r)	500.2	0.48
<b>Cultivos Permanentes (C)</b>	Apta para cultivos permanentes, calidad agrológica baja con limitaciones severas por suelo, textura muy gruesa, gravosa. Requiere riego. Incluye al suelo: Huico, Embalse en pendiente C (4 - 8%) y Pampa Alta y Huico en pendiente: D (8 – 15%)		C3se(r)	6786.3	6.55
<b>Protección (X)</b>	Tierras de Protección: Suelos superficiales y topografía abrupta. Áreas Misceláneas (no suelos), representados por afloramientos volcánicos, o topografía extremadamente empinadas. Se incluye material volcánico expuesto, escarpes (pendiente H (Mayor de 75%), Caracharma, Toma asociado en pendiente D (8 - 15%); Caracharma, Pampa Alta, Dunas, Huico, Pampa Alta fase superficial (s) y Quilca en pendiente E (15 – 25%); Pampa Alta fase superficial (s), Pampa Alta, Caracharma, Dunas y Quilca en pendientes F (25 – 50%); Pampa Alta superficial (s), Huico y Pampa Alta en pendiente G (50 – 75%) y Huico en pendiente H (>75%)		Xse	19521.8	18.83
	Tierras de Protección: Estratos duros y contenido elevado de sales. Incluye al suelo: Yesosa en pendientes: A (0 – 2%); Alto Siguas Borde Quebrada en pendientes B y C (2 - 8%)		Xslm	11498.6	11.09



CONCESIONARIA  
ANGOSTURA SIGUAS



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

CUM	Descripción	Proporción	Símbolo	Superficie	
				Ha	%
	Tierras de Protección: suelos superficiales y topografía abrupta. Presencia de sales. Suelos: Alto Siguan en pendientes D, E y F (8 – 50%)		Xselm	22583.0	21.79
	Tierras de Protección: Campo de dunas (medias lunas) y Gonzales asociado a Dunas en pendiente D (8 - 15%). Presencia de sales.		Xeol	1772.9	1.71
<b>Unidades Asociadas</b>					
	Apta para cultivos permanentes - Tierras de protección, calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión. Presencia de sales. Requiere riego. Incluye al suelo asociado Gonzales y Dunas en pendiente D (8 - 15%)	60 - 40	C3sel(r)-Xeol	630.2	0.61
	Tierras de protección - Apta para cultivos en limpio, calidad agrológica media con limitaciones por suelo y erosión. Presencia de andenes. Requiere riego. Incluye al suelo Pitay asociado al suelo Caracharma y afloramientos líticos en pendiente E (15 - 25%)	70 - 30	Xse-A2s(r)	158.6	0.15
<b>Otras Unidades</b>					
	Centros Poblados			215.0	0.21
	Otras instalaciones (Granjas)			173.8	0.17
	Lecho de río			701.6	0.68
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>				<b>103655.5</b>	<b>100.00</b>

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

A continuación, se describe cada una de dichas unidades:

### 1. Unidades No Asociadas

En el ámbito del área de estudio, se han identificado y cartografiado once (11) unidades dominadas por un componente homogéneo al nivel de Subclases de Capacidad de Uso Mayor, referidas a las tierras con aptitud para Cultivos en Limpio (A), Cultivo Permanente (C) y Tierras de Protección (X), siendo esta último el de mayor distribución.

#### a. Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (Grupo A)

Agrupar a aquellas tierras que presentan características edáficas, topográficas para el establecimiento de una agricultura de tipo intensivo, a excepción de las condiciones climáticas: árido, en las que se requiere riego permanente, en base a especies anuales de corto período vegetativo, adaptadas a las condiciones ecológicas del medio. Este Grupo abarca una superficie de 39613,7 ha, que equivale al 38,21 % del área total evaluada.

Dentro de este Grupo se han determinado las Clases de Capacidad de Uso Mayor: A2 y A3.

##### a.1. Tierras de Calidad Media (Clase A2)

Comprende una superficie de 4342,08 ha, que representan el 4,19 % del área estudiada; agrupa tierras que presentan una calidad agrológica media para el desarrollo de cultivos intensivos, con limitaciones moderadas, por lo que requieren de prácticas también moderadas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continua. Actualmente son tierras dedicadas a cultivos en limpio y actividades pecuarias en base a pastos cultivados.

Dentro de este Grupo se ha determinado sólo la subclase de Capacidad de Uso Mayor: A2s(r).

##### 1) Sub Clase A2s (r)

Reúne suelos moderadamente profundos, recientes y estratificados, de textura gruesa, de reacción moderadamente alcalina, drenaje natural bueno. Incluye a los suelos: Cauce irrigado (r), Majes, Ruta Quilca en pendiente A (0 – 2%); Cauce irrigado (r), Majes, Pampa Alta (s) en pendiente B (2 – 4%). Está comprendido el suelo Pitay (a) y Caracharma (a) en pendiente E(a).

#### Limitaciones de uso

Están relacionadas principalmente al socavamiento del talud de las terrazas en los que se encuentran estos suelos, especialmente durante las épocas de creciente del Río Siguas, presenta una fertilidad natural alta debido a la aplicación de los principales nutrientes.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### **Lineamientos de Uso y Manejo**

La obtención de rendimientos adecuados en estas tierras, estará en función de la utilización de prácticas agronómicas adecuadas: manejo y conservación de suelos, rotación de cultivos, selección de variedades de cultivos, control fitosanitario, incorporación de materia orgánica, abonos orgánicos y dotación de fertilizantes inorgánicos de acuerdo con su análisis físico químicos con bajos índices de salinidad, de acuerdo con las necesidades de los cultivos; optimización del agua de riego (riego tecnificado).

### **Especies Recomendables**

Las características y condiciones ecológicas de estas tierras, permite la utilización de cultivos de manejo agroindustrial: maíz chala, alfalfa, ají páprika, marigold, sorgo, linaza, girasol; hortalizas en general, tomates, vainitas, pepinos, zapallos, sandías, cebollas, pimiento, col, lechugas, melones, arveja, zanahoria, coliflor, cultivos de papa; desarrollan sin problema frutales: uva de mesa, uva para vinos y pisco, manzanos, de gran valor económico y alimenticio, entre otros.

#### **a.2. Tierras de Calidad Media (Clase A3)**

Agrupar tierras que presentan una calidad agrológica baja para el desarrollo de cultivos intensivos, con limitaciones muy severas, por lo que requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continua. Presentan limitaciones de carácter, principalmente edáfico textura gruesa, presencia de gravas y piedras en el perfil, algunos con elevados tenores de sales, y por la fertilidad natural baja.

Dentro de este Clase se ha determinado dos (02) subclases de Capacidad de Uso Mayor: A3s(r), A3sl(r), A3slm(r), y A3sel(r).

##### **1) Sub Clase A3s (r)**

Reúne suelos moderadamente profundos a superficiales, recientes, estratificados, de textura moderadamente gruesa, de reacción neutra a moderadamente alcalina. Incluye a los suelos: Vítor en pendiente A (0 – 2%); Pampa Alta y Pampa Alta (s) en pendiente C (4–8%). Cubre una extensión de 3300.78 ha, equivalente al 3,18 % del área total.

### **Limitaciones de uso**

Están relacionadas principalmente por la textura gruesa, presencia de gravas y piedras en el perfil, que limita una adecuada productividad, además de su fertilidad natural baja, debido a los niveles deficitarios de los principales nutrientes.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Lineamientos de Uso y Manejo**

La obtención de rendimientos adecuados en estas tierras, estará en función de la utilización de prácticas agronómicas adecuadas, especialmente efectuar la limpieza de los drenes para evitar la concentración de sales por efecto de los riegos continuados, rotación de cultivos, selección de variedades de cultivos tolerantes a las sales, incorporación de materia orgánica, abonos orgánicos y dotación de fertilizantes inorgánicos de acuerdo con su análisis físico químicos, de acuerdo con las necesidades de los cultivos.

**Especies Recomendables**

Las características y condiciones ecológicas de estas tierras, permite la utilización de cultivos de manejo agroindustrial: maíz chala, alfalfa, ají páprika, marigold, sorgo, linaza, girasol; hortalizas en general, tomates, vainitas, pepinos, zapallos, sandías, cebollas, pimiento, col, lechugas, melones, arveja, zanahoria, coliflor, cultivos de papa; desarrollan sin problema frutales: uva de mesa, uva para vinos y pisco, manzanos, de gran valor económico y alimenticio, entre otros.

**2) Sub Clase A3sl(r)**

Reúne suelos moderadamente profundos a superficiales, de textura gruesa, elevada concentración de sales, de reacción neutra a moderadamente alcalina. Incluye a los suelos: Cauce y Santa Rita en pendiente A (0 – 2%); Huico, Embalse, Cauce, Desierto y Siguas en pendiente B (2 – 4%); Desierto, Cauce irrigado (r) y Santa Rita en pendiente C (4 – 8%). Cubre una extensión de 30648,20 ha, equivalente al 29.57 % del área total.

**Limitaciones de uso**

Están relacionadas principalmente por la textura gruesa, presencia de gravas y piedras en el perfil, elevada concentración de sales, que limita una adecuada productividad, además de su fertilidad natural baja, debido a los niveles deficitarios de los principales nutrientes.

**Lineamientos de Uso y Manejo**

La obtención de rendimientos adecuados en estas tierras, estará en función de la utilización de prácticas agronómicas adecuadas, especialmente efectuar la limpieza de los drenes para evitar la concentración de sales por efecto de los riegos continuados, rotación de cultivos, selección de variedades de cultivos tolerantes a las sales, incorporación de materia orgánica, abonos orgánicos y dotación de fertilizantes inorgánicos de acuerdo con su análisis físico químicos, de acuerdo con las necesidades de los cultivos.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### **Especies Recomendables**

Las características y condiciones ecológicas de estas tierras, permite la utilización de cultivos de manejo agroindustrial: maíz chala, alfalfa, ají páprika, marigold, sorgo, linaza, girasol; hortalizas en general, tomates, vainitas, pepinos, zapallos, sandías, cebollas, pimiento, col, lechugas, melones, arveja, zanahoria, coliflor, cultivos de papa; desarrollan sin problema frutales: uva de mesa, uva para vinos y pisco, manzanos, de gran valor económico y alimenticio, entre otros.

### **3) Sub Clase A3slm(r)**

Reúne suelos moderadamente profundos, de textura gruesa, de reacción moderadamente alcalina. Incluye a los suelos: forma intensiva, calidad agrológica baja con limitaciones severas por suelo. Requiere riego. Incluye a los suelos Ruta Quilca en pendientes B y C (2-4%). Cubre una extensión de 822.37 ha, equivalente al 0,79 % del área total.

### **Limitaciones de uso**

Están relacionadas principalmente por la textura gruesa, presencia de grava fina en el perfil, reacción moderadamente alcalina que limita una adecuada productividad, además de su fertilidad natural baja, debido a los niveles deficitarios de los principales nutrientes.

### **Lineamientos de Uso y Manejo**

La obtención de rendimientos adecuados en estas tierras, estará en función de la utilización de prácticas agronómicas adecuadas, especialmente efectuar la limpieza de los drenes para evitar la concentración de sales por efecto de los riegos continuados, rotación de cultivos, selección de variedades de cultivos tolerantes a las sales, incorporación de materia orgánica, abonos orgánicos y dotación de fertilizantes inorgánicos de acuerdo con su análisis físico químicos, de acuerdo con las necesidades de los cultivos.

### **Especies Recomendables**

Las características y condiciones ecológicas de estas tierras, permite posterior a su habilitación agrcolala la utilización de cultivos de manejo agroindustrial: maíz chala, alfalfa, ají páprika, marigold, sorgo, linaza, girasol; hortalizas en general, tomates, vainitas, pepinos, zapallos, sandías, cebollas, pimiento, col, lechugas, melones, arveja, zanahoria, coliflor, cultivos de papa; desarrollan sin problema frutales: uva de mesa, uva para vinos y pisco, manzanos, de gran valor económico y alimenticio, entre otros.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

**4) Sub Clase A3sel (r)**

Son tierras aptas para cultivos en limpio de calidad baja, ubicadas en áreas depresionadas del valle, conformadas por suelos moderadamente profundos a profundos, de textura moderadamente gruesa a gruesa (arenosa) y de drenaje excesivo. Requiere riego. Incluye a los suelos Gonzales y Dunas en pendientes B y C (2-4%).

Abarca una superficie aproximada de 500,24 ha equivalente al 0,48 % del área estudiada.

**Limitaciones de Uso**

Las limitación de uso principal es el problema de la salinidad y también a la gradiente de los terrenos que podría generar problemas erosivos si se aplica el riego por gravedad; en este caso, si se recurre a labores de nivelación se debe tener cuidado de no sacar a superficie las gravas y piedras contenidas dentro del suelo. También presenta problemas de baja fertilidad y por la disponibilidad no oportuna del agua de riego.

**Lineamientos de Uso y Manejo**

El uso y manejo de estas tierras debe ser enfocado a partir de su principal limitación que es la salinidad, erosión y el drenaje excesivo. Para corregir estos problemas se debe considerar el lavado de sales, para lo cual se diseñará y construirá una red de drenes que permitan evacuar las aguas residuales. Respecto a la fertilidad baja, se debe evitar incluir dentro de las fórmulas balanceadas fertilizantes que tengan un alto índice de salinidad como los cloruros. Además es necesario tener en cuenta la aplicación del riego por goteo, evitar hacer labores de nivelación del terreno y también los problemas de escorrentía superficial.

**Especies Recomendables**

Mientras se resuelven los problemas de evacuación de las aguas salobres, se deben considerar cultivos que sean resistentes a la salinidad tales como: espárragos, espinaca, tomate, cebada, remolacha, algodón, cebolla, marigold y otros que además tengan posibilidades de exportación permitiendo un mayor retorno económico.

**b. Tierras Aptas para Cultivos Permanente (Grupo C)**

Agrupar aquellas tierras que tienen condiciones edáficas y topográficas adecuadas, que permiten el desarrollo de la actividad agrícola con limitaciones moderadas a severas en base a especies de cultivos permanentes (arbustivos o arbóreos), y el factor climático: árido, en las que se requiere de riego permanente para su aprovechamiento y en los que se deben aplicar prácticas de manejo de suelos y cultivos para una producción sostenida. Cubre una extensión de 6786,3 ha, equivalente a 6,55 % del área estudiada.

Se ha reconocido únicamente la siguiente clase: C3.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**b.1. Tierras de Calidad Baja (Clase C3)**

Reúne tierras calidad agrológica baja, que presenta condiciones moderadas a severas para la producción de cultivos permanentes.

Se ha reconocido la subclase: C3se(r).

**1) Sub Clase C3se(r)**

Reúne suelos moderadamente profundos a profundos, recientes, estratificados, de textura moderadamente gruesa, presencia de gravas y piedras en el perfil, de reacción moderadamente alcalina, drenaje natural bueno y una topografía ondulada. Incluye al suelo: Huico, Embalse en pendiente C (4 - 8%) y Pampa Alta y Huico en pendiente: D (8 - 15%). Cubre una extensión de 6786,45 ha, equivalente al 6,55 % del área total.

**Limitaciones de Uso**

Están relacionadas principalmente a las condiciones edáficas: fertilidad natura baja, reacción moderada a fuerte alcalinidad y gradiente de los terrenos que podría generar problemas erosivos si se aplica el riego por gravedad.

**Lineamientos de Uso y Manejo**

La obtención de rendimientos adecuados en estas tierras, estará en función de la utilización de prácticas agronómicas adecuadas, especialmente referidos a las condiciones de elevada salinidad, selección de variedades de cultivos tolerantes a la salinidad, corrección de la concentración de sales mediante el manejo adecuado del riego y limpieza de los drenes. Incorporación de materia orgánica, abonos orgánicos y dotación de fertilizantes inorgánicos de acuerdo con su análisis físico químico, de bajo índice salino, de acuerdo con las necesidades de los cultivos. Además es necesario tener en cuenta la aplicación del riego por goteo, evitar hacer labores de nivelación del terreno y se debe tener en cuenta su topografía inclinada.

**Especies Recomendables**

En base a las características y condiciones ecológicas de estas tierras, baja calidad agrológica, se recomienda la utilización de cultivos permanentes: higuera, granado, olivo, vid, y de acuerdo con las recomendaciones de la Agencia Agraria local.

**c. Tierras de Protección (X)**

Agrupar aquellas tierras con condiciones edáficas y topográficas inadecuadas, superficialidad de los suelos por la presencia de capas compactas muy duras: costras salinas; bancos de arena y dunas, que no permiten el desarrollo de la actividad agropecuaria, debido a sus limitaciones severas, quedando relegadas para otros usos o



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

propósitos. Cubre una extensión de 55376.3 ha, equivalente a 53,42 % del área estudiada. Se incluyen las siguientes unidades:

- ✓ **Xslm:** conformada por suelos con elevado contenido de sales, conformados por capas salinas muy duras (petrosálicos). Incluye al suelo: Yesosa en pendientes: A (0 – 2%); Alto Siguas Borde Quebrada en pendientes B y C (2 - 8%). Cubre una superficie de 11498,63(11,09 % del área total).
- ✓ **Xse:** Conformada por suelos superficiales que ocupan superficies de una topografía muy abrupta. Se incluye material volcánico expuesto, escarpes (pendiente H (Mayor de 75%), Caracharma, Toma asociado en pendiente D (8 - 15%); Caracharma, Pampa Alta, Dunas, Huico, Pampa Alta fase superficial (s) y Quilca en pendiente E (15 – 25%); Pampa Alta fase superficial (s), Pampa Alta, Caracharma, Dunas y Quilca en pendientes F (25 – 50%); Pampa Alta superficial (s), Huico y Pampa Alta en pendiente G (50 – 75%) y Huico en pendiente H (>75%). Cubre una superficie de 19521,84(18,83 % del área total).
- ✓ **Xselm:** conformada por suelos superficiales y topografía abrupta. Conformado por los Suelos: Alto Siguas en pendientes D, E y F (8 – 50%). Cubre una superficie de 22583,02 ha (21,79 % del área total).
- ✓ **Xeol:** conformada por áreas misceláneas: depósitos de arena, distribuida en las planicies con influencia eólica producto de los vientos provenientes del mar, distribuidos Campo de dunas (medias lunas) y Gonzales asociado a Dunas en pendiente D (8 - 15%). Cubre una superficie de 1772,88 ha (1,71 % del área total).

## 2. Unidades Asociadas

En el ámbito del área de estudio, de acuerdo a la heterogeneidad de sus condiciones topográficas y climáticas, que determina la coexistencia de varios tipos de suelos con características, potencialidades y manejo diferentes, de acuerdo con el nivel de detalle y escala del estudio, en algunos casos puede impedir la delimitación espacial de unidades simples o individuales de capacidad de uso mayor, motivando en el presente caso la delimitación y cartografía de siete (07) Unidades Asociadas, integradas en el mismo espacio geográfico, por dos (02) Sub Clases de capacidad de uso mayor; donde la predominancia de cada uno de ellos será señalada mediante un porcentaje (%) de asociación, que vendrán a ser el mismo porcentaje de asociación de las unidades edáficas del Mapa de Suelos.

A continuación, se describe las unidades asociadas de Capacidad de Uso Mayor, en lo que respecta a su distribución espacial, características climáticas y tipográficas; sus respectivas superficies y porcentajes de distribución pueden ser observados en la Tabla anterior.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**a.1) Tierras con Aptitud para Cultivos Permanentes – Tierras de Protección: C3sel(r) - Xeol**

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: a) Cultivos Permanentes (C), de calidad agrológica Baja (1), con limitaciones por suelo (s), erosión (e) y sales (l), requieren de riego continuo (r) y b) Protección, determinadas por fuertes limitaciones por erosión, arenamiento (o) y sales (l). Se presentan en un porcentaje de asociación de 60 y 40 %, respectivamente.

Estas tierras han sido cartografiadas en forma localizada en las zonas eriazas de la llanura costera del área de estudio, comprendida dentro de planicies aluvio eólicas, planas, con pendiente Fuertemente inclinada de 8 - 15%. Incluye al suelo asociado Gonzales y Dunas en pendiente D (8 - 15%) en proporción de 60 – 40 %. Cubre una superficie de 630,2 ha., equivalente al 0,61% del área evaluada.

**a.2) Tierras de Protección - Tierras Aptas para Cultivos en Limpio: Xse – A2s(r)**

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: a) Protección, determinadas por fuertes limitaciones por suelo (s) y erosión (e) y b) Cultivos en Limpio (A), de calidad agrológica media (2), con limitaciones por suelo (s), requieren de riego continuo (r). Presencia de Andenes (a). Se presentan en un porcentaje de asociación de 70 y 30 %, respectivamente.

Estas tierras han sido cartografiadas en forma localizada en las zonas eriazas de la llanura costera del área de estudio, comprendida dentro de planicies aluvio eólicas, planas, con pendiente Moderadamente empinada de 15 - 25%. Incluye al suelo asociado Gonzales y Dunas en pendiente D (8 - 15%) en proporción de 70 – 30 %. Cubre una superficie de 158,6 ha., equivalente al 0,15 % del área evaluada.

**1) Otras Unidades**

- **No edáficas:** Constituida por:
  - Centros Poblados: cubre un área de 215.0 ha.
  - Infraestructura industrial: Granjas 173,8 ha.
  - Lecho de Río (cauce y playones de los ríos Siguas y Vítor) 701.6 ha.

**3.5.15 Uso actual de la tierra**

El informe identifica la cobertura y uso actual de la tierra existente en el Proyecto Majes Siguas Etapa II, Fase 2 (departamento de Arequipa), así como el aprovechamiento que la población hace de la tierra como recurso. Se trata de caracterizar de modo sistemático estas formas de utilización, que para el caso del Proyecto, refieren sobre todo, a actividades agrarias tradicionales referente a la agricultura y el pastoreo extensivo de amplias superficies.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

El estudio de cobertura uso actual de la tierra consta de tres partes: una etapa de gabinete inicial, etapa de campo y etapa de gabinete final. La primera, se desarrolló mediante la delimitación de los polígonos de coberturas sobre el mapa de imagen satelital. La segunda, implicó la validación de la información obtenida en gabinete respecto a la delimitación de polígonos. Finalmente en gabinete se procedió a corregir y corroborar la información de campo para obtener el mapa final de cobertura.

El método utilizado en la determinación de las diferentes formas de cobertura vegetal y uso actual, es el análisis visual de las imágenes satelitales; que se fundamenta en la separación y delimitación de unidades naturales, basado en rasgos de la cobertura identificable en las imágenes de satélites. Asimismo, las unidades delimitadas, han sido correlacionadas con las unidades ecológicas y geológica-litológicas, e información temática existente.

Consiste en la recopilación, clasificación y análisis sistemático de diversos estudios desarrollados en la zona, y la interpretación a mayor detalle del mapa mediante imágenes de satélites. Para la elaboración del mapa preliminar de cobertura vegetal, se utilizó imágenes de satélite RAPIDEYE, 2010 de alta resolución, además de información satélite de GOOGLE EARTH 2012, las mismas que se delimitaron utilizando el programa de Arc Gis 10.0. Para la caracterización de las unidades se siguió la metodología de análisis visual, hasta el nivel de subgrupo.

Este método se fundamenta en la delimitación y separación de unidades naturales, sobre la base de elementos identificables, como son la vegetación y las tonalidades de colores en la imagen de satélite. Esta primera versión fue revisada y analizada, utilizando imágenes de satélite y de papel a escala 1:25 000 modificándose las unidades que lo requerían.

En esta etapa se preparó el material cartográfico y satelital y se definieron las unidades de cobertura vegetal y el uso actual de la tierra, y se elaboró el mapa preliminar.

La clasificación de la Cobertura y Uso de las Tierras, está basada en parte en los lineamientos del sistema de clasificación según las categorías propuestas por la Unión Geográfica Internacional **UGI**, que establece 9 categorías según el grado de intensidad de uso. Una de estas categorías no se adapta a la realidad del proyecto en tanto corresponde a Terrenos con bosques. Estas categorías a la vez, se han dividido en clases, las cuales determinan su mayor predominancia.

### **3.5.15.1 Categorías de uso actual de la tierra (UGI)**

La mayor actividad antrópica está restringida a la agricultura y pecuaria con ganadería semi estabulada, que se presenta en valles y pampas irrigadas. La infraestructura



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

construida y en actividad, corresponde a corrales para vacunos de leche y galpones de pollos.

La cobertura vegetal existente está dominada por los matorrales y hierbas efímeras, así como por cultivos con riego. Destacan en el área de influencia diversos sitios arqueológicos (andenes abandonados), cartografiándose con otros usos. Existen áreas rurales con infraestructura diversa que se encuentran dentro del área de estudio.

La actividad agrícola ha sido diferenciada en dos clases:

- Cultivos anuales: Que comprende cereales en los que se encuentra el maíz; los tubérculos como la papa; los bulbos como la cebolla y ajo; las legumbres como arveja, vainitas; hortalizas como el repollo, coliflor, betarraga, zanahoria, lechuga, rabanito y otros.
- Cultivos permanentes: Que comprende la alfalfa, espárrago y a los árboles frutales.

Con relación a los cultivos permanentes se considera dos grupos, uno referido a la alfalfa por ser un cultivo de mayor importancia en cuanto a su superficie cultivada y el segundo se le agrupa a los frutales asociados con los cultivos anuales

A continuación, se describen las principales características de las categorías del Sistema UGI (DGAA-MA): (**Ver Mapa 3 A-16: Mapa de Uso Actual**).

- i. **Áreas Urbanas y rurales, industriales, instituciones gubernamentales y/o privadas;** caracterizadas por la actividad constructiva del hombre en diversas facetas de su actividad económica y cultural.
- ii. **Área agrícola – Terrenos con hortalizas;** Comprenden cultivos hortícola de mayor predominancia y aquellos diversificados en pequeñas extensiones, las cuales se agrupan como hortalizas diversas.
- iii. **Área agrícola - Terrenos con frutales y otros cultivos perennes;** se caracterizan por su permanencia en el tiempo, más de un año generalmente, compuesto por árboles leñosos como los frutales, arbustivos como el frijol palo y la vid, y cultivos menores entre otros.
- iv. **Área agrícola – Terrenos con cultivos extensivos;** caracterizados por aquellos que cumplen períodos anuales, ocupando extensiones considerables con monocultivo y cierto nivel tecnológico en superficies mayores.
- v. **Área con praderas mejoradas permanentes;** terrenos dedicado al cultivo de plantas forrajeras o pastos con fines ganaderos.
- vi. **Área con praderas naturales;** extensiones de vegetación natural como pastos; gramíneas.
- vii. **Terrenos con bosques;** caracterizados por la presencia de diversas especies leñosas y variedades característicos de cada zona ecológica.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- viii. **Terrenos pantanosos y/o cenagosos;** áreas de acumulación de agua por efectos de infiltración y mal drenaje, desarrollan vegetación característica de éste medio.
- ix. **Tierras sin uso y/o improductivas;** incluyen tierras en barbecho y/o descanso temporal, eriazos, litoral y caja de río. (sin cubierta vegetal).

**3.5.15.2 Descripción del Uso actual de la tierra del Proyecto Especial Majes Siguas. Etapa II, Fase 2**

El diagnóstico de la situación en las tierras de Proyecto Majes Siguas Etapa II, Fase 2, corresponde principalmente, a una planicie muy amplia, parte de las tierras de la Vertiente Occidental Andina del Sur, considerado como costa, con un desarrollo agrícola intensivo muy importante en base a cultivos comerciales de gran demanda (hortalizas y frutales), en algunos sectores dedicados a la actividad agropecuaria (cultivos comerciales, con la implementación de pasturas en base a la alfalfa y pastoreo muy intensivo: ganado vacuno principalmente), con fines de producción de carne, cuero y leche.

Comprende una superficie de **74740.6(ha)**, conformado principalmente por una planicie extensa y valles, topográficamente de relieve plano a ondulado y en ciertos sectores de variada disección, con sectores muy escarpados, de pendiente variable desde planos a extremadamente empinadas (1 a más de 75%), constituidos por afloramientos líticos en un buen sector, con suelos desnudos, sometidos a una severa erosión eólica y en épocas muy excepcionales a fuertes tormentas, dirigidos hacia los sectores bajos y a veces poblados o con desarrollo de cultivos, donde se ubican las zonas de mayor actividad socioeconómica, con cultivos muy intensivos bajo riego, una ganadería intensiva con pastos cultivados.

La tabla siguiente, se muestra las categorías de uso actual del Suelo en el área de estudio.

**Tabla 3.67: Categorías y Clases de Uso actual de la tierra. Proyecto Majes Siguas, Etapa II, Fase 2**

Unidades	Símbolo	Superficie	
		Ha	%
<b>I. Terrenos Urbanos y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas</b>			
Zona Urbana	Cpu	215.0	0.21
Granja	Gj	173.8	0.17
<b>II. Terrenos con Praderas Naturales</b>			
<b>Vegetación desértica y de Vertientes Occidentales</b>			
Monte Ribereño	Mr	85.2	0.08
Matorral-Andenes	Ma - An	158.6	0.15



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Unidades	Símbolo	Superficie	
		Ha	%
Matorral - Sin Vegetación	Ma – Sv	2000.6	1.93
Sin Vegetación – Matorral	Sv - Ma	1176.4	1.13
Vegetación escasa – Matorral	Ve - Ma	6883.0	6.64
Vegetación escasa - Sin Vegetación	Ve – Sv	6122.7	5.91
Sin Vegetación - Vegetación escasa	Sv – Ve	392.1	0.38
Cauce de Río - Monte Ribereño	Cr - Mr	701.6	0.68
<b>III. Terrenos con Vegetación Cultivada</b>			
Terrenos con Cultivos anuales	Ca	818.1	0.79
Terrenos con Cultivos anuales-Cultivos permanentes	Ca - Cp	2871.6	2.77
Terrenos con Cultivos permanentes - Cultivos forrajeros	Cp - Cf-a	144.4	0.14
<b>IV. Terrenos Sin Uso y/o Improductivos</b>			
Dunas	Du	1804.1	1.74
Sin Vegetación	SV	26822.0	25.88
Sin Vegetación – Dunas	SV - Du	19763.0	19.07
Sin Vegetación escarpe	SVe	6082.0	5.87
Sin Vegetación talud	SVt	1969.0	1.90
Sin Vegetación planicie	SVp	25282.8	24.39
Derrumbe Siguas	DRs	37.8	0.03
Deslizamiento	DZ	95.8	0.09
Zona Inestable	ZI	55.9	0.05
<b>TOTAL</b>		<b>103655.5</b>	<b>100.00</b>

Elaboración: Pacific PIR S.A.C.

### I. Terrenos Urbanos y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas

Dentro de esta categoría se ha identificado los centros poblados de Pitay, Las Laderas, Alto Siguas, Tambillo, Salitreras, Hacienda Olazabal, Santa Rita de Siguas, La Joya, Vítor y Quilca, principalmente.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

## II. Terrenos con Praderas Naturales

Cartografiada dentro de Vegetación desértica y de vertientes occidentales, conformada por comunidades vegetales se han cartografiado solas y/o asociadas con áreas de vegetación escasa y Sin Vegetación en porcentajes de 70 – 30%, según la dominancia de la comunidad vegetal o la otra unidad identificada.

### - Vegetación desértica y de Vertientes Occidentales

Los desiertos comprenden áreas casi desprovistas de vegetación natural, constituidos mayormente por arenales, afloramientos rocosos y áreas desperdigadas de cactáceas con reducida vegetación herbácea vegetal de porte bajo desde, los 2 500 msnm hasta las partes más bajas. Esta comunidad vegetal se encuentra diseminada formando pequeños “manchales” ocupando áreas planas y disectadas.

La vegetación natural existente en estos ámbitos, responde a los particulares patrones climáticos, altitudinales, de exposición solar y evapotranspiración potencial entre otros, que caracterizan a la zona, las que además definen y condicionan el tipo de actividad agrícola, pecuaria y/o forestal, que es la más adecuada a desarrollar.

Se trata de áreas con vegetación que crece en suelos superficiales a profundos, de textura media a gruesa y con drenaje bueno a algo excesivo, que se presentan en clima cálido y árido que constituye una limitación importante para el crecimiento de la vegetación si no se dispone de riego. El ambiente es muy seco con temperaturas entre 12°C a más de 22°C, con precipitaciones muy incipientes (Diciembre a Marzo). Se aprecian especies vegetales: matorrales a partir de los 1000 m.s.n.m., al Sur de Majes y Siguas en épocas de invierno se presentan neblinas, denominados “camanchacas”.

En la franja desértica (hasta los 1 000 msnm), correspondiente al flanco occidental Sur de los Andes, se han identificado comunidades vegetales, con la predominancia de especies de porte arbustivo, complementado por especies herbáceas de tipo estacional. Las especies arbustivas a compositáceas, convolvuláceas y cactáceas. Las herbáceas a gramíneas, leguminosas, rosáceas, compuestas, juncáceas entre otras.

En la franja superior (1 000 a 2 000 msnm), se han identificado comunidades vegetales, igualmente de tipo arbustivo pero en mayor nivel de densidad y diversidad florística que en la franja desértica y responden a un mayor rango de precipitación pluvial. Entre las especies que predominan se tiene: “candelabro” *Browningia candelaris*, “gigantón” *Neoraimondia arequipensis* variedad *rhodantha*, *Weberbauerocereus* sp, *Encelia canescens*, *Malvastrum* sp, *Tarasa* sp, “chiri” *Grindelia* sp y “achupallas”.

Los tipos de cobertura en el área lo conforman las comunidades vegetales: Monte Ribereño y Matorrales. Estas comunidades se les encuentran asociadas a áreas con



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

vegetación escasa y sin vegetación es decir, áreas donde las comunidades de flora y fauna se encuentran en pequeña escala sobre suelos áridos. Se ha identificado las siguientes unidades de uso las cuales pueden visualizarse en el **(Anexo 3I: Panel Fotográfico)**

**- Monte Ribereño**

Sobre suelos aluviales de textura variada desde gruesa a fina, conforman los cauces de los ríos Siguas, Vítor y Quilca, La vegetación presente en esta unidad conforma una franja de bosque denso a orillas de los ríos, siendo *Arundo donax* “carrizo” la especie predominante, existiendo un mosaico vegetacional compuesto por *Baccharis salicifolia* “chilco”, *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”, *Prosopis* spp “algarrobo”. *Acacia macracantha* “huarango”, *Salix humboldtina* “sauce”, *Schinus molle* “molle” y otros arbustos de menor importancia, como las especies más conspicuas. El uso de esta vegetación es para defensa ribereña de las tierras de cultivo, como cercos de las parcelas y como leña. El carrizo se utiliza para la confección de canastas y esteras.

**- Matorral - Andenes**

Comunidades vegetales de tipo arbustivo en mayor nivel de densidad y diversidad florística que en la franja desértica y responden a un mayor rango de precipitación pluvial. Entre las especies que predominan se tiene: “candelabro” *Browningia candelaris*, “gigantón” *Neoraimondiaarequipensis* variedad *rhodantha*, *Weberbauerocereussp*, *Enceliacanescens*, *Malvastrumsp*, *Tarasasp*, “chiri” *Grindeliasp* y “achupallas”. Esta vegetación se encuentra asociada en un 60% a los andenes abandonados en el río Siguas (zona de Pitay).

**- Matorral – Sin Vegetación**

Unidad cartográfica asociadas en un 70% para la comunidad vegetal Matorral y 30% para la unidad Sin Vegetación. Se localiza en la cuenca baja de las quebradas de la planicie aluvional desértica. El estrato herbáceo está conformado por plantas estacionales, entre estos matorrales se aprecian grandes espacios sin cobertura vegetal conformada por afloramientos líticos.

Las condiciones extremas del clima han condicionado la presencia de una vegetación de tipo xerofítico, conformado básicamente por asociaciones arbustivas salpicadas de cactáceas columnares las cuales se encuentran mayormente dispersas sobre una cubierta de herbáceas de vida efímera. La mayoría de las especies son de porte bajo, generalmente crecen hasta los 2 m de altura, a excepción de algunos arbustos y cactus que llegan tranquilamente a los 4 m de altura.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

La composición florísticas de estos matorrales es poco diversificada. Las especies más comunes que tipifican a esta asociación son: “mitu” *Carica cadicans*, “huanarpo” *Jatropha macrancantha*, “chilicaza” *Franseria fruticosa*, “chiri” *Grindelia sp*), “cahuato” *Tecoma arequipensis*, “ccapo colorado” *Balbisia weberbaueri*, “majrahuayra” *Dunalia spinosa*, “blanquillo” *Tarasa operculata*, “chinchilcuma” *Mutisia acuminata*.

Es de destacar que en los terrenos con vegetación herbácea y arbustiva estacional, se lleva a cabo el pastoreo con ganado caprino principalmente, por lo que en las laderas pronunciadas se observa una fuerte degradación del suelo, lo que ocasiona frecuentes derrumbes y huaycos durante la época de lluvias.

Las especies económicamente aprovechables de esta asociación lo constituyen: “mito” por sus frutos comestibles; “molle” cuya madera se usa en artesanía y leña, y tiene frutos comestibles, aceites esenciales y, uso medicinal; “huarango” para postes de cercos, construcciones rurales y mangos de herramientas, leña y carbón; “algarrobo”, para leña, carbón, forrajes y construcciones rurales.

**- Sin Vegetación - Matorral**

Unidad cartográfica asociadas en un 70% para la unidad Sin Vegetación y 30% para la comunidad vegetal Matorral. El área está cubierta por depósitos aluvionicos y/o afloramientos líticos y matorrales de baja cobertura.

Estas áreas se localizan en las quebradas de la planicie desértica y en zonas con afloramientos líticos con pendientes muy a extremadamente empinadas que se presentan en del área de estudio.

El uso del matorral es para pastoreo en épocas de lluvia y leña por presencia de vegetación efímera que aparece en época de lluvias

**- Vegetación escasa - Matorral**

Aplicada a las franjas con presencia de una cobertura vegetal escasa en una proporción de 70% y alternada con áreas con matorrales en un 30%. Se encuentra ubicada en la zona de gran presencia de rocas y en áreas adyacentes a los vallecitos intercolinosos con depósitos aluvionales antiguos y subrecientes.

El uso es para pastoreo en épocas de lluvia y leña

**- Vegetación escasa – Sin Vegetación (Ve - Sv)**

Aplicada a las franjas con presencia de una cobertura vegetal escasa en una proporción de 70% y alternada con áreas desprovistas de vegetación en un 30%. Se encuentra ubicadas en la zona cubiertas con arenas eólicas y colinas con afloramientos de rocas con pendientes muy a extremadamente empinadas.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Las unidades cartografiadas como vegetación escasa, consideran áreas desprovistas de vegetación que alternan con una cobertura vegetal ocasional o rara es decir la abundancia es menor de 1%. Es decir presentan comunidades de flora en pequeña escala. El uso es muy esporádico para el pastoreo en las gramíneas efímeras.

**- Sin Vegetación – Vegetación escasa (Sv - Ve)**

Aplicada a las franjas desprovistas de vegetación con presencia de una cobertura vegetal escasa, ubicadas en la zona de gran presencia de rocas. El área está cubierta por afloramientos líticos con pendientes muy a extremadamente empinadas.

**- Cauce de Río - Monte Ribereño**

Está compuesto por bosque ribereño de tipo secundario, entre los que destacan “pájaro bobo” (*Tessaria integrifolia*) “chilco” (*Bacharissp.*) y otros arbustos de menor importancia. El uso principal es para leña y protección ribereña de cultivos

**II. Terrenos con Vegetación Cultivada**

Esta categoría está constituida por tierras con una infraestructura de riego de primer nivel, dedicadas a las actividades agrícolas comerciales intensas de gran demanda comercial, caracterizados por uso de cultivos anuales y permanentes, en algunos sectores con una actividad pecuaria intensa en base a los sembríos de alfalfa bajo riego, con alta tecnología de riegos. Se ha establecido una clase que agrupa a los siguientes:

**- Terrenos con cultivos Anuales**

En suelos de origen aluvial, de textura fina a gruesa y drenaje bueno. Presentan gran diversidad de cultivos en pequeña escala como zapallo, algodón, frejol, ají, páprika, papa, camote, espárrago, maíz.

**- Terrenos con cultivos Anuales – Cultivos Permanentes**

En suelos de origen aluvial, de textura fina a gruesa y drenaje bueno. Presentan gran diversidad de cultivos en pequeña escala conocidos como de pan llevar en los que destacan el frejol, ají páprika, papa, camote, espárrago, maíz y frutales como mango, uva, granada, palta, limón.

**- Terrenos con Cultivos Permanentes - Cultivos forrajeros**

Los cultivos permanentes predominantes son: los frutales como el manzano, el melocotonero, el peral, la higuera, la vid, el ciruelo, el membrillo, la papaya, la palta y paca, entre otros. Los cultivos forrajeros predomina alfalfa y maíz chala.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### III. Terrenos Sin Uso y/o Improductivos/Otros Usos

Corresponde actualmente a las tierras eriazas de la planicie sin ningún desarrollo agropecuario u otra actividad económica, que está conformada por superficies planas a onduladas aluvionales muy antiguas (Pleistoceno), áreas aluviales recientes (valles intercolinosos/planicies), planicies con afluencia de procesos eólicos y planicies de origen marino, que se califican como tierras sin uso y/o improductivas. Asimismo, hay presencia de afloramientos líticos. Se ha establecido las siguientes unidades, las mismas que pueden visualizarse en el **Anexo 3I: Panel Fotográfico**.

- Dunas
- Sin vegetación
- Sin vegetación – dunas
- Sin vegetación escarpe
- Sin vegetación talud
- Sin vegetación planicie
- Deslizamientos y derrumbes en siguas (zona inestable)

#### 3.6 MEDIO BIOTICO

Los estudios biológicos para el EIA del Proyecto Majes Siguas Etapa II – Fase 2, han comprendido la evaluación cuantitativa y cualitativa de tres componentes biológicos: vegetación, fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) e hidrobiología (plancton, bentos y peces,).

La información para la elaboración de la Línea Base Biológica se obtuvo de los trabajos de campo realizados durante los días 01 al 03 de abril del 2013 que es la época de transición entre época húmeda y seca; y del 05 al 07 de agosto del 2013 para la época seca. La descripción de estos componentes se ha realizado principalmente a nivel de composición, abundancia y diversidad, diferenciando para todos los registros, a las especies endémicas y/o especies incluidas en alguna categoría de conservación por parte de la legislación nacional (Decreto Supremo N° 043-2006-AG y Decreto Supremo N° 034-2004-AG) e internacional (Apéndices de la Convención sobre el comercio internacional de especies de flora y fauna silvestre – CITES y Lista Roja de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales – IUCN).

##### 3.6.1 Objetivos

El objetivo general de estudio es describir las características biológicas de las unidades de vegetación y cuerpos de agua ubicadas dentro del área del Proyecto Majes - Siguas Etapa II – Fase 2. Como objetivos específicos podemos mencionar:



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

- Elaborar lista de especies de flora y fauna por unidad vegetal.
- Calcular los índices de diversidad de flora y fauna por unidad vegetal.
- Estimar cobertura por unidad vegetal.
- Elaborar lista de especie de plancton, bentos y peces, en cada cuerpo de agua.
- Calcular índices de diversidad de plancton, bentos y peces, de las fuentes de agua evaluadas.
- Identificar la presencia de especies de flora y fauna protegidas de conformidad con la normativa vigente.

### 3.6.2 Biogeografía

De acuerdo a la clasificación biogeográfica propuesta por Mostacero et al. (2007), se considera a la costa y la sierra peruana en un solo dominio biogeográfico, basado en que muchas especies, géneros y familias, tanto de flora como fauna consideradas endémicas, abarcan indistintamente la costa y la sierra en su distribución. El dominio biogeográfico Andino, se divide a la vez en cuatro provincias biográficas: Provincia Desértica, Provincia de las Vertientes Occidentales, Provincia Altoandina, Provincia de Valles Interandino.

En base a esta información, en el área del proyecto se ha determinado la presencia de dos provincias biogeográficas: Provincia Desértica y Provincia de las Vertientes Occidentales.

#### 3.6.2.1 Provincia desértica

Esta provincia biogeográfica, comprende toda la costa peruana, se extiende de manera casi continua a lo largo de la cordillera occidental y el océano Pacífico, con una longitud aproximada de 2500 Km, que va desde la frontera con el Ecuador hasta la frontera con Chile. De manera similar el ancho de su territorio, varía de 30 a 60 Km y la altitud sobre el nivel del mar desde los 0 msnm en el límite con el Dominio Oceánico-Pacífico hasta los 1000 msnm, donde limita con las comunidades de las Vertientes Occidentales de los Andes.

La Provincia Desértica tiene una topografía accidentada. Así existen orillas arenosas, orillas con bosques de mangles, orillas con piedras, cascajos y cantos rodados, cerro y colinas bajas que se elevan cada vez más hacia el Este. Esta zona está surcada por unos 40 ríos, los mismos que tienen sus cuencas colectoras situadas en la parte alta de los Andes. De ellos muchos se secan antes de desembocar en el mar o conducen agua solo cuando en las partes altas caen precipitaciones excepcionalmente abundantes o cuando llueve en la costa. Otra característica importante es el clima, tipo desértico-cálido con temperaturas elevadas durante el día y temperaturas bajas durante la noche, por la falta de nubes.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Dentro de este ecosistema se pueden encontrar comunidad de lomas efímeras, lomas arbustivas, tilandsiales, cactáceas columnares, xerófitas, herbazales, algarrobales, gramadales, manglares, monte ribereño, entre otras.

### 3.6.2.2 Provincia de las vertientes occidentales

Las Vertientes Occidentales o flanco occidental del Perú constituyen una provincia biogeográfica, que se extiende sobre estructuras geológicas muy diversas, produciendo así una gran diversidad de tipos de suelos, la mayoría de los cuales son muy alcalinos. Comprende a las diferentes comunidades de las vertientes occidentales de los Andes, y por ello, es de ladera con declive marcado y tiene gran exposición de piedra y tierra madre. La topografía de todas las laderas por ende, es desfavorable para el desarrollo normal de vegetación adaptada al medio climático. A la aridez del clima tiene que agregarse la aridez fisiológica del suelo, el cual siendo de poca profundidad promedio, tiene poca capacidad para retener agua de las lluvias o para el desarrollo normal de las raíces de las plantas.

Las plantas suculentas desprovistas de hojas verdaderas, especialmente de la familia Cactáceas, son las que mejor se adaptan a crecer bajo estas condiciones. Esta formación conforme avanza en altitud, es reemplazada por comunidades de arbustos dispersos, los que se ven coronados en la parte más alta de las Vertientes Occidentales con la provincia Altoandina y con comunidades de Estepas de Gramineas con arbustos dispersos.

### 3.6.3 Zonas de vida

Las zonas de vida se definen en base al sistema de Holdridge, a partir de los datos regionales de temperatura (°C), precipitación (mm) y altitud (msnm). El Diagrama de Holdridge muestra gráficamente las 84 zonas de vida presentes en el Perú, de un total de 114 zonas de vida registradas en el mundo, de acuerdo con esta clasificación (INRENA 1995). En la zona del proyecto, incluyendo el área de influencia directa como indirecta, se encuentran 07 zonas de vida. (**Ver Mapa 3 A-17: Mapa de Zonas de Vida**), que a continuación se detallan:

#### ➤ **Desierto perárido montano bajo subtropical (dp-MBS)**

Esta zona de vida se distribuye en la franja latitudinal subtropical y ocupa una amplia distribución geográfica dentro de la región costera del país, ocupando la porción inferior e intermedia del franco occidental andino, entre los 2,000 y 2,400 msnm. La biotemperatura media anual máxima de 16.4°C y la media anual mínima de 10.6°C, el promedio máximo de precipitación total por año es 102.2 mm y el promedio mínimo es de 63.4 mm. Según el diagrama bioclimático de Holdridge, la evapotranspiración potencial total por año varía entre 8 y 16 veces la precipitación.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

La configuración topográfica es predominantemente accidentada, con pendientes pronunciadas que sobrepasan el 70%, alternando con algunas áreas de topografía suave. La vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera, dominando las gramíneas, arbustos, subarbustos y cactáceas.

➤ **Desierto superárido montano bajo subtropical (ds-MBS)**

Geográficamente se distribuyen a lo largo de las vertientes occidentales de los Andes, entre los 500 y 2,300 msnm. el diagrama de Holdridge indica que la biotemperatura media anual varía entre 12°C y 18°C, y el promedio de precipitación total por año es variable entre 31.25 y 62.5 mm. El promedio de evapotranspiración potencial por año fluctúa entre 16 y 31 veces la precipitación.

El relieve topográfico es predominantemente accidentado y conformado por laderas de fuerte pendiente, siendo escasas las áreas planas y onduladas. La vegetación es muy escasa, apareciendo un tapiz graminal de vida efímera durante la estación de lluvias veraniegas.

➤ **Desierto superárido subtropical (ds-S)**

Geográficamente se extiende a lo largo del litoral, comprendiendo los llanos costeros de la costa norte y las estribaciones bajas de la vertiente occidental andina, entre el nivel del mar y los 1,000 msnm. La biotemperatura media anual máxima es de 24°C (Piura) y la media anual mínima 19.7°C (Lima) La biotemperatura media anual máxima es de 20.2°C y la media anual mínima es de 19.8°C, el promedio máximo de precipitaciones total por año es de 49.0 mm y el promedio mínimo 18 mm. De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 16 y 32 veces la precipitación, con cierta tendencia a ubicarse cerca de este último valor.

El relieve varía desde plano u ondulado hasta inclinado a empinado. La vegetación predominante son arbustos xerófilos, como gramíneas efímeras, en aquellos lugares un poco más húmedos, propios de las vegas y lechos de ríos secos o al lado de las riberas de los vales aluviales irrigados.

➤ **Desierto desecado subtropical (dd-S)**

Geográficamente se extiende a lo largo del litoral comprendiendo planicies y las partes bajas de los valles costeros, desde el nivel del mar hasta 1,800 msnm. La biotemperatura media anual máxima es de 22.2 °C y la media mínima es 17.9°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 44 mm y el promedio mínimo es de 2.2 mm. El promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 32 y más de 64 veces el valor de la precipitación. El relieve topográfico es plano y ligeramente ondulado, variando a abrupto en los cerros aislados o en la cordillera antigua de la costa. La vegetación no existe o es muy escasa, apareciendo halofitas distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del extenso y monótono arenal grisáceo eólico.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.6.4 Unidades vegetales

Para la identificación de las unidades de vegetación se ha tomado en cuenta la composición florística, la variedad de especies, la estructura de las asociaciones vegetales, así como las condiciones climáticas de la zona. La mayor parte del área del proyecto corresponde a terrenos eriazos (Laderas y Planicies desérticas) y a terrenos modificados por el hombre con fines agrícolas y ganaderos (Zona de cultivos), las unidades descritas en áreas con vegetación silvestre (Piso de cactáceas, Vegetación de Quebrada estacional y Monte ribereño), ocupan la menor área dentro del proyecto. **(Ver Mapa 3 A-18: Mapa de Unidades Vegetales).**

#### 3.6.4.1 Monte ribereño

Esta formación, es típica de las riberas fluviales, se caracteriza por estar compuesta naturalmente de comunidades de plantas perennifolias, herbáceas, trepadoras, arbustivas y arbóreas, que hasta hace algunos años se encontraban formando una densa franja.

El monte ribereño de los valles del río Siguan, río Vitor y río Quilca, se encuentra fuertemente impactado por las actividades agrícolas de la zona, lo que ha generado una reducción significativa de esta área. Las especies características de esta formación vegetal son el "carrizo" (*Arundo donax*), la "caña brava" (*Gynerium sagittatum*), "pájaro bobo" (*Tessaria integrifolia*), el "molle" (*Schinus molle*), el "sauce" (*Salix sp.*), el "chilco" (*Baccharis lanceolata*) y diferentes tipos de gramíneas.

**Foto 3.1: Unidad Vegetal de Monte ribereño**



Fuente: Pacific PIR, 2013.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.6.4.2 Piso de cactáceas

Son comunidades xerófilas o subxerófilas, constituidas por plantas suculentas correspondientes en su mayoría a la familia Cactaceae. Este grupo de plantas presentan adaptaciones morfofisiológicas como hojas transformadas en espinas, cutícula muy desarrollada, estomas dispuesto en criptas, tallos carnosos o crasos para el desarrollo del parénquima acuífero, sistema radical muy desarrollado y profusamente ramificado superficialmente, lo cual les permite resistir la escasez de agua y altas temperaturas, pues viven gracias a las precipitaciones escasas y ocasionales que ocurren en los lugares donde habitan.

Los biotipos importantes de esta comunidad son *Neoraimondia arequipensis* conocidas con el nombre de “gigante” o “gigantón”, por el porte columnar que llega a alcanzar 9 m de altura, otro grupo de especies importantes son aquellas que pertenecen al género *Haageocereus*, que pueden encontrarse postradas o suberectas, comúnmente conocidas como “rabo de zorro”. Por otro lado, estas comunidades son invadidas por otras especies herbáceas y arbustivas. Naturalmente cuando las lluvias veraniegas disminuyen mucho, se presenta solamente un estrato herbáceo muy fugaz, debido a que sus especies tienen un ciclo de vida muy corto, son un ejemplo de esto, especies de la familia Poaceae.

**Foto 3.2: Unidad Vegetal de Piso de cactáceas**



Fuente: Pacific PIR, 2013.

### 3.6.4.3 Vegetación de quebrada estacional

En este ecosistema la vegetación es estacional y se puede encontrar vegetación xerofita. En conjunto se trata siempre de una vegetación adaptada a medios de sequedad extrema, de una composición muy abierta (pocas especies y pocos individuos en suelos desérticos). Asimismo en quebradas secas se pueden encontrar hierbas estacionales y



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

arbustos de porte bajo. En algunos cauces secos que reciben escorrentías esporádicas, como el de varias pequeñas quebradas es posible observar hierbas como *Tiquilia sp.* y *Hoffmanseggia sp.*, así como arbustos pertenecientes a la familia Asteraceae: *Baccharis salicifolia*, *Ambrosia artemisioides* y *Encelia canescens*.

**Foto 3.3: Unidad Vegetal Vegetación de Quebrada estacional**



Fuente: Pacific PIR, 2013.

#### **3.6.4.4 Laderas y Planicies desérticas**

Unidad caracterizada por presentar suelos sin vegetación, cubiertos de arena y grava arenosa, sin formaciones vegetales. En el presente proyecto, las zonas desérticas pueden ubicarse en zonas planas o laderas de cerros.

**Foto 3.4: Unidad Vegetal de Planicies desérticas**



Fuente: Pacific PIR, 2013.



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

Foto 3.5: Unidad Vegetal de Ladera desértica



Fuente: Pacific PIR, 2013.

#### 3.6.4.5 Zonas de cultivos

Unidad caracterizada por presentar áreas cultivadas, presentando grandes extensiones sobre todo de *Medicago sativa* “alfalfa”, y *Zea mays* “maíz” o “chala”. Son áreas que han sido modificadas y adecuadas a estos cultivos, especialmente para la alimentación del ganado vacuno. Estas zonas además presentan importantes especies arbóreas y arbustivas, que son empleadas como cercos naturales entre las que destacan *Schinus molle* “molle”, *Inga feulleli* “paca”, *Salix* sp. “sauce” entre otros.

Foto 3.6: Unidad Vegetal Zona de cultivos



Fuente: Pacific PIR, 2013.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

### 3.6.5 Ecosistemas frágiles

Los ecosistemas frágiles son aquellos que al ser sometidos a una pequeña intervención natural y/o de carácter humano puede desencadenar una serie de alteraciones del ecosistema que pueden ser irreversibles. De acuerdo a la Ley General del Ambiente (Ley N° 2861), los ecosistemas frágiles comprenden, entre otros, desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas alto andinas, lomas costeras, bosques de neblina y bosques relictos.

En el área de proyecto, se han descrito ambientes desérticos y semiáridos desérticos, los cuales son considerados ecosistemas frágiles, estas áreas comprenden laderas y planicies desérticas, las cuales se encuentran aledañas a las zonas de cultivos y zonas urbanas principalmente.

### 3.6.6 Vegetación

Diversos estudios florísticos han sido desarrollados en esta parte del país, los primeros estudios de flora del departamento de Arequipa han sido desarrollados por Vargas (1940), quien determinó las principales formaciones fisiográficas del departamento, Weberbauer (1945) proporciona la conformación por estratos y la lista de especies predominantes, Arenas (1970) estudia las vertientes occidentales de Arequipa, Lopez (1977), determina estructura vegetacional y composición de ecosistemas desérticos de Arequipa, Jimenez *et al.* (1988) reporta un total de 143 especies de flora estacional. En 1993, Bracko y Zarucchi recopilan información de diversos trabajos de investigación y reportaron para Arequipa un total de 430 especies de flora silvestre entre angiospermas y gimnospermas, de un total de 760 especies reportadas para Arequipa.

Debido a las condiciones climáticas de Arequipa, cada cierto tiempo, en forma irregular, se hace presente una variada flora estacional que obedece estrictamente a la disponibilidad hídrica que el ciclo pluvial le proporciona y que favorecería la variedad de ecosistemas y diversidad biológica original de este tipo de ecosistema. El trabajo de campo, que incluye el área del proyecto y el área de influencia, se encuentra asociado a la región biogeográfica desértica y vertiente occidental, a la vez se ha evidenciado la presencia de cinco unidades de vegetación representativas de estos paisajes denominados Monte Ribereño, Piso de Cactáceas, Vegetación de Quebrada estacional, Laderas y Planicies desérticas y Zonas de Cultivos, los resultados de evaluación de flora se presentan en base a estas unidades de vegetación.

#### 3.6.6.1 Metodología

Para la evaluación en campo de flora se aplicó el método de A. Gentry (1982, 1988) el cual ha sido modificado y adaptado principalmente para evaluar flora arbustiva y



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

herbácea en ecosistemas de escasa vegetación.

Este método consiste en censar, todos los individuos cuyo tallo tenga un diámetro a la altura del pecho mayor a 2.5 cm (DAP medido a 1.5 m desde la superficie del suelo), en transectos de 50 x 2 m, adicionalmente dentro del transecto se realizan parcelas 1 x 1 m para evaluar herbáceas (DAP menor a 2.5 cm), la cantidad de parcelas evaluadas se determinó en campo de acuerdo a la homogeneidad del área y su extensión. Con lo cual se obtienen datos de número de especies, número de individuos y cobertura vegetal.

En el caso de las unidades vegetales perturbadas, como zonas de cultivos, la evaluación consistió en realizar recorridos lineales de longitudes variables, con la finalidad de registrar cualitativamente el mayor número de especies vegetales cultivadas, árboles introducidos y flora invasora.

En cada uno de los transectos y parcelas evaluadas, se realizaron identificaciones de campo directas y se tomaron registros fotográficos para la determinación taxonómica con información bibliográfica, adicionalmente se registraron datos de formas de vida, estado fenológico, ubicación de las estaciones (Sistema UTM, datum WGS 84) y documentación fotográfica del área evaluada.

La determinación taxonómica fue realizada utilizando literatura especializada de Brako & Zarucchi (1993); Mostacero et al (2002 y 2007), Ferreyra (1986), Sagastegui y Leyva (1993), Ostaloza (2011) y Tovar (1993), además de comparaciones con los Herbarios virtuales del Field Museum Herbarium (1999-2013) y del Missouri Botanical Garden, así como consulta con especialistas para la confirmación de determinadas especies vegetales. Las especies determinadas fueron ordenadas bajo el sistema de clasificación APG III Bremer et al. (2009), y se empleó la citación estándar IPNI (2013). Para corroborar la validez del nombre científico se consultó con la base de datos online The Plant List (2010). Para obtener los datos de endemismo se empleó el Libro Rojo de plantas endémicas del Perú de León et al., (2006).

Para la evaluación de flora se determinaron 19 estaciones de muestreo, distribuidas en las cinco unidades vegetales descritas previamente. La ubicación de dichas unidades dependió de la accesibilidad a la zona y mayor abundancia de especies vegetales y representatividad. En la Tabla que se presenta a continuación se muestran las estaciones de monitoreo establecidas en el presente estudio.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Tabla 3.68: Ubicación de estaciones de muestreo por unidad de vegetación para el análisis de flora**

Unidad de vegetación	Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18 S		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
Monte ribereño	VEG 01	803141	8182631	1100
	VEG 02	803972	8187249	1200
	VEG 03	803859	8186628	1200
Piso de cactáceas	VEG 04	815434	8202613	1960
	VEG 05	817196	8208750	1800
	VEG 06	816213	8207085	1792
Vegetación de quebrada estacional	VEG 07	819416	8196430	1791
	VEG 08	814330	8197043	1724
	VEG 09	813748	8184125	1457
Laderas y planicies desérticas	VEG 10	812901	8201411	1600
	VEG 11	807600	8187437	1442
	VEG 12	810899	8175802	1294
	VEG 13	815446	8184035	1463
	VEG 14	805167	8188204	1262
Zona de cultivo	VEG 15	810872	8171415	1219
	VEG 16	806111	8175959	1258
	VEG 17	805046	8188334	1259
	VEG 18	809292	8193072	1400
	VEG 19	814953	8206628	1700

Elaboración: Pacific PIR

La determinación taxonómica fue realizada utilizando literatura especializada de Brako & Zarucchi (1993); Mostacero et al, (2002 y 2007), Ferreyra (1986), Sagastegui y Leyva (1993), Ostaloza (2011) y Tovar (1993), además de comparaciones con los Herbarios virtuales del Field Museum Herbarium (1999-2013) y del Missouri Botanical Garden, así como consulta con especialistas para la confirmación de determinadas especies vegetales. Las especies determinadas fueron ordenadas bajo el sistema de clasificación APG III Bremer et al. (2009), y se empleó la citación estándar IPNI (2013).

Para corroborar la validez del nombre científico se consultó con la base de datos online The Plant List (2010). Para obtener los datos de endemismo se empleó el Libro Rojo de plantas endémicas del Perú de León et al. (2006).

Para evaluar la diversidad alfa, se empleó los índices de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de Simpson y el índice de equidad de Pielou, empleando para ello el programa estadístico PAST-Palaeontological Statistics, ver. 1.50 (Hammer *et al.* 2001).



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

El índice de diversidad de Shanon & Wiener ( $H'$ ), mide la heterogeneidad combinando el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos de las diversas especies (Krebs, 1989).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S = Número de especies (la riqueza de especies)

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ).

$n_i$  = Número de individuos de la especie  $i$ .

N = Número de todos los individuos de todas las especies.

El índice de diversidad de Simpson (1-D), estima la diversidad teniendo como principio que en un ecosistema con mayor diversidad existe dominancia de especies.

El valor D, representa el índice de dominancia de Simpson (D), el cual considera la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Indica la relación entre la riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especies en cualquier sitio dado.

$$D = \sum_i \left( \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Donde:

$n_i$  = Número de individuos de especie  $i$

N = Número total de individuos

El índice de equidad de Pielou (J), mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de manera que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J' = H'/H'_{\max}$$

Donde:

$H'_{\max} = \ln S$  (S: Riqueza de especie)



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Para evaluar la diversidad beta se realizó un análisis de similitud en el programa estadístico PAST-Palaeontological Statistics, ver. 1.50 (Hammer *et al.* 2001), para estimar la similitud y elaborar el cluster se empleó el coeficiente de Jaccard.

### 3.6.6.2 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo, estuvo relacionado al número de transectos y al área evaluada. El nivel de muestreo en el total de unidades vegetales, durante las dos temporadas de evaluación equivale en total a 2,000 m (19 transectos de 50 m). El trabajo fue realizado por dos personas, un especialista en botánica, con la colaboración de un apoyo local.

En donde, las unidades vegetales de Zona de Cultivos y Laderas y Planicies desérticas registraron el mayor esfuerzo de muestro (500 m), esto se debe a que ambas unidades de vegetación representan las áreas más representativa del proyecto. En el caso de la zona de cultivo, se realizó una evaluación cualitativa al tratarse de un ambiente constantemente modificado por el hombre, al cual no se puede acceder para realizar estudios cuantitativos. En el **Anexo 3G**, se muestran las curvas de acumulación de especie.

**Tabla 3.69: Esfuerzo de muestreo en la evaluación de flora**

Unidad de vegetación	Tipo de evaluación	Temporadas	Estaciones de muestreo	Área evaluada (m <sup>2</sup> )
Monte Ribereño	Cuantitativa	Húmeda y Seca	3	300 m <sup>2</sup>
Piso de Cactáceas	Cuantitativa	Húmeda y Seca	3	300 m <sup>2</sup>
Vegetación de Quebradas estacional	Cuantitativa	Húmeda y Seca	3	300 m <sup>2</sup>
Laderas y planicies desérticas	Cuantitativa	Húmeda y Seca	5	500 m <sup>2</sup>
Zona de cultivo	Cualitativa	Húmeda y Seca	5	500 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>	<b>1 900 m<sup>2</sup></b>

Elaboración: Pacific PIR

### 3.6.6.3 Composición florístico

En el inventario florístico total, que incluye todas las estaciones de monitoreo evaluadas, se registró un total de 32 familias y 81 especies, correspondiendo tanto a flora silvestre, como a flora introducida y cultivada.

En la siguiente tabla se muestra el total de especies registradas. En la época seca, se reportaron 54 especies, mientras que en la época húmeda 78 especies, esto se debe a la mayor disponibilidad del recurso hídrico durante la época húmeda que favorece el desarrollo de especies herbáceas, sin embargo también se han reportado especies



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

exclusivas de época seca que en lugar de depender del agua, necesitan de mayor exposición a los rayos solares para proliferar.

**Tabla 3.70: Listado de especies vegetales registradas durante la época húmeda y época seca**

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Época seca	Época húmeda
1	Amaranthaceae	<i>Althernanthera sp.</i>		Hierba	X	X
2	Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	"Yuyo"	Hierba	X	X
3	Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale L.</i>	"Hierba de gallinazo"	Hierba	X	X
4	Amaranthaceae	<i>Chenopodium petiolare Kunth.</i>		Hierba	X	X
5	Anacardiaceae	<i>Schinus molle L.</i>	"Molle"	Árbol	X	X
6	Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis Lam.</i>	"sombbrero de abad"	Hierba		X
7	Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	"zanahoria"	Hierba	X	
8	Araceae	<i>Xanthosoma sp.</i>	"Oreja de elefante"	Hierba	X	X
9	Asparagaceae	<i>Oziroe sp.</i>		Hierba	X	X
10	Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia Ruiz &amp; Pav.</i>	"Pájaro bobo"	Arbusto	X	X
11	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides L.</i>	"Huarmi-Huarmi"	Hierba	X	X
12	Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides Meyen &amp; Walp.</i>	"Marju"	Arbusto	X	X
13	Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia (Ruiz &amp; Pav.) Pers.</i>	"chilca"	Arbusto	X	X
14	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	"chilca"	Arbusto		X
15	Asteraceae	<i>Bidens andicola Kunth.</i>	"amor seco"	Hierba		X
16	Asteraceae	<i>Bidens pilosa L.</i>	"amor seco"	Hierba	X	X
17	Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>		Hierba	X	X
18	Asteraceae	<i>Encelia canescens Lamark.</i>	"Mataloba"	Arbusto		X
19	Asteraceae	<i>Ophyosphorus sp.</i>		Arbusto	X	X
20	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>		Arbusto	X	X
21	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus L.</i>	"cerraja"	Hierba		X
22	Asteraceae	<i>Tagetes multiflora Kunth.</i>		Hierba	X	X
23	Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>		Hierba		X
24	Bignonaceae	<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis (Sprague) J.R.I. Wood</i>	"Cahuato"	Árbol	X	X
25	Boraginaceae	<i>Tiquilia elongata (Rusby)</i>		Hierba	X	X

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Época seca	Época húmeda
		A.T.Richardson				
26	Boraginaceae	<i>Tiquilia</i> sp.		Hierba		X
27	Boraginaceae	Boraginaceae 1		Hierba		X
28	Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F.Först.) E.F.Anderson		Suculenta	X	X
29	Cactaceae	<i>Espostoa</i> sp.		Suculenta	X	X
30	Cactaceae	<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaupel) Backeb.		Suculenta	X	X
31	Cactaceae	<i>Neoraimondia arequipensis</i> Backeb.		Suculenta	X	X
32	Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> L.	"Tuna"	Suculenta	X	X
33	Convolvulaceae	<i>Ipomoea alba</i> L.		Hierba	X	
34	Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i> L.		Hierba	X	
35	Cucurbitaceae	Cucurbitaceae		Hierba		X
36	Cyperaceae	<i>Cyperus corymbosus</i> Rottb.	"junco"	Hierba	X	X
37	Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	"Cola de caballo"	Hierba	X	X
38	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	"Higuerilla"	Arbusto	X	X
39	Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i> (L.f) Schinz & Tell.		Arbusto	X	X
40	Fabaceae	<i>Hoffmannseggia ternata</i> Phil.		Hierba	X	X
41	Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	"Pacae"	Árbol	X	X
42	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	"Alfalfa"	Hierba	X	X
43	Fabaceae	<i>Spartium junceum</i> L.	"Retama"	Arbusto	X	X
44	Fabaceae	<i>Otholobium</i> sp.	"Culen"	Hierba	X	X
45	Loasaceae	<i>Mentzelia chilensis</i> Phil.		Hierba		X
46	Malvaceae	<i>Fuertesimalva cf. peruana</i>		Hierba		X
47	Malvaceae	<i>Gossypium</i> sp.	"Algodón"	Arbusto	X	X
48	Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i> (Cav.) Krapov.		Hierba		X
49	Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	"Higo"	Árbol	X	X
50	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> L.	"Eucalipto"	Árbol	X	X
51	Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> L.		Hierba		X
52	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis ovata</i> (Ruiz & Pav.) F. Meigen.		Hierba		X
53	Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	"Pino"	Árbol	X	X



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Época seca	Época húmeda
54	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	"Llanten"	Hierba		X
55	Poaceae	<i>Arundo donax</i> L.	"Carrizo"	Hierba	X	X
56	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L). Pers.	"grama dulce"	Hierba	X	X
57	Poaceae	<i>Digitaria</i> sp.		Hierba	X	X
58	Poaceae	<i>Distichlis</i> sp.		Hierba	X	X
59	Poaceae	<i>Eragrostis nigricans</i> (Kunth) Steud.		Hierba		X
60	Poaceae	<i>Eragrostis</i> sp.		Hierba		X
61	Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubelt) P. Beauv.	"Caña brava"	Hierba	X	X
62	Poaceae	<i>Pennisetum</i> sp.		Hierba		X
63	Poaceae	<i>Phragmites australis</i> (Cabanilles) Trin ex Steud.	"Carricillo"	Hierba	X	X
64	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.		Hierba		X
65	Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	"Maíz", "Chala"	Hierba	X	X
66	Poaceae	Poaceae 1		Hierba		X
67	Poaceae	Poaceae 2		Hierba		X
68	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	"verdolaga"	Hierba	X	X
69	Portulacaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L) L.		Hierba		X
70	Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.	"Culantrillo"	Hierba		X
71	Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	"Granada"	Arbusto	X	X
72	Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willdenow.	"Sauce"	Árbol	X	X
73	Salicaceae	<i>Populus</i> sp.	"Alamo"	Árbol	X	X
74	Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	"Aji"	Hierba		X
75	Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i> L'H&Eacuter, r.	"Hierba Santa"	Arbusto	X	X
76	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.	"Tomate"	Hierba		X
77	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> L.	"Papa"	Hierba		X
78	Thyphaceae	<i>Typha</i> sp.	"Totora"	Hierba	X	X
79	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	"Verbena"	Hierba	X	X
80	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	"Uva, Vid"	Arbusto	X	X
81	Zygophyllaceae	<i>Fagonia chilensis</i> Hook. & Arn.		Hierba		X
<b>TOTAL</b>					<b>54</b>	<b>78</b>

Elaboración: Pacific PIR



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Entre los taxones más importantes, por mayor riqueza de especies, está la familia Asteraceae con 14 especies (17.28%), seguida por la familias Poaceae con 13 especies (16.05%), Fabaceae con 6 especies (7.41%) y Cactaceae con 5 especies (6.17%).

**Tabla 3.71: Familias y número de especies registradas en el área de estudio**

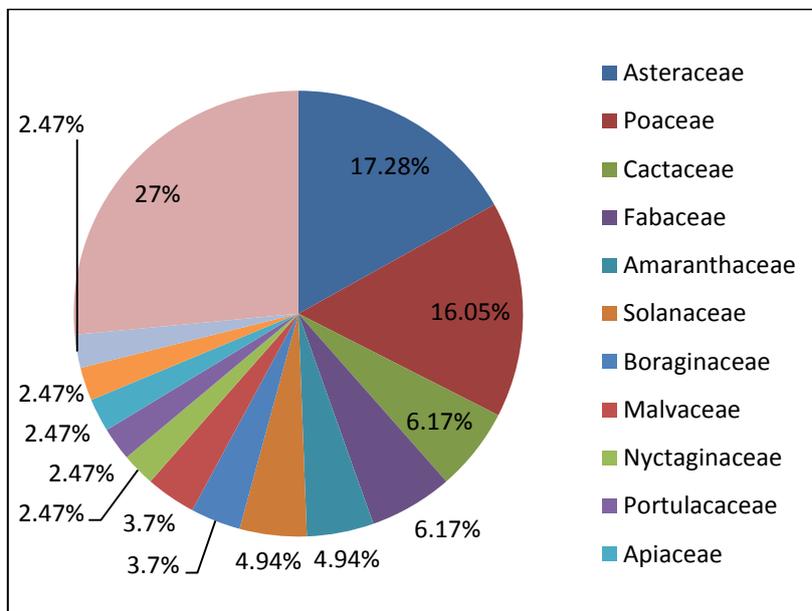
Familia	Número de especies	Porcentaje
Asteraceae	14	17.28%
Poaceae	13	16.05%
Fabaceae	6	7.41%
Cactaceae	5	6.17%
Amaranthaceae	4	4.94%
Solanaceae	4	4.94%
Boraginaceae	3	3.70%
Malvaceae	3	3.70%
Apiaceae	2	2.47%
Convolvulaceae	2	2.47%
Nyctaginaceae	2	2.47%
Portulacaceae	2	2.47%
Salicaceae	2	2.47%
Anacardiaceae	1	1.23%
Araceae	1	1.23%
Asparagaceae	1	1.23%
Bignonaceae	1	1.23%
Cucurbitaceae	1	1.23%
Cyperaceae	1	1.23%
Equisetaceae	1	1.23%
Euphorbiaceae	1	1.23%
Loasaceae	1	1.23%
Moraceae	1	1.23%
Myrtaceae	1	1.23%
Pinaceae	1	1.23%
Plantaginaceae	1	1.23%
Pteridaceae	1	1.23%
Púnicaceae	1	1.23%
Thyphaceae	1	1.23%
Verbenaceae	1	1.23%
Vitaceae	1	1.23%
Zygophyllaceae	1	1.23%
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Pacific PIR



PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL

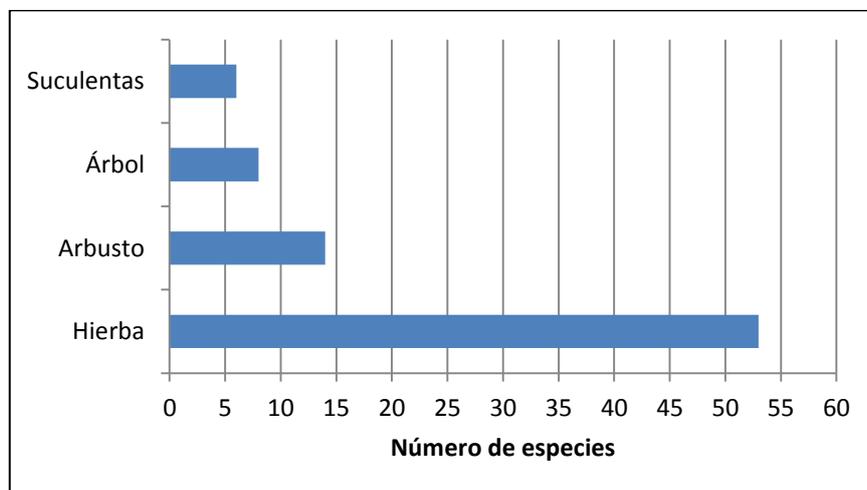
Gráfico 3.57: Familia y porcentaje de especies registradas en el área de estudio



Elaboración: Pacific PIR

Del total de especies registradas, las herbáceas son las más representativas (54 especies), seguidas por arbustos (14 especies) y árboles (8 especies), de estas últimas dos se encuentran en estado silvestre (*Schinus molle* y *Tecoma arequipensis*), y las restantes son cultivadas y generalmente empleadas a manera de cercos naturales en los bordes de las chacras. En el grupo de las suculentas (5 especies) encontramos que en su mayoría son silvestres, a excepción de *Opuntia ficus-indica* "Tuna", que es cultivada. Ver Gráfico que se muestra a continuación.

Gráfico 3.58: Composición florística por hábito de crecimiento del total de flora evaluada



Elaboración: Pacific PIR



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

En cuanto a la distribución de las taxas por unidad de vegetación, podemos observar que la Zona de Cultivo (40 especies) y el Monte Ribereño (27 especies), presentan el mayor número de especies y familias (24 y 14 familias, respectivamente), seguidos por la unidad vegetal de Piso de Cactáceas con 21 especies y 10 familias, Vegetación de Quebrada estacional con 17 especies y 11 familias, finalmente la unidad vegetal de laderas y planicies desérticas no se reportó especies vegetales. La unidad de vegetación de Vegetación de Quebrada estacional y Piso de cactáceas, presentan 10 especies en común, del mismo modo el Monte Ribereño y la Zona de Cultivos comparten también 11 especies. La Zona de Cultivo y Piso de Cactáceas solo tienen 01 especie en común. El Monte Ribereño no comparte especies con la unidad vegetal de Piso de Cactáceas ni con las Quebradas Estacional.

**Tabla 3.72: Número de familia y especie por Unidad de Vegetación**

Unidad vegetal	Número de especies	Número de familias
Monte Ribereño	27	14
Piso de cactáceas	21	10
Vegetación de Quebrada estacional	17	11
Laderas y Planicies desérticas	0	0
Zonas de cultivos	40	24

Elaboración: Pacific PIR

En los siguientes ítems se describe, la composición de la vegetación registrada en cada una de las unidades de vegetación, de acuerdo al trabajo de campo realizado. En el caso de la zona de cultivos la evaluación de campo fue complementada con información brindada por los pobladores de la zona.

➤ Monte ribereño

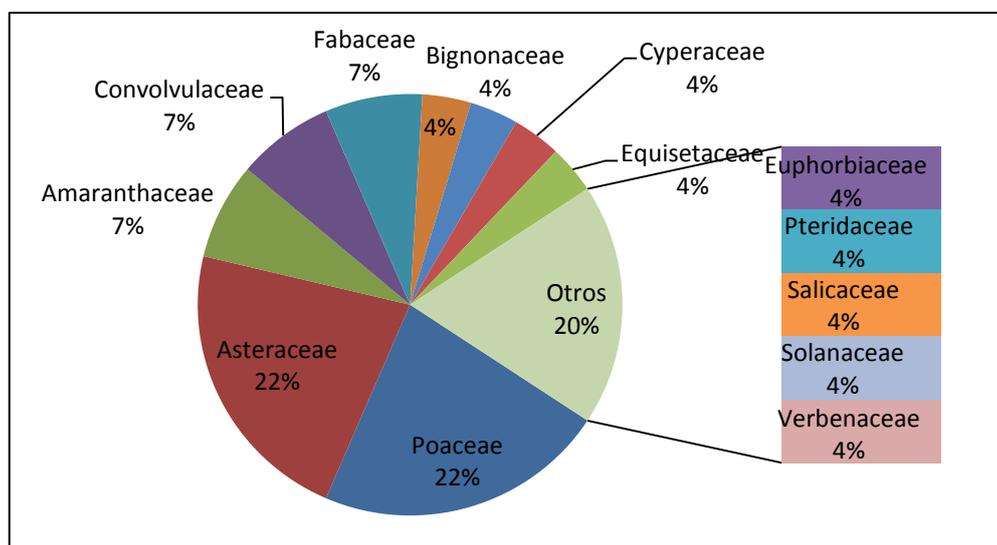
Las estaciones de muestreo del Monte ribereño estuvieron ubicadas en los márgenes de los ríos Siguas, Vitor y Quilca, estas áreas se caracterizaron por presentar suelo arenoso pedregoso de pendiente plana. Esta unidad vegetal no ocupa grandes áreas, encontrándose siempre colindante a las laderas y planicies desérticas y zonas de cultivos.

En esta unidad, se determinó un total de 25 especies vegetales, pertenecientes a 14 familias botánicas, distribuidas en hierbas, arbustos y árboles. Del total de especies registradas, las familias botánicas con mayor representatividad fueron Poaceae y Asteraceae, ambas con 22 % (6 especies), seguida por las familias Amaranthaceae y Convolvulaceae ambas con 7% (2 especies), el resto de las familias están representadas por sólo 1 especie botánica. Ver gráfico a continuación.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.59: Riqueza de especies por familia taxonómica en el Monte Ribereño**



Elaboración: Pacific PIR.

En la siguiente tabla, se muestra el total de especies reportadas en el Monte ribereño y las formas de crecimiento de cada una de las especies.

**Tabla 3.73: Lista de especies y forma de crecimiento en la Unidad Vegetal de Monte Ribereño**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA CRECIMIENTO
Amaranthaceae	<i>Althernanthera sp.</i>		Hierba
Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale L.</i>	"Hierba de gallinazo"	Hierba
Anacardiaceae	<i>Schinus molle L.</i>	"Molle"	Árbol
Asteaceae	<i>Tessaria integrifolia Ruiz &amp; Pav.</i>	"Pajaro bobo"	Arbusto
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides L.</i>	"Huarmi-Huarmi"	Hierba
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia (Ruiz &amp; Pav.) Pers.</i>	"chilca"	Arbusto
Asteraceae	<i>Bidens pilosa L.</i>	"amor seco"	Hierba
Asteraceae	<i>Ophiosphorus sp.</i>		Arbusto
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus L.</i>	"cerraja"	Hierba
Bignonaceae	<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis (Sprague) J.R.I.Wood</i>	"Cahuato"	Arbusto
Cyperaceae	<i>Cyperus corymbosus Rottb.</i>	"junco"	Hierba
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum L.</i>	"Cola de caballo"	Hierba
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis L.</i>	"Higuerilla"	Arbusto
Fabaceae	<i>Dalea coerulea (L.f) Schinz &amp; Tell.</i>		Arbusto
Papilionaceae	<i>Otobium sp.</i>	"Culen"	Arbusto
Poaceae	<i>Arundo donax L.</i>	"carrizo"	Hierba



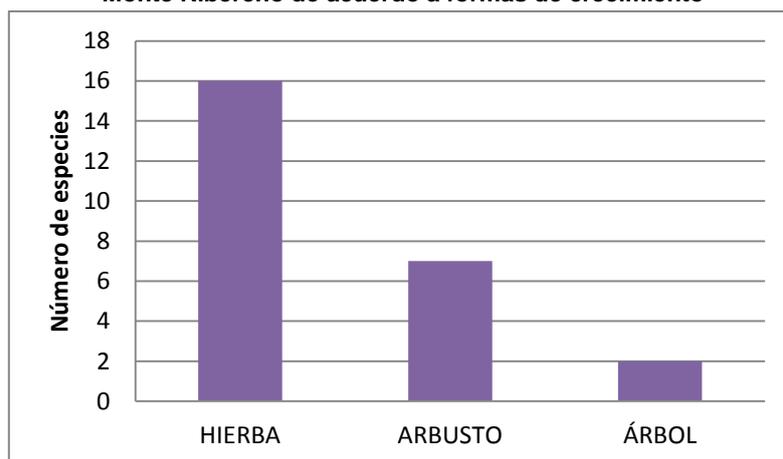
**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA CRECIMIENTO
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L). Pers.	"grama dulce"	Hierba
Poaceae	<i>Eragrostis nigricans</i> (Kunth) Steud.		Hierba
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aublet) P. Beauv	"Caña brava"	Hierba
Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i>		Hierba
Poaceae	<i>Phragmites australis</i> (Cabanilles) Trin ex Steud.	"Carricillo"	Hierba
Pteridaceae	<i>Adiantum sp.</i>	"Culantrillo"	Hierba
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willdenow.	"Sauce"	Árbol
Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i> L'H&Eacuter, r.	"Hierba Santa"	Hierba
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	"verbena"	Hierba

Elaboración: Pacific PIR.

En el siguiente gráfico, se muestra en resumen la distribución de especies por hábito de crecimiento, siendo las hierbas con 16 especies las de mayor representatividad, seguida por los arbustos, con 7 especies y los árboles, con 2 especies. Dentro del grupo de las herbáceas, se destacan las especies *Arundo donax* "Carrizo" y *Gynerium sagittatum* "Caña brava", hierbas de porte alto características de este ecosistema, además de hierbas rastreras que se desarrollan sobre sustrato arenoso o entre suelo rocoso. En el grupo de los arbustos, destaca la especie *Tessaria integrifolia* "Pájaro bobo", y entre los árboles a *Schinus molle* "molle" y *Salix humboldtiana* "Sauce".

**Gráfico 3.60: Composición de la Vegetación del Monte Ribereño de acuerdo a formas de crecimiento**



Elaboración: Pacific PIR

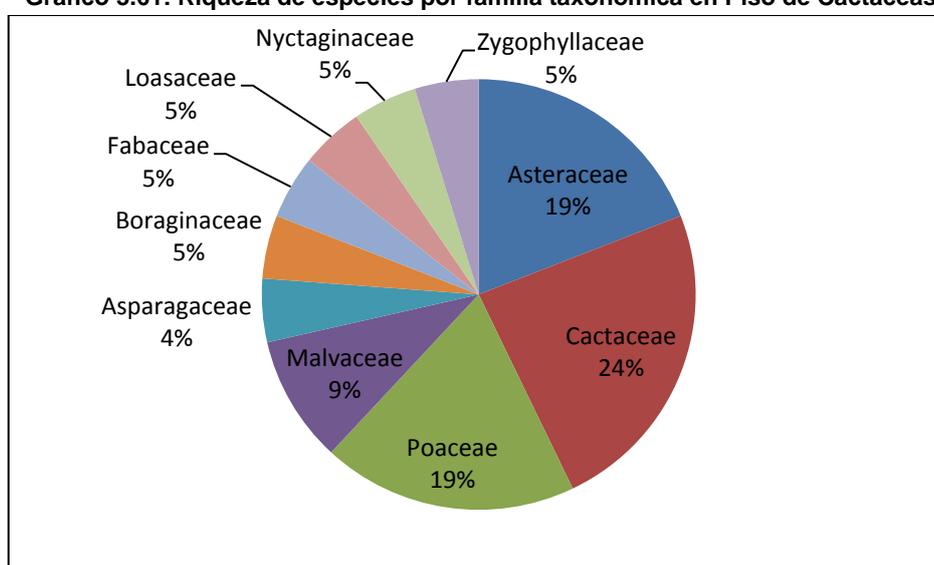
➤ **Piso de Cactáceas**

Esta unidad vegetal se ubica en quebradas y laderas de cerros (entre 1,749 y 1,972 msnm), con suelo rocoso, de difícil acceso por sus pendientes elevadas que varían entre 30% a 70%.

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

En las estaciones evaluadas se ha determinado, un total de 22 especies, distribuidas en 10 familias taxonómicas, distribuidas en Hierbas, Arbustos y Suculentas (ver Tabla N° 3.73). Del total de familias determinadas en esta unidad vegetal, la familia Cactaceae representa el 24 % (6 especies), seguida por las familias Asteraceae y Poaceae ambas con 19% para cada una (4 especies), seguida por la familia Malvaceae con 9% (2 especies), el resto de las familias están representadas por sólo 1 especie.

**Gráfico 3.61: Riqueza de especies por familia taxonómica en Piso de Cactáceas**



Elaboración: Pacific PIR.

En la siguiente tabla se muestra, el total de especies reportadas en la unidad vegetal de Piso de Cactácea con sus respectivas formas de crecimiento.

**Tabla 3.74: Lista de especies y forma de crecimiento en la Unidad Vegetal de Piso de Cactáceas**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE CRECIMIENTO
Asparagaceae	<i>Oziroë</i> sp.		Hierba
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp.	"Marju"	Arbusto
Asteraceae	<i>Bacharis</i> sp.	"Chilco"	Arbusto
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.		Hierba
Asteraceae	<i>Tagetes multiflora</i> Kunth.		Hierba
Boraginaceae	<i>Tiquilia elongata</i> (Rusby) A.T.Richardson		Hierba
Cactaceae	<i>Browningia candelaris</i> (Meyen) Britton & Rose		Suculenta
Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F.Först.) E.F.Anderson		Suculenta
Cactaceae	<i>Espositoa</i> sp.		Suculenta



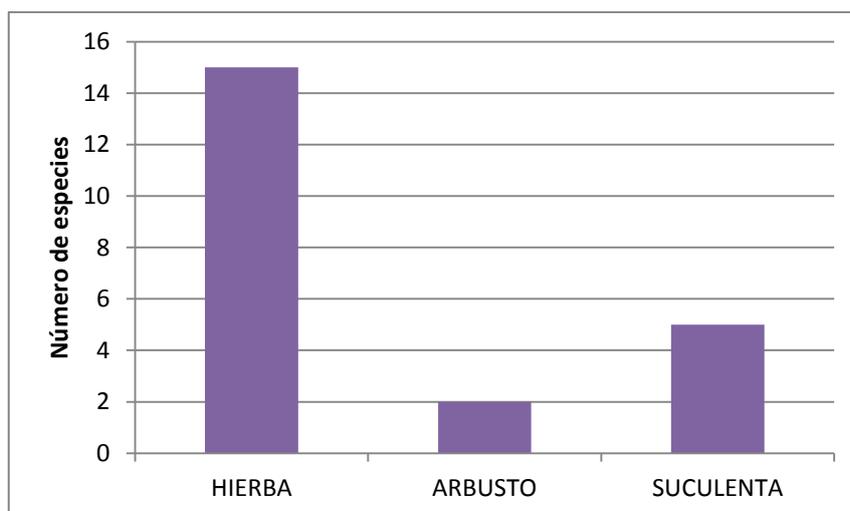
**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE CRECIMIENTO
Cactaceae	<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaupel) Backeb.		Suculenta
Cactaceae	<i>Neoraimondia arequipensis</i> Backeb.	"candelabro o Gigantón"	Suculenta
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia ternata</i> Phil.		Hierba
Loasaceae	<i>Mentzelia chilensis</i> Phil.		Hierba
Malvaceae	<i>Fuertesimalva cf. peruana</i>		Hierba
Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i> (Cav.) Krapov.		Hierba
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> L.		Hierba
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis ovata</i> (Ruiz & Pav.) F. Meigen.		Hierba
Poaceae	<i>Eragrostis</i> sp.		Hierba
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.		Hierba
Poaceae	Poaceae 1		Hierba
Poaceae	Poaceae 2		Hierba
Zygophyllaceae	<i>Fagonia chilensis</i> Hook. & Arn.		Hierba

Elaboración: Pacific PIR

En el siguiente gráfico, se puede apreciar que el grupo de las herbáceas presenta el mayor número de especies (15 especies), seguida por el grupo de las suculentas (5 especies) y finalmente los arbustos (2 especies). En esta unidad vegetal, no se reportó ninguna especie arbórea.

**Gráfico 3.62: Composición de la Vegetación del Piso de Cactáceas de acuerdo a formas de vida**



Elaboración: Pacific PIR.



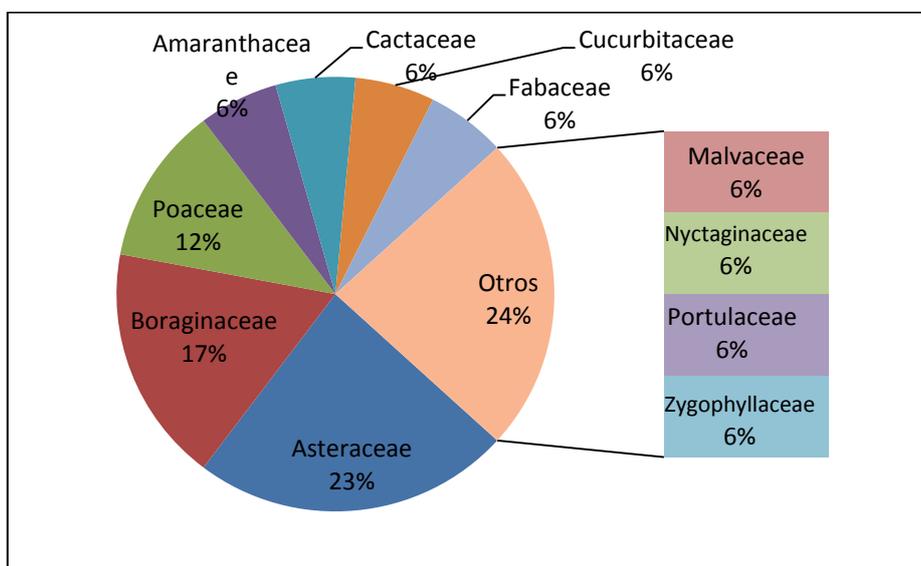
**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

➤ **Vegetación de Quebrada estacional**

Esta unidad de vegetación, se ubica como parches de vegetación en las planicies desérticas, se caracterizan por presentar pendientes ligeramente inclinadas, con escasa vegetación de porte bajo (menor a 40 cm). En esta unidad vegetal, se han reportado un total de 17 especies, distribuidas en 11 familias taxonómicas (ver Tabla N° 66).

Del total de familias taxonómicas, la familia con mayor número de especies fue la Asteraceae con 4 especies (23%), seguida por las familias Boraginaceae con 3 especies (17 %) y Poaceae, con 2 especies (12%). Ver el gráfico siguiente.

**Gráfico 3.63: Riqueza de especies por familias botánicas en Vegetación de Quebrada estacional**



Elaboración: Pacific PIR.

En la siguiente tabla, se muestra el total de especies reportadas en la Vegetación de Quebrada estacional con sus respectivas formas de crecimiento.

**Tabla 3.75: Lista de especies y forma de crecimiento en la Unidad Vegetal de Vegetación de Quebrada estacional**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE CRECIMIENTO
Amaranthaceae	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth.		Hierba
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp.	"Marju"	Arbusto
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.		Hierba
Asteraceae	<i>Encelia canescens</i> Lamark.		Arbusto
Asteraceae	<i>Tagetes</i> sp.		Hierba
Boraginaceae	<i>Tiquilia</i> sp.		Hierba
Boraginaceae	<i>Tiquilia elongata</i> (Rusby) A.T.Richardson		Hierba



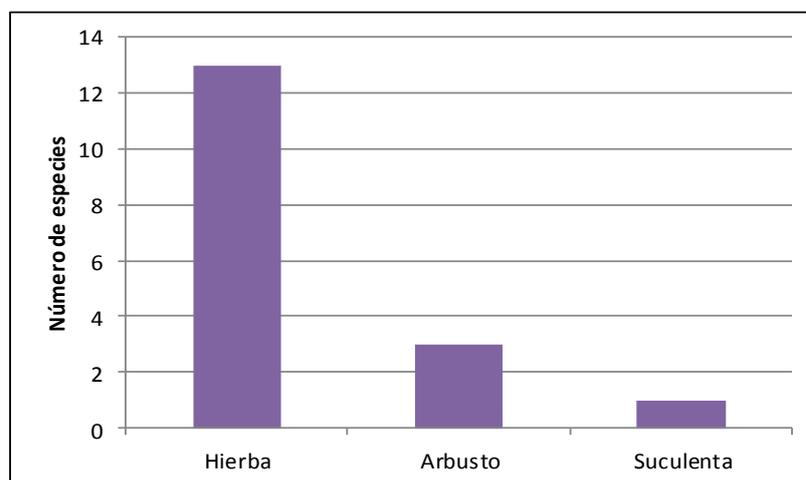
**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE CRECIMIENTO
Boraginaceae	Boraginaceae sp1.		Arbusto
Cactaceae	<i>Haageocereus decumbens</i>	"cola de zorro"	Suculenta
Cucurbitaceae	Cucurbitaceae		Hierba
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia ternata</i> Phil.		Hierba
Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i> (Cav.) Krapov.		Hierba
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> L.		Hierba
Poaceae	<i>Eragrostis</i> sp.		Hierba
Poaceae	Poaceae 1		Hierba
Portulacaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.		Hierba
Zygophyllaceae	<i>Fagonia chilensis</i> Hook. & Arn.		Hierba

Elaboración: Pacific PIR

En el gráfico que se muestra a continuación, se puede apreciar que de acuerdo a la forma de vida, el grupo de las herbáceas presenta el mayor número de especies (13 especies), seguida por el grupo de los arbustos (3 especies) y finalmente las suculentas (1 especie). En esta unidad vegetal, no se reportó ninguna especie arbórea.

**Gráfico 3.64: Composición de la Vegetación de acuerdo a formas de vida en Vegetación de Quebrada estacional**



Elaboración: Pacific PIR.

➤ **Laderas y planicies desérticas**

En las laderas y planicies desérticas, no se reportaron especies vegetales silvestres, ni introducidas.

➤ **Zonas de Cultivos**

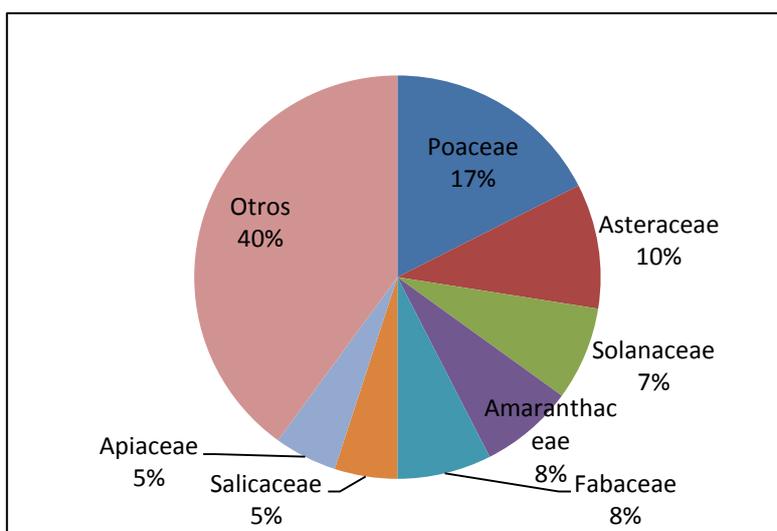
Se registraron un total de 40 especies vegetales, las cuales se distribuyeron en 23 familias taxonómicas (ver Tabla N° 67), siendo la familia Poaceae, la que presenta mayor



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

representatividad, con 18% (7 especies), seguida por la Familia Asteraceae con 10% (4 especies) y las familias Amaranthaceae y Fabaceae, ambas con 8% (3 especies). Ver gráfico siguiente.

**Gráfico 3.65: Familias botánicas con mayor riqueza de especies en Zona de cultivo**



Elaboración: Pacific PIR.

En la siguiente tabla se muestra el total de especies reportadas en las zonas de cultivos con sus respectivas formas de crecimiento.

**Tabla 3.76: Lista de especies y forma de crecimiento en la Unidad Vegetal de Zona de Cultivo**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE CRECIMIENTO
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i> sp.		Hierba
Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.	Hierba de gallinazo	Hierba
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.	"Yuyo"	Hierba
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	"Molle"	Árbol
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	"Zanahoria"	Hierba
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariense</i> Lam.	"sombrecito de abad"	Hierba
Araceae	<i>Xanthosoma</i> sp.	"Oreja de elefante"	Hierba
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	"chilca"	Arbusto
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> Kunth.	"amor seco"	Hierba
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.		Arbusto
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	"Pájaro bobo"	Arbusto
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> L.	"Tuna"	Cactus
Cyperaceae	<i>Cyperus corymbosus</i> Rottb.	"junco"	Hierba
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	"Cola de caballo"	Hierba
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	"Higuerilla"	Arbusto



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE CRECIMIENTO
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	"Pacae"	Árbol
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	"Alfalfa"	Hierba
Fabaceae	<i>Spartium junceum</i> L.	"Retama"	Arbusto
Malvaceae	<i>Gossypium</i> sp.	"Algodón"	Arbusto
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	"Higo"	Árbol
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> L.	"Eucalipto"	Árbol
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	"Pino"	Árbol
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	"Llanten"	Hierba
Poaceae	<i>Arundo donax</i> L.	"Carrizo"	Hierba
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers.	"grama dulce"	Hierba
Poaceae	<i>Digitaria</i> sp.		Hierba
Poaceae	<i>Distichlis</i> sp.		Hierba
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubelt) P. Beauv.	"Caña brava"	Hierba
Poaceae	<i>Pennisetum</i> sp.		Hierba
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	"Maíz", "Chala"	Hierba
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	"verdolaga"	Hierba
Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	"Granada"	Arbusto
Salicaceae	<i>Populus</i> sp.	"Álamo"	Árbol
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willdenow.	"Sauce"	Árbol
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	"aji"	Hierba
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.	"Tomate"	Hierba
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> L.	"Papa"	Hierba
Thyphaceae	<i>Typha</i> sp.	"Totora"	Hierba
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	"verbena"	Hierba
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	"Uva"	Arbusto
<b>TOTAL</b>			

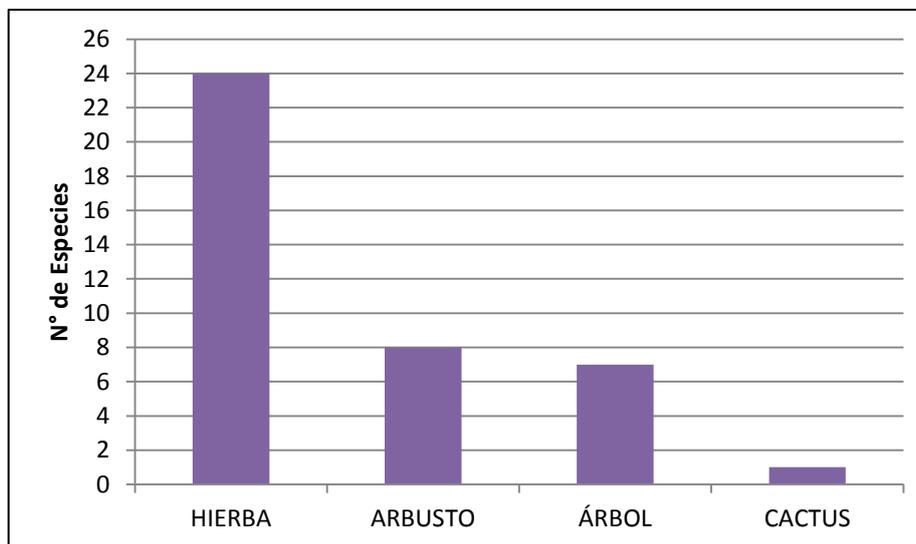
Elaboración: Pacific PIR

En el siguiente gráfico, se observa la composición florística por hábitos de crecimiento. Se observa que la mayoría de especies registradas pertenecen al grupo de las hierbas, con 24 especies, seguida por las especies arbustivas con 8 especies, arbóreas con 7 especies y suculentas con 1 especie.



**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

**Gráfico 3.66: Composición de acuerdo a formas de vida Zona de Cultivo**



Elaboración: Pacific PIR.

#### 3.6.6.4 Abundancia y cobertura vegetal

##### ➤ Monte Ribereño

En la siguiente tabla, se muestra que del total de especies registradas en esta unidad vegetal para un área total de 300 m<sup>2</sup> (3 estaciones de muestreo), se registraron un total de 27 especies y 14 familias taxonómicas. En la época seca, se reportaron un total de 23 especies y 179 individuos, mientras que en la época húmeda, se reportó 25 especies y 255 individuos. Ver **Anexo 3G**.

**Tabla 3.77: Abundancia y cobertura Vegetal evaluada en el Monte Ribereño**

Familia	Especie	Época seca			Época húmeda		
		Abundancia (indiv.)	Densidad Absoluta (Abun/400 m <sup>2</sup> )	Cobertura vegetal	Abundancia (indiv.)	Densidad Absoluta (Abun/400 m <sup>2</sup> )	Cobertura vegetal
Amaranthaceae	<i>Alernanthera sp.</i>	5	0.013	0.5%	8	0.020	0.5%
Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale</i>	6	0.015	0.3%	7	0.018	0.3%
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	5	0.013	10.0%	5	0.013	10.0%
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i>	7	0.018	11.0%	7	0.018	11.0%
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	4	0.010	0.5%	4	0.010	0.5%
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	6	0.015	2.0%	6	0.015	2.0%
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	15	0.038	0.5%	15	0.038	0.5%
Asteraceae	<i>Ophiosphorus sp.</i>	6	0.015	1.0%	6	0.015	1.0%
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0.000	0.0%	16	0.040	0.5%

**PROYECTO MAJES-SIGUAS ETAPA II  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - 03. LINEA BASE AMBIENTAL**

Familia	Especie	Época seca			Época húmeda		
		Abundancia (indiv.)	Densidad Absoluta (Abun/400 m <sup>2</sup> )	Cobertura vegetal	Abundancia (indiv.)	Densidad Absoluta (Abun/400 m <sup>2</sup> )	Cobertura vegetal
Bignonaceae	<i>Tecoma arequipensis</i>	3	0.008	8.0%	3	0.008	8.0%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea alba</i>	1	0.003	0.3%	0	0.000	0.0%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i>	1	0.003	0.3%	0	0.000	0.0%
Cyperaceae	<i>Cyperus corymbosus</i>	5	0.013	2.0%	5	0.013	2.0%
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i>	4	0.010	2.0%	4	0.010	2.0%
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	8	0.020	3.0%	8	0.020	3.0%
Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i>	2	0.005	1.0%	2	0.005	1.0%
Fabaceae	<i>Otholobium sp.</i>	2	0.005	1.0%	2	0.005	1.0%
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	15	0.038	8.0%	15	0.038	8.0%
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	34	0.085	4.0%	34	0.085	4.0%
Poaceae	<i>Eragrostis nigricans</i>	0	0.000	0.0%	26	0.065	3.0%
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	18	0.045	8.0%	18	0.045	8.0%
Poaceae	<i>Pennisetum sp.</i>	0	0.000	0.0%	23	0.058	5.0%
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	8	0.020	1.0%	8	0.020	1.0%
Pteridaceae	<i>Adiantum sp.</i>	0	0.000	0.0%	9	0.023	2.0%
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	3	0.008	8.0%	3	0.008	8.0%
Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i>	2	0.005	1.0%	2	0.005	1.0%
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	19	0.048	4.0%	19	0.048	4.0%
	<b>TOTAL</b>	<b>179</b>	<b>0.448</b>	<b>77.4%</b>	<b>255</b>	<b>0.020</b>	<b>87.3%</b>

Elaboración: Pacific PIR.

La abundancia de especies durante la época húmeda y época seca es similar en la mayoría de especies. En la época seca, las especies con mayor abundancia fueron *Cynodon dactylon* (34 ind.), *Verbena litoralis* (19 ind), *Gynerium sagittatum* (18 ind.), *Arundo donax* (15 ind.) y *Bidens pilosa* (15 ind.). Para la época húmeda, la especie con mayor abundancia fue *Cynodon dactylon* (34 ind.), seguida por especies *Eragrostis nigricans* (26 ind), *Pennisetum sp.* (23 ind.), cabe resaltar que estas dos últimas no se reportaron en la época seca, al igual que las especies *Adiantum sp.* y *Sonchus oleraceus*. Las especies *Ipomoea alba* e *Ipomoea cairica*, se presentaron únicamente durante la época seca.



