REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA
DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES

P E R F I L

AFIANZAMIENTO HIDRICO DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE-STA CRUZ-PALPA

VOLUMEN II
ESTUDIOS BÁSICOS

Anexo 1: Investigaciones Básicas

Lima, Octubre 2009

VOLUMEN II
ESTUDIOS BASICOS

1.3 CARACTERIZACION AGROLOGICA DE SUELOS

I N D I C E

		Pág.
	AGROLOGIA	1
1.	Fisiografía	1
2.	Metodología	2
3.	Descripción de los suelos	4
	▪ Valle de Palpa	4
	▪ Valle de Santa Cruz	5
	▪ Valle de Río Grande	7
	▪ Valle de Viscas	8
4.	Clasificación de Tierras según su aptitud para riego	9
	▪ Tierras de clase 1	10
	▪ Tierras de clase 2	10
	▪ Tierras de clase 3	10
	▪ Tierras de clase 4	11
	▪ Tierras de clase 6	11

AGROLOGÍA

Como resultado de la recopilación de información existente, se ha efectuado una síntesis de las características agrológicas de los valles componentes del sistema Río Grande (Palpa, Río Grande, Santa Cruz y Viscas), habiéndose efectuado una actualización de las superficies de cada valle con la utilización de imágenes satelitales de archivo.

La superficie total bruta comprendida en el presente estudio, es de 4 929,4 ha, Distribuidas en los cuatro (4) valles que comprende el ámbito del proyecto. Dentro de esta superficie bruta, se incluyen las tierras actualmente cultivadas bajo riego y en descanso, así como las áreas misceláneas (colinas, quebradas, centros poblados, etc.).

Adicionalmente a estas superficies, se ha determinado la existencia de 1 189,6 ha, de tierras eriazas que podrían ser incorporadas al riego mediante obras de conducción. Su inclusión, dependerá del resultado del estudio de suelos y clasificación de tierras, que se efectuará en las etapas de preinversión siguientes.

SUPERFICIE TOTAL BRUTA DEL PROYECTO

VALLES/PAMPAS	AREA (ha)
Río Grande	1417.6
Palpa	801.3
Viscas	1057.2
Santa Cruz	1653.3
SUB - TOTAL	**4929.4**
PAMPAS	1189,6
TOTAL	**6119,0**

1. FISIOGRAFÍA

La fisiografía predominante está constituida por cinco (5) paisajes: i) Llanura de inundación; ii) Llanura aluvial o de sedimentación; iii) Abanicos aluviales; iv) Llanura coluvio-aluvial local, y v) Llanura eólica.

- Llanura de inundación, localizada a ambos lados de los ríos, están sujetas a inundaciones periódicas, presentan perfiles de suelos arenosos a franco arenosos con canto rodado.

- Llanura de sedimentación, son formaciones originadas por los depósitos fluviales que han dado origen a terrazas de diferentes niveles, presentan suelos profundos, estratificados, con presencia de láminas delgadas de limo y de textura media a fina.

- Abanicos aluviales, originados por los derrames o abanicos de aquellas quebradas cortas y secas que confluyen en los valles, dando origen a suelos medianamente profundos, con ligera pendiente no mayor de 5%, y con presencia de gravilla y gravas en el subsuelo.

- Llanura coluvio –aluvial local, originados por materiales mixtos, que han sido arrastrados de los cerros circundantes y planicies adyacentes, dando origen a perfiles de suelos con textura moderadamente gruesa acompañados de materiales gravosos, cascajo y piedras.

- Llanura eólica, constituido por formaciones eólicas, arenosos, que han sido transportados por el viento, dando origen a suelos de textura arenosa, profundos, sueltos, sin estructura y de topografía variable. Estos suelos se distribuyen principalmente en la parte baja del valle de Santa Cruz

2. METODOLOGÍA

El presente Estudio se ha desarrollado en las siguientes etapas:

- Etapa de Gabinete 1

En esta fase preliminar, se ha efectuado la recopilación, análisis e interpretación de los estudios anteriores realizados en el ámbito del proyecto, así como la obtención de la información cartográfica y satelital existente.

Asimismo, durante esta etapa, se efectuó el análisis fisiográfico e interpretación de la imagen satelital, delineando los diferentes paisajes y sub paisajes. Como resultado de este trabajo, se elaboró la Leyenda Fisiográfica preliminar.

- Etapa de campo

Esta etapa comprendió inicialmente un reconocimiento general del área de estudio, verificándose las unidades fisiográficas delimitadas preliminarmente, la accesibilidad a los diferentes predios y centros poblados, las características topográficas (pendiente y relieve), áreas afectadas por salinidad y mal drenaje.

Excavación de calicata

Durante esta fase, se afinaron las unidades fisiográficas caracterizándolas inicialmente hasta el nivel de paisaje, así como la delimitación de los diferentes niveles de terrazas.

Para la ubicación de las calicatas, se partió del principio que una buena fotointerpretación apoyada por datos climáticos, geológicos y geomorfológicos permitiría una adecuada relación: suelo – paisaje, lo que facilitó una buena distribución de las observaciones (calicatas), sobre todo en áreas homogéneas, que han recibido influencia de los mismos factores y procesos de formación y dan como resultado suelos similares para cada unidad fisiográfica.

Cada observación fue examinada cuidadosamente y sus horizontes fueron descritos, anotándose su profundidad, color, textura, estructura, modificador textural, porosidad, consistencia, permeabilidad, presencia de capas endurecidas. Asimismo, se evaluó la profundidad efectiva, condiciones de drenaje natural, presencia o ausencia de moteos,

En el área circundante a la calicata, se describieron aspectos relacionados con el paisaje: pendiente, relieve, presencia de pedregosidad superficial, grado de disección, tipo de erosión.

Especialista, examinando el perfil del suelo

- Etapa de Gabinete 2

Con la información obtenida de la etapa de campo, se realizó el trabajo final de gabinete que consistió en las siguientes actividades:

- Análisis de la información recopilada en campo y descripción de las unidades de mapeo y taxonómicas. Se ha efectuado una correlación de los diferentes suelos identificados, agrupándolos a nivel de series y fases.

- Elaboración de la memoria descriptiva del Estudio Agrológico, acompañada de cuadros que permiten que la memoria sea lo

suficientemente explicativa y comprensible para ser utilizada fácilmente en estudios posteriores.

3. *DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS*

- Valle de Palpa

Ocupa una superficie bruta total de 801,3 ha. Los suelos predominantes en este valle se localizan en la llanura de sedimentación y se caracterizan por presentar textura media a moderadamente fina, franco a franco arenosos a franco limoso, principalmente. Presentan una topografía plana a ligeramente inclinada con pendientes entre 1 – 3% y relieves planos, con buen drenaje natural.

AREA TOTAL DEL VALLE DE PALPA

MARGEN	AREA (ha)	%
Derecha	321,1	40,1
Izquierda	480,2	59,9
TOTAL	**801,3**	**100,0**

El perfil representativo del valle es el siguiente:

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 30	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 3/3.5), en húmedo, franco arenoso, friable, estructura granular fina, sin raíces, regular porosidad, sin modificador textural, límite claro al
AC	30 - 70	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo oscuro (10 YR 3/3)en húmedo, franco, friable, estructura en bloques subangulares, fuertes, sin raíces, regular porosidad, sin modificador textural, límite difuso al
C1	70 - 120	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, franco, masivo, friable, estructura en bloques subangulares, sin raíces, escasa porosidad, sin modificador textural, límite claro al
C2	120 - 150	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, franco arenoso, friable, masivo, sin raíces, escasa porosidad, sin modificador textural.

Perfil de suelo en el valle de Palpa

En la llanura de inundación los suelos son medianamente profundos con horizontes superficiales de textura media: franco arenoso, franco, que descansan sobre horizontes areno-gravosos.

- Valle de Santa Cruz

Ocupa una superficie de 1 653,3 ha. Los suelos que predominan en este valle se localizan en la llanura de sedimentación y en la llanura eólica y se caracterizan por presentar textura media a fina, franco arenosos a franco/franco arcillosos. Presentan una topografía plana a ligeramente inclinada con pendientes entre 1 – 3% y relieves planos, con buen drenaje natural.

AREA TOTAL DEL VALLE DE SANTA CRUZ

MARGEN	AREA (ha)	%
Derecha	1114,4	67,4
Izquierda	538,9	32,6
TOTAL	**1653,3**	**100,0**

El perfil representativo del valle es el mismo que para el valle de Palpa, sin embargo, en el caso de la llanura eólica, el perfil representativo es el siguiente:

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 15	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo (10 YR 4/3) en húmedo, franco arenoso, suave, estructura granular débil, escasas raíces, regular porosidad, sin modificador textural, límite claro al
C1	15 - 60	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo (10 YR 4/3) en húmedo, franco limoso, friable, estructura en bloques medios, firmes, escasa porosidad, sin raíces, sin modificador textural, limite difuso al.
C2	60 - 120	De color pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo (10 YR 4/3) en húmedo, franco arcilloso, estructura en bloques, medios, friable, escasa porosidad, sin raíces, sin modificador textural,

Perfil de suelo en el valle de Santa Cruz

En los perfiles de suelos estudiados en el valle de Santa Cruz, en la parte media del valle, se han podido identificar suelos finos, profundos, estratificados, con textura franco a franco arcilloso, con películas delgadas de limo ubicadas a diferentes profundidades, que los hace muy retentivos.

La aplicación de agua de riego en pozas durante la época de avenida, es una costumbre generada por los agricultores con el fin de disponer de agua suficiente que permita satisfacer la demanda de los cultivos. Los bordos que circundan la poza tienen una altura aproximada de 0,70 – 0,80 m.

Pozas en el valle de Santa Cruz

Los cultivos intensivos cuya siembra se realiza en el mes de marzo, utilizan la humedad de las pozas para su crecimiento vegetativo, sumándose posteriormente, la humedad proporcionada por la "blandura" que consiste en la condensación de la neblina que se presenta anualmente durante los meses de Junio y Julio.

- Valle de Río Grande

Ocupa una superficie de 1 417,6 ha. Los suelos predominantes en este valle se localizan en la llanura de sedimentación no inundables y se caracterizan por presentar textura media, franco arenosos, con un substrato gravoso. Presentan una topografía plana a ligeramente inclinada con pendientes entre 1 – 3% y relieves planos, con buen drenaje natural.

AREA TOTAL DEL VALLE RÍO GRANDE

MARGEN	AREA (ha)	%
Derecha	464,9	32,8
Izquierda	952,7	67,2
TOTAL	**1417,6**	**100,0**

El perfil representativo del valle es el siguiente:

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 45	De color pardo oscuro a pardo gris muy oscuro (10 YR 3/2.5), franco arenoso fino, friable, estructura granular fina, débil, bajo contenido de materia orgánica: 1,2 %; pH ligeramente alcalino (7,8); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca); mediano contenido de sales (CE: 14,1 mmhos/cm), alto sodio intercambiable (15,4%), límite claro al
C1	45 - 75	De color pardo oliváceo (2.5 Y 4/4), franco arenoso, suelto, bajo contenido de materia orgánica: 0,8 %; pH fuertemente alcalino (8,9); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca), baja concentración de sales (CE: 1,02 mmhos/cm), bajo sodio intercambiable (9,4%), límite difuso al
C1	75 - 120	De color pardo oliváceo (2.5 Y 4/4), arena franca fina, suelto, sin estructura, bajo contenido de materia orgánica: 0,6 %; pH fuertemente alcalino (8,8); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca), baja concentración de sales (CE: 0,8 mmhos/cm), bajo sodio intercambiable, (11,0%), límite difuso al
C2	120 - 150	Horizontes de textura variable entre arena y franco arenoso grueso. En este estrato se ha constatado la presencia de elemento gravoso entre 20% y 60%.

- Valle de Viscas

Ocupa una superficie de 1 057,2 ha. Debido a su geogénesis, las características edafológicas- de este valle son similares al valle de Palpa, por lo que el perfil representativo es el mismo. Se caracterizan por presentar textura media a moderadamente fina, franco arenosos a franco limosos, principalmente. Presentan una topografía plana a ligeramente inclinada con pendientes entre 1 – 3% y relieves planos, con buen drenaje natural.

AREA TOTAL DEL VALLE VISCAS

MARGEN	AREA (ha)	%
Derecha	367,7	34,8
Izquierda	689,5	65,2
TOTAL	**1057,2**	**100,0**

El perfil representativo del valle es el siguiente:

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 30	De color pardo a pardo amarillento oscuro (10 YR 3/3.5), franco arenoso, friable, estructura granular fina, débil, bajo contenido de materia orgánica: 1,7 %; pH ligeramente alcalino (7,6); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca); bajo contenido de sales (CE: 3,8 mmhos/cm), bajo sodio intercambiable (3,2%), límite claro al
AC	30 - 70	De color pardo oscuro (10 YR 3/3), franco arenoso, friable, estructura granular fina, débil, bajo contenido de materia orgánica: 0,9 %; pH moderadamente alcalino (8,4); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca), baja concentración de sales (CE: 0,4 mmhos/cm), bajo sodio intercambiable (6,3%), límite difuso al
C1	70 - 120	De color pardo oscuro (10 YR 3/3), franco arenoso, masivo, friable,bajo contenido de materia orgánica: 0,7 %; pH moderadamente alcalino (8,4); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca), baja concentración de sales (CE: 0,3 mmhos/cm), bajo sodio intercambiable, (4,7%), límite difuso al
C2	120 - 150	De color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), franco arenoso, friable, masivo, bajo contenido de materia orgánica: 1,7 %; pH moderadamente alcalino (7,9); bajo contenido de calcáreo (CO3Ca); baja concentración de sales (CE 2,5 mmhos/cm), bajo sodio intercambiable.

3. CLASIFICACIÓN DE TIERRAS SEGÚN SU APTITUD PARA RIEGO

El objetivo fundamental de una clasificación de tierras para riego, es determinar la calidad de las tierras, para los fines de aplicación de una política racional de riego permanente.

Los valles comprendidos en el presente estudio, constituyen áreas agrícolas desarrolladas, cultivadas bajo riego desde hace muchos años. Las tierras cultivadas, han sido acondicionadas progresivamente para propósitos de riego, habiéndose realizado transformaciones y mejoras por sus propietarios, con el fin de mantener cosechas rentables.

En los valles de Palpa, Viscas, Santa Cruz y Río Grande, ubicados en el ámbito del proyecto, predominan las tierras de las clases 1, 2 y 3 y en menor proporción se localizan las tierras de clase 4 y 6.

- **Tierras de clase 1**

Estas tierras predominan en los valles de Palpa, Viscas y Santa Cruz, ocupando el 58 % de la superficie de cada uno, mientras que en el valle de Río Grande representan el 25% de su superficie.

Las tierras de clase 1 son consideradas las de más alta calidad agrológica dentro de los valles, son tierras con una topografía plana y uniforme, con pendientes suaves, entre 1 y 2%, con un perfil de suelo muy profundo, de textura media, de buena porosidad y permeabilidad. Presentan buen drenaje y están libres de acumulación de sales solubles. Estas tierras no requieren de labores especiales y su explotación agrícola se realiza dentro de márgenes económicamente amplios.

- **Tierras de clase 2**

Estas tierras ocupan el 5% en los valles de Palpa y Viscas, en el valle de Santa Cruz representa el 2% y en el valle de Río Grande ocupa el 1%.

Las tierras de clase 2 presentan ligeras deficiencias que las hacen de calidad inferior a las tierras comprendidas en la clase 1. Su capacidad productiva es más baja y requieren prácticas agrícolas más intensivas y a costos más elevados.

Las mayores limitaciones estás referidas a las texturas principalmente, se tratan de suelos arenosos, poco retentivos de humedad. Son tierras con una topografía heterogénea, con pendientes ligeramente inclinadas, con un perfil de suelo medianamente profundo, de textura gruesa, de buena porosidad y permeabilidad. Presentan buen drenaje y están libres de acumulación de sales solubles.

- **Tierras de clase 3**

Estas tierras predominan en el valle de Río Grande en el que ocupan el 37%, mientras que en los valles de Palpa, Viscas y Santa Cruz, representan el 13%.

Las tierras de clase 3 presentan deficiencias más acentuadas que las hacen de calidad inferior a las tierras comprendidas en las clases 1 y 2. Requieren de prácticas de manejo y correctivas mucho más intensas que las tierras de la clase 2 con el fin de ubicarlas dentro de un marco productivo económicamente favorable.

Las mayores limitaciones estás referidas al factor suelo: escasa profundidad efectiva, exceso de fragmentos gruesos dentro del perfil del suelo, texturas ligeras, acumulación de sales, características topográficas desfavorables con pendientes más inclinadas.

- **Tierras de clase 4**

Estas tierras representan solamente el 1 - 2% en los valles de Santa Cruz y Río Grande, mientras que en los valles de Palpa y Viscas ocupan el 10% de su superficie.

El aprovechamiento de estas tierras es mucho más limitado que el de las clases antes descritas, debido a las severas deficiencias de los factores suelo y drenaje. Las fuertes limitaciones, impiden que estas tierras alcancen los niveles de productividad de las tierras de mejor calidad, requieren de prácticas correctivas muy intensas y a costos muy altos, a fin de ubicarlas dentro de un marco de producción económicamente favorable.

Las mayores limitaciones se refieren, a la presencia de suelos muy superficiales y de escasa retentividad, perfiles de suelo con texturas ligeras, alta acumulación de fragmentos gruesos dentro del perfil y en la superficie, condiciones topográficas heterogéneas, presencia de la tabla de agua a menos de 1 m, de la superficie y fuerte acumulación de sales solubles.

- **Tierras de clase 6**

En los valles de Palpa y Viscas estas tierras ocupan el 14%, en el valle de Santa Cruz ocupan el 26% de su superficie, y en el valle de Río Grande representan el 35% del valle. Estas tierras son consideradas inapropiadas para propósitos de riego, debido a que no presentan los requerimientos mínimos exigidos para el establecimiento de una agricultura bajo riego.

Presentan limitaciones muy severas, impuestas principalmente por la naturaleza de los factores suelo y topografía. Dentro de esta clase se han incluido los cauces de río y los médanos.

VOLUMEN II
ESTUDIOS BASICOS

1.2 GEOLOGIA Y GEOTECNIA

I N D I C E

Pág.

1.2	Geología Y Geotecnia	2
	1.2.1 Descripción Geológica General de la Presa Los Loros	2
	1.2.2 Condiciones Geológicas del Vaso Represado	2
1.2.3	Mecánica de Suelos	3
1.2.4	Materiales de Construcción	4
	1.2.4.1 Impermeable	4
	1.2.4.2 Permeable	4
	1.2.4.3 Material para Espaldones	4
	1.2.4.4 Fuentes de Agua	4

1.2 GEOLOGIA Y GEOTECNIA

1.2.1 Descripción Geológica General de la Presa Los Loros

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona de la cuenca del río Grande, en la vertiente del pacifico, sobre la cota 1100 msnm, donde afloran rocas intrusitas, volcánicas y Vulcano-sedimentarias, metamórficas y recubrimientos cuaternarios que varían en edad del Mesozoico hasta el Terciario.

El emplazamiento de la Presa Los Loros, se ubica sobre dos tipos de materiales, el zócalo rocoso que aflora en los estribos y el material aluvial que se encuentra en el cauce, el zócalo rocoso esta conformado por roca volcánica fuertemente fisurada, y el aluvial esta conformada por un depósito heterogéneo de bolos, gravas y arenas.

El eje de la boquilla de la Presa los Loros se encuentra emplazada en un valle, en forma de U, teniendo los extremos de este valle una amplitud 325 m. de ancho, con taludes escarpados, y una altura promedio de 80 a 100 m., estos taludes naturales, así como otras manifestaciones exteriores como cortes profundos y escarpes aledaños a la zona del eje de Presa demuestra la competencia y la estabilidad estructural del macizo rocoso; sobre el cual han actuado agentes externos de erosión, denudación, intemperismo, etc.

1.2.2 Condiciones Geológicas del Vaso Represado

La zona del embalse de la **Presa los Loros**, comprende tres tipos de materiales, Grupo Yura, Granito Intrusito y Recubrimientos cuaternarios.

<u>Grupo Yura</u>

Están representados mayormente por andesitas, en menor proporción por lutitas y areniscas.

Las lutitas constituyen la base del grupo; en la zona se presentan en capas delgadas y algunos horizontes finamente estratificados, color negro a gris oscuro, grano fino, intercalados con horizontes de areniscas y coladas con potencia visible de 120 m.

Las areniscas se representan en capas gruesas a medianas, color gris claro a pardo, bien estratificadas y clasificadas, de grano medio a fino con potencia visible aproximada de 135, intercaladas con pequeños horizontes de coladas y lutitas, bien cementadas.

Las andesitas constituyen los estribos y basamento del eje de la presa, es una roca cuya características geológico-geotécnicas son favorables, es impermeable por porosidad, pero con permeabilidad secundaria por facturación, compacta, color gris claro a oscuro.

<u>Granito Intrusito</u>

Corresponde a un brazo del batolito de la costa, se encuentra en ambas márgenes, tiene forma alargada y su composición es granítica-granodiorítica, color blanquecino a gris, textura gruesa, fracturado, alterado y mineralogía de cuarzo, feldespatos, micas y accesorios. El mayor afloramiento, se ubica en la margen derecha, parte media del embalse, existiendo otro de menos importancia, situado en la margen izquierda, justo enfrente del anterior.

<u>Recubrimientos Cuaternarios</u>

Aluvial, extendido en todo el vaso, con ancho promedio de 250 m, y 40 m, de espesor, litológicamente su composición es heterogénea de cantos, bolos redondeados de granitos.

Conos de deyección, se encuentran en ambas márgenes del vaso, siendo los de mayor magnitud e importancia los de la izquierda, el más grande se ubica en la cabecera del vaso.

Piedemonte, se encuentran en ambas márgenes del vaso, localizándose los cambios de pendiente de la ladera; la mayor parte de este material ha sido movido y cortado por pequeños cursos de agua, su litología corresponde al macizo adyacente, compuesto por fragmentos angulosos de pequeños a medianos englobados en una matriz limo-arcillosa.

Canchal, el mas grande se ubica en la margen derecha, por encima de la cota 1150 cerca de la boquilla, su origen es debido a una mayor incidencia de facturación, acompañado de la meteorización y consiguiente despegue de la roca.

Metamorfismo de contacto, solo afecta zonas adyacentes a la intrusión, ya que en zonas alejadas, las rocas presentan características sedimentarias y volcánicas.

Según la geología descrita se pueden considerar como impermeables, todos los materiales que afloran a lo largo del embalse de los Loros, excepto el aluvial del propio río. Es por ello que la permeabilidad del aluvial se eliminara en la zona de la boquilla con la oportuna pantalla, no existiendo otro problema se puede manifestar que la estanqueidad del vaso es buena.

1.2.3 Mecánica de Suelos

Los resultados de las investigaciones realizadas en esta oportunidad conjuntamente con los determinados en estudios anteriores realizados en la zona de Proyecto, han sido analizados en gabinete a fin de determinar el tipo y geometría de la presa, así como los parámetros de los materiales de su cimentación y de los préstamos más idóneos para su construcción.

Como resultado del análisis geotécnico se está recomendando proyectar una presa de escollera con núcleo central vertical esbelto, provisto de filtros con espesores generosos a ambos lados del núcleo y entre los filtros y enrocado de los espaldones, un enrocado fino como transición.

Se ha previsto realizar un tratamiento de impermeabilización de la cimentación de la presa a través de la prolongación del núcleo impermeable hasta el contacto de los depósitos aluviales, y desde este nivel, una pantalla impermeable, complementada con perforaciones para inyecciones con lechada de cemento, dispuestas en forma de abanico al pié del talud de los estribos a la altura del eje de la presa.

A partir de los resultados de las investigaciones, la zona entre estribos del emplazamiento de la estructura de cierre del represamiento comprende principalmente suelos compresibles en estado medianamente densos, con espesores variables en sentido normal a la presa; situación por la cual los asentamientos diferenciales que se presenten durante la vida útil pueden causar agrietamientos transversales y longitudinales en el cuerpo de la presa, cuyos efectos se controlarán con los filtros, que se han considerado con espesores generosos en el cuerpo de la presa.

Teniendo en cuenta que los problemas de carácter geotécnico son en general, muy complejos, se debe reconocer que en la etapa constructiva, se pueden

identificar circunstancias no previstas en el Proyecto, ante esta posibilidad, como es práctica usual, el Constructor deberá prever conjuntamente con la Supervisión realizar desde el inicio hasta el termino de la obra, verificaciones de los parámetros geotécnicos asumidos para proyectar las obras.

Los materiales de los préstamos seleccionados en esta oportunidad, reúnen características para conformar las estructuras del represamiento.

1.2.4 Materiales de Construcción

1.2.4.1 Impermeable

Estos materiales están ampliamente representados en el área del embalse, estos materiales son de características limo-arcillosas, que engloba a muchos cantos de andesitas con bordes irregulares, esto significa que será necesaria una separación del material fino de los cantos, operación que no representa mayor dificultad mediante un proceso de clasificación y tamizado.

Este Préstamo es el más cercano al emplazamiento de la Presa, y de presentarse el riesgo de dispersibilidad de parte de los suelos que lo conforman, migración de las partículas de los suelos dispersivos, estas serán controladas por el filtro de espesor generoso que se ha considerado aguas abajo del núcleo impermeable.

1.2.4.2 Permeable

No presenta ningún inconveniente porque en el aluvial del río Grande existen todas las granulometrías adecuadas para extraer los cantos en el tamaño adecuado, para los filtros necesarios previa operación de selección mediante tamizado.

1.2.4.3 Material para Espaldones

Como cantera para material de los espaldones y escollera de la Presa los Loros se ha considerando utilizar el aluvial del propio río Grande, situado inmediatamente aguas arriba y aguas debajo de la boquilla. La mayor parte de los bolos, bloques y gravas son de composición granítica y presentan granulometría adecuada para ser utilizados en el cuerpo de la presa, la densidad de estos materiales es del orden de 2 g/cm^3 y ángulo de reposo próximo a 30°.

En definitiva, se establece como material para el cuerpo de presa y escollera el del aluvial del río Grande aguas abajo y arriba de la boquilla y en segundo lugar a decidir según criterio de diseño, el granito de la margen derecha situada a 1200 m. de la boquilla.

1.2.4.4 Fuentes de Agua

Como fuentes de abastecimiento de agua que el proyecto requerirá se han estudiado las aguas del río Grande.

A N E X O 1

OFERTA, DEMANDA Y BALANCE HIDRICO

I N D I C E

pág.

1. HIDROLOGIA

1.1 Introducción
1.2 Oferta Hídrica

2. DEMANDA DE AGUA

2.1 Introducción
2.2 Cédulas de Cultivos
2.3 Demandas de Agua
2.3.1 Evapotranspiración de Referencia
2.3.2 Eficiencias de Riego
2.3.3 Demanda de agua por Usos Agrarios
2.3.4 Módulos de Riego
2.3.5 Demanda de Agua por Usos no Agrarios

3. BALANCE HIDRICO

3.1 Introducción
3.2 Reglas de Operación
3.3 Resultados

1. HIDROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

1.1 Introducción

La cuenca del río Grande es una de las cuencas con flujo de agua con variabilidad a lo largo del año calendario, aunque al igual que la generalidad de los ríos de la costa peruana, la mayor parte de su descarga ocurre en los primeros meses del año, lo cual origina problemas en el suministro de agua para los diferentes usos agrarios y no agrarios.

1.2 Oferta hídrica

Los ríos que conforman la fuente hídrica del proyecto son: Grande, Palpa, Viscas y Santa Cruz. La producción media anual de cada una de ellas ha sido obtenida de los estudios hidrológicos realizados con fines de asignación de agua por bloques de riego, preparados por el PROFODUA.

Es importante, hacer mención, que el valle en estudio, además de las fuentes hídricas, antes mencionadas, se sirve de aguas subterráneas, en un volumen de 9 MMC/año, en promedio (1.13 MMC/mes, por un periodo de 08 meses); según información proporcionada por la oficina técnica de la Autoridad Local del Agua – ALA, Palpa Nazca, como resultado de estudios Hidrogeológicos para la zona e inventario nacional de infraestructura y pozos de agua, realizados en el 2006 -2007.

En los Cuadros 1.1 al 1.4 se presenta la información en m^3/s mientras que en los Cuadros 1.5 al 1.8 se presenta la información en MMC.

Cuadro 1.1

CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m3/seg.)

RIO GRANDE

AÑO	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	44.30	21.41	6.66	3.74	1.90	0.79	0.16	0.02	-	-	0.87	7.55	7.28
1985	5.97	1.96	0.94	0.02	-	-	-	-	-	-	-	1.47	0.86
1986	34.94	8.04	5.28	1.19	0.12	-	-	-	-	-	1.09	4.81	4.62
1987	29.64	29.14	17.26	2.10	0.31	0.35	-	-	-	-	-	7.01	7.15
1988	0.04	1.52	-	-	-	-	-	-	-	0.45	2.18	0.39	0.38
1989	2.98	8.77	1.11	0.07	-	-	-	-	-	-	-	1.32	1.19
1990	0.07	0.13	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.03
1991	3.21	6.95	1.47	0.05	-	-	-	-	-	-	2.72	1.30	1.31
1992	34.05	14.67	8.26	1.97	-	-	-	-	-	-	-	5.30	5.35
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.30	0.03	0.03
1994	22.51	28.98	5.42	-	-	-	-	-	-	-	-	4.88	5.15
1995	12.06	4.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.37	1.46
1996	25.07	24.13	11.55	3.14	0.48	-	-	-	-	-	1.02	7.22	6.05
1997	46.05	54.11	18.04	3.67	-	-	-	-	1.27	-	-	10.49	11.14
1998	22.14	39.81	2.32	1.09	0.35	-	-	-	-	-	0.40	6.32	6.04
1999	37.11	40.49	10.25	1.57	-	-	-	-	-	-	-	8.43	8.16
2000	7.39	10.97	5.48	1.30	0.06	-	-	-	-	0.84	0.28	2.36	2.39
2001	8.73	16.83	7.53	0.02	-	-	-	-	-	-	1.46	2.88	3.12
2002	1.62	7.31	3.34	-	-	-	-	-	-	0.01	0.34	1.14	1.15
2003	2.35	2.17	3.20	-	-	-	-	-	-	-	0.57	0.82	0.76
Promedio	17.01	16.07	5.41	1.00	0.16	0.06	0.01	0.00	0.06	0.07	0.56	3.76	3.68

Cuadro 1.2

CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m3/seg.)

RIO PALPA

AÑO	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	10.79	8.11	4.34	1.34	0.00	-	-	-	-	-	0.17	2.36	2.26
1985	1.85	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38	0.20
1986	4.14	1.53	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	0.56	0.55
1987	8.10	10.01	4.00	0.13	-	-	-	-	-	-	-	1.87	2.01
1988	-	0.46	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.88	0.12	0.13
1989	0.49	4.53	0.20	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.58	0.49
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	1.15	2.86	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40
1992	7.92	-	0.70	0.05	-	-	-	-	-	-	-	0.75	0.79
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	2.17	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.20
1995	0.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	0.08	0.08
1996	8.50	-	4.18	0.14	-	-	-	-	-	-	0.05	1.32	1.18
1997	11.11	-	2.22	0.28	-	-	-	-	-	-	-	1.19	1.23
1998	3.59	3.85	0.59	0.03	-	-	-	-	-	-	0.01	0.75	0.73
1999	5.71	6.35	3.49	0.33	-	-	-	-	-	-	-	1.42	1.44
2000	1.54	2.75	2.87	0.21	-	-	-	-	-	-	-	0.62	0.67
2001	0.19	1.91	0.84	-	-	-	-	-	-	-	0.16	0.26	0.28
2002	0.05	0.72	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	0.09
2003	0.43	0.02	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.05
Promedio	3.43	2.17	1.23	0.13	0.00	-	-	-	-	0.00	0.07	0.65	0.64

Cuadro 1.3

CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m3/seg.)

RIO VISCAS

AÑO	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	12.07	8.08	2.49	0.48	-	-	-	-	-	-	0.12	2.34	2.13
1985	1.69	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49	0.21
1986	4.64	1.48	0.13	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.62	0.57
1987	6.17	6.11	2.12	0.17	-	-	-	-	-	-	-	1.23	1.32
1988	-	0.68	-	-	-	-	-	-	-	0.14	1.22	0.17	0.18
1989	0.74	5.02	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	0.70	0.56
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	1.15	2.72	0.40	-	-	-	-	-	-	0.04	0.06	0.42	0.40
1992	8.19	1.74	0.56	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.91	0.95
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	0.00	0.00
1994	1.88	5.98	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.68	0.71
1995	1.42	0.74	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	0.22	0.24
1996	11.96	8.31	4.13	0.38	0.01	-	-	-	-	-	0.10	2.41	2.28
1997	14.01	10.64	2.46	0.25	-	-	-	-	-	-	-	2.34	2.48
1998	4.19	4.86	0.90	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.93	0.91
1999	5.56	7.38	2.83	0.40	-	-	-	-	-	-	-	1.45	1.47
2000	1.24	2.05	2.47	0.12	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.53
2001	0.19	0.93	0.10	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.12	0.13
2002	0.23	1.33	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.19
2003	0.86	0.07	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	0.09
Promedio	3.81	3.42	0.97	0.09	0.00	-	-	-	-	0.01	0.11	0.79	0.77

Cuadro 1.4

CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m3/seg.)

RIO SANTA CRUZ

AÑO	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	2.73	1.04	0.16	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.33	0.36
1985	0.17	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.03
1986	0.14	0.07	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.02
1987	2.19	1.28	1.53	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.43	0.45
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.00	0.00
1989	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00
1990	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00
1991	0.84	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.12
1992	1.93	0.21	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.21
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	0.07	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.07
1995	-	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.03
1996	4.31	2.27	0.36	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.67	0.64
1997	4.16	2.89	1.23	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	0.75
1998	0.55	1.37	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.18
1999	2.67	3.98	0.68	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	0.67
2000	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00
2003	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01
Promedio	1.00	0.74	0.21	0.00	-	-	-	-	-	-	0.01	0.18	0.18

Cuadro 1.5

VOLUMENES PROMEDIOS MENSUALES (MMC)

RIO GRANDE

AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	118.66	51.79	17.85	9.70	5.09	2.04	0.42	0.06	-	-	2.24	20.21	228.07
1985	15.99	4.75	2.51	0.04	-	-	-	-	-	-	-	3.95	27.23
1986	93.58	19.44	14.14	3.07	0.32	-	-	-	-	-	2.84	12.87	146.26
1987	79.40	70.49	46.24	5.43	0.83	0.90	-	-	-	-	-	18.79	222.07
1988	0.11	3.69	-	-	-	-	-	-	-	1.21	5.66	1.04	11.71
1989	7.97	21.22	2.97	0.17	-	-	-	-	-	-	-	3.53	35.87
1990	0.18	0.32	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.93
1991	8.61	16.81	3.93	0.14	-	-	-	-	-	-	7.04	3.49	40.01
1992	91.21	35.49	22.12	5.10	-	-	-	-	-	-	-	14.19	168.11
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.79	0.08	1.01
1994	60.28	70.10	14.52	-	-	-	-	-	-	-	-	13.08	157.98
1995	32.31	9.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.68	45.76
1996	67.14	58.37	30.92	8.13	1.29	-	-	-	-	-	2.65	19.33	187.85
1997	123.34	130.91	48.31	9.52	-	-	-	-	3.28	-	-	28.10	343.46
1998	59.30	96.32	6.21	2.82	0.95	-	-	-	-	-	1.04	16.92	183.56
1999	99.40	97.95	27.46	4.08	-	-	-	-	-	-	-	22.59	251.48
2000	19.80	26.54	14.68	3.37	0.17	-	-	-	-	2.26	0.72	6.32	73.85
2001	23.37	40.71	20.17	0.05	-	-	-	-	-	-	3.77	7.71	95.78
2002	4.33	17.68	8.95	-	-	-	-	-	-	0.03	0.87	3.04	34.91
2003	6.29	5.24	8.56	-	-	-	-	-	-	-	1.48	2.21	23.77
Promedio	45.56	38.88	14.49	2.58	0.43	0.15	0.02	0.00	0.16	0.18	1.46	10.06	113.98

Cuadro 1.6

VOLUMENES PROMEDIOS MENSUALES (MMC)

RIO PALPA

AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	28.90	19.62	11.62	3.47	0.01	-	-	-	-	-	0.44	6.31	70.37
1985	4.94	0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.01	6.44
1986	11.09	3.71	1.02	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	17.33
1987	21.69	24.22	10.71	0.33	-	-	-	-	-	-	-	5.01	61.97
1988	-	1.12	-	-	-	-	-	-	-	0.15	2.28	0.31	3.86
1989	1.32	10.97	0.54	-	-	-	-	-	-	-	0.18	1.55	14.56
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	3.07	6.91	1.04	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	12.10
1992	21.22	-	1.88	0.13	-	-	-	-	-	-	-	2.01	25.24
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	5.82	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49	6.43
1995	2.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	0.22	2.67
1996	22.77	-	11.18	0.35	-	-	-	-	-	-	0.12	3.53	37.95
1997	29.76	-	5.95	0.73	-	-	-	-	-	-	-	3.18	39.61
1998	9.62	9.30	1.57	0.07	-	-	-	-	-	-	0.03	2.01	22.60
1999	15.28	15.37	9.35	0.85	-	-	-	-	-	-	-	3.79	44.64
2000	4.11	6.66	7.70	0.55	-	-	-	-	-	-	-	1.66	20.68
2001	0.50	4.62	2.25	-	-	-	-	-	-	-	0.43	0.69	8.48
2002	0.14	1.75	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	2.78
2003	1.15	0.05	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	1.68
Promedio	9.18	5.24	3.29	0.32	0.00	-	-	-	-	0.01	0.19	1.74	19.97

Cuadro 1.7

VOLUMENES PROMEDIOS MENSUALES (MMC)

RIO VISCAS

AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	32.33	19.54	6.66	1.25	-	-	-	-	-	-	0.32	6.28	66.38
1985	4.51	0.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.30	6.62
1986	12.43	3.58	0.35	0.08	-	-	-	-	-	-	-	1.65	18.09
1987	16.51	14.79	5.67	0.44	-	-	-	-	-	-	-	3.29	40.70
1988	-	1.64	-	-	-	-	-	-	-	0.37	3.16	0.45	5.63
1989	1.97	12.15	0.81	-	-	-	-	-	-	-	-	1.86	16.80
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	3.09	6.58	1.08	-	-	-	-	-	-	0.10	0.16	1.13	12.14
1992	21.93	4.20	1.51	0.03	-	-	-	-	-	-	-	2.43	30.08
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.01	0.10
1994	5.04	14.46	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	1.82	21.39
1995	3.80	1.79	-	-	-	-	-	-	-	-	1.17	0.60	7.36
1996	32.02	20.11	11.06	0.98	0.04	-	-	-	-	-	0.27	6.46	70.94
1997	37.53	25.75	6.60	0.65	-	-	-	-	-	-	-	6.26	76.79
1998	11.22	11.75	2.40	-	-	-	-	-	-	-	0.02	2.50	27.89
1999	14.89	17.86	7.58	1.04	-	-	-	-	-	-	-	3.88	45.25
2000	3.33	4.97	6.61	0.32	-	-	-	-	-	-	-	1.34	16.56
2001	0.50	2.25	0.28	-	-	-	-	-	-	-	0.60	0.33	3.96
2002	0.61	3.22	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	0.47	5.62
2003	2.29	0.18	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	2.79
Promedio	10.20	8.28	2.60	0.24	0.00	-	-	-	-	0.03	0.29	2.12	23.76

Cuadro 1.8

VOLUMENES PROMEDIOS MENSUALES (MMC)

RIO SANTA CRUZ

AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	7.30	2.51	0.44	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.89	11.18
1985	0.44	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	1.01
1986	0.37	0.16	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.63
1987	5.88	3.10	4.09	0.07	-	-	-	-	-	-	-	1.15	14.28
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.01	0.12
1989	-	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.10
1990	-	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.10
1991	2.26	1.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	3.84
1992	5.17	0.50	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	0.53	6.69
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	0.19	1.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17	2.06
1995	-	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.80
1996	11.55	5.48	0.97	-	-	-	-	-	-	-	0.15	1.79	19.95
1997	11.13	6.99	3.28	-	-	-	-	-	-	-	-	1.86	23.26
1998	1.46	3.30	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49	5.39
1999	7.16	9.62	1.83	-	-	-	-	-	-	-	-	1.77	20.39
2000	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.13
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.04
2003	0.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.48
Promedio	2.67	1.79	0.56	0.00	-	-	-	-	-	-	0.01	0.47	5.52

2. DEMANDA DE AGUA

2.1 Introducción

En esta sección se presenta la información concerniente al análisis de las demandas de agua para la condición Con Proyecto que propone el Perfil del Estudio.

El Proyecto “Afianzamiento Hídrico de la cuenca del río Grande - Santa Cruz - Palpa” es un proyecto que satisfará la demanda por usos agrarios de las zonas de Santa Cruz, Río Grande Medio, Palpa y Viscas. Además satisfará la demanda por uso poblacional de las ciudades y asentamientos ubicados en el ámbito del proyecto, cuyo servicio está a cargo de EMAPICA.

Como primer paso se ha identificado la cédula de cultivos actual, en base a la información obtenida del comportamiento histórico de una serie de 11 años, (Superficie promedio de áreas sembradas y cosechadas de los cuatro sectores que considera el proyecto); proporcionada por la Dirección General de Información Agraria – DGIA – MINAG, corroborado con trabajo de campo e información suministrada por la Junta de Usuarios del Valle de Palpa.

2.2 Cédula de Cultivos

2.2.1 La Cédula Actual

La Cédula de Cultivos, representativa de la **situación actual**, es la que se presenta en el Cuadro siguiente. En ella se puede ver el área que se asigna, en promedio, a cada cultivo en la zona del proyecto, observándose que el mes de febrero, con 42 %, es el mes con mayor área cultivada (2 658 ha); teniéndose en general una intensidad de uso de la tierra (IU) de 0.5153, lo cual significa que en la campaña anual, sólo se llega a cultivar el 51.53 % del área disponible, con respecto al total de 6 328.47 ha

Cuadro 1.9
CÉDULA DE CULTIVOS ACTUAL

CULTIVO		AREA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
		(ha)	(%)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Pallar		712	21.83	712	712	712	712	712	712						
Garbanzo		720	22.08				720	720	720	720					
Maíz Amarillo Duro		450	13.80	450	450	450									450
Esparrago		108	3.31	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Alfalfa		23	0.71	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Algodón		607	18.61				607	607	607	607	607	607	607	607	
Frutales		417	12.79	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
Tuna (Cochinilla)		124	3.80	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124
Páprika		100	3.07	100	100	100	100					100	100	100	100
Total Área	**(ha)**	**3261**	**100.00**	**1934**	**1934**	**1934**	**2811**	**2711**	**2711**	**1999**	**1279**	**1379**	**1379**	**1379**	**1222**
Cultivada:	**(%)**	**51.53**		**59.307**	**59.307**	**59.307**	**86.201**	**83.134**	**83.134**	**61.3**	**392.211**	**42.288**	**42.288**	**42.29**	**37.473**

Fuente: Elaboración propia en base a información del DGIA – ALA – Palpa Nasca
Área Física = 6328.47 ha, Área Cultivada en el año = 3261 ha, Intensidad de Uso de la Tierra =3261ha/ 6328.47 ha = 51.53%

De la lectura del cuadro precedente se observan como conclusiones importantes, las siguientes:

- El área total sembrada con los recursos hídricos de los ríos Grande, Palpa, Santa Cruz, Viscas y el aprovechamiento de las aguas subterráneas del valle, asciende a 3,261ha.
- Los cultivos mayoritarios son el garbanzo, pallar y algodón, en ese orden decreciente.
- El pallar es un cultivo que se siembra en todos los valles.
- El garbanzo es propio de Palpa, Viscas y mayoritariamente de Santa Cruz.
- En cuarto orden se encuentra el Maíz Amarillo duro
- Los frutales como: mango y naranjo, siendo los valles predominantes Palpa y Viscas.
- Es importante mencionar la implementación de nuevos cultivos en la zona, como es el espárrago y la páprika, siendo Santa Cruz el sector, con mayores áreas sembradas.
- Otro cultivo de importancia es la tuna, siendo Santa Cruz el más intensivo en su producción.

2.2.2 La Cédula Con Proyecto

De la lectura del siguiente cuadro 2.0, se puede concluir lo siguiente:

- En la situación Con Proyecto, el área total a sembrar, sería de 3,761 ha.
- Tomando en cuenta la tradición agrícola de la zona, los cultivos más representativos serían; el garbanzo, pallar y algodón, en ese orden de importancia relativa.
- Los frutales como: mango y naranjo, siendo los valles predominantes Palpa y Viscas.
- En esta cedula, con proyecto, se ha concentrado la distribución de las 500 ha a mejorar, para los cultivos de espárrago, páprika y maíz amarillo duro.
- El cultivo de espárrago y páprika, presentan un gran potencial agro exportador, teniendo en cuanta las bondades de calidad y estacionalidad de nuestros productos bandera.
- La tuna, que se cultiva, en el valle de Santa Cruz, con fines de explotación de cochinilla, también presenta un futuro promisorio, por los niveles de pureza y concentración de ácido carmínico.

Cuadro 2.0
Cedula con Proyecto

CULTIVO		AREA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
		(ha)	(%)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Pallar		712	18.93	712	712	712	712	712	712						
Garbanzo		720	19.14				720	720	720	720					
Maíz Amarillo Duro		550	14.62	550	550	550									550
Esparrago		308	8.19	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
Alfalfa		23	0.61	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Algodón		607	16.14				607	607	607	607	607	607	607	607	
Frutales		417	11.09	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
Tuna (Cochinilla)		124	3.30	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124
Páprika		300	7.98	300	300	300	300					300	300	300	300
	(ha)	**3761**	**100.00**	**2434**	**2434**	**2434**	**3211**	**2911**	**2911**	**2199**	**1479**	**1779**	**1779**	**1779**	**1722**
Total Área Cultivada:	**%**	**59.43**		**64.717**	**64.717**	**64.717**	**85.376**	**77.4**	**77.4**	**58.468**	**393.246**	**47.301**	**47.301**	**47.3**	**45.786**

Fuente: Elaboración propia en base a información del DGIA – ALA – Palpa Nasca
Área Física = 6328.47 ha, Área Cultivada en el año = 3761 ha, Intensidad de Uso de la Tierra =3761ha/ 6328.47 ha = 59.43%

2.3 Demandas de Agua

2.3.1 Evapotranspiración de referencia

El cálculo de la evapotranspiración de referencia ha sido realizado utilizando el método de Penman - Monteith, aplicando el software CROPWAT preparado por la FAO, de amplio uso en el planeamiento de proyectos de riego tanto a nivel nacional como internacional, debido a que dicha fórmula es la que mejor relaciona la injerencia de la radiación solar en el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos.

En el Cuadro No. 2.1 se presentan los resultados de la aplicación del software así como la información básica utilizada en dicho cálculo, como son temperatura media, humedad relativa media, velocidad del viento y las horas de sol, que son los indicadores solicitados por el método de Penmann modificado.

En el caso del Sector Santa Cruz debe ser considerado en el cálculo de la cantidad de agua a ser aplicada mediante el riego, el hecho de que principalmente en los meses de Julio y Agosto ocurre el fenómeno conocido como la “blandura” que son masas de agua en estado gaseoso, que aparecen en las primeras horas del día generando un microclima húmedo que favorece el balance hídrico en la relación agua-suelo-planta-clima.

Cuadro No. 2.1

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA ETo SEGÚN PENMAN MONTEITH

Estación:	Palpa	**Longitud:**	75°11'	75.183°
Región:	Ica	**Latitud:**	14°32'	14.533°
Provincia:	Palpa	**Altitud:**	300	msnm
Distrito:	Palpa			

MES	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	VIENTO (km/día)	INSOLACION (horas)	RADIACION (MJ/m2/día)	ETo (mm/día)
Enero	27.1	52	201	8.0	13.7	6.01
Febrero	27.7	55	201	8.0	13.7	5.92
Marzo	26.2	60	201	8.0	12.8	5.28
Abril	24.0	66	201	8.0	11.2	4.35
Mayo	21.9	66	201	8.0	9.2	3.67
Junio	19.9	71	201	10.0	9.2	3.27
Julio	19.1	71	201	10.0	9.5	3.27
Agosto	19.8	66	201	10.0	11.1	3.89
Setiembre	21.2	61	311	10.0	13.0	5.09
Octubre	22.3	63	311	10.0	14.6	5.48
Noviembre	23.6	63	311	10.0	15.3	5.83
Diciembre	24.8	62	311	8.0	13.9	5.75
PROMEDIOS	23.1	63	238	9.0	12.3	1,756

2.3.2 Eficiencias de Riego

Para el cálculo de la demanda de agua se ha trabajado con los valores de eficiencias que se presentan en el Cuadro No. 2.2 Estas son producto de nuestra apreciación efectuada durante los trabajos de campo, de acuerdo al método de riego que utilizan los productores, el cual es exclusivamente por gravedad, así como de acuerdo a la cultura de roles de riego, horarios de riego que suelen utilizar las dos Comisiones de Regantes que conforman el área beneficiada con el Proyecto.

Cuadro No. 2.2

Eficiencia de conducción:		
Canal trapecial revestido con concreto simple:		0.95
Eficiencia de distribución:		
Conducción en laterales:		
Canales revestidos con concreto:		0.95
Operación de estructuras en riego por gravedad:		0.85
Eficiencias de aplicación:		
Riego por gravedad:		0.65
Riego presurizado:		
Eficiencia Total:		
Transitorios:	**Gravedad:**	**0.50**
	Presurizado:	

2.3.3 Demanda de Agua por Usos Agrarios

La demanda total de agua, para el proyecto, incluyendo el requerimiento para uso poblacional, es de 59.94 MMC.
El sector de riego Santa Cruz, tiene una demanda de agua de 30.35 MMC, las cuales servirán a 1991 ha, de las cuales 500 son áreas mejoradas.
En orden de importancia, por los volúmenes de agua requeridos, tenemos en segundo lugar al sector de riego Palpa, el mismo que demanda 11.94 MMC, para satisfacer a 610 ha. El sector de Río Grande Medio, demanda 10.07 MMC, para el servicio de 720 ha.

Cuadro 2.3
Demanda Total
Escenario con Proyecto

SECTOR	AREA (ha)	DEMANDA (MMC)
Poblacional		0.58
Río Grande Medio	720	10.07
Palpa	610	11.94
Viscas	440	7.01
Santa Cruz (área actual)	1,491	20.82
Santa Cruz (áreas mejoradas)	500	9.53
TOTAL	**3,761**	**59.94**

2.3.4 Demanda de Agua por Usos No Agrarios

En el ámbito de nuestro proyecto solamente tenemos el usuario poblacional, el cual es administrado por EMAPICA. Actualmente, el suministro de agua es bastante limitado, solamente por horas. Hay algunos centros poblados donde la Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado ha intentado ofrecer el servicio pero no ha recibido el apoyo de los beneficiarios en el sentido de pagar una tarifa comercialmente acorde con los costos de producción.

Sin embargo para fines del presente proyecto se ha considerado que los cinco distritos de la provincia de Palpa serán atendidos con recursos del río Grande. Considerando que la Ley de Recursos Hídricos establece que la necesidad de la población es la primera que debe ser atendida, se ha realizado el balance hídrico teniendo como primer usuario a atender a la demanda poblacional.

Los resultados se presentan en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4

CALCULO DE DEMANDA POR USO POBLACIONAL

Proyecto:	Afianzamiento Hídrico Cuenca Río Grande-Santa Cruz-Palpa		
Ciudad:	Palpa, Río Grande, Santa Cruz, Llipata, Tibillo		
Población actual (*):		12,875	hab
Tasa de crecimiento (r) (*):		1.16	%
Período de diseño (t):		20	años
Población proyectada:	Pf = Po * (1+ r*t/100)	15,862	hab
Dotación:		100	litros/habitante/día
Consumo promedio anual:	Q = Pob.* Dot./86,400	18.36	litros/segundo
Consumo máximo diario:	Qmd = 1.30 * Q	23.87	
Masa anual requerida:		0.58	MMC
Masa mensual requerida:		0.05	MMC

(*) **Fuente:** XI Censo de Población y VI de Vivienda; INEI 2007.

3. BALANCE HIDRICO

3.1 Introducción

En esta sección se presentan los cálculos de la simulación efectuada como parte del Balance Hídrico, relacionando la disponibilidad hídrica existente en el ámbito del proyecto versus la demanda total. El período de análisis es el suministrado por el especialista en hidrología y que está comprendido entre los años 1984 - 2003, es decir tiene un tamaño de 20 años.

3.2 Reglas de operación

Las reglas de operación, con las cuales se ha efectuado el balance hídrico son las siguientes:

- En primer lugar se atiende la demanda poblacional de los distritos de la ciudad de Palpa.
- Luego se atiende la demanda por usos agrarios de cada uno de los valles, Río Grande Medio, Palpa, Viscas y Santa Cruz, con sus respectivos recursos hídricos, para una superficie total de 2 000 ha (3,261 ha declaradas como intensión de siembra.
- Los déficits de Palpa, Viscas y Santa Cruz, son atendidos con los saldos del río Grande.
- Los déficits resultantes son atendidos con los recursos regulados en el embalse Los Loros, con un volumen útil regulado de 15 MMC.
- Los déficits resultantes son atendidos con agua subterránea, que en el ámbito del proyecto asciende a 9 MMC, habiéndose efectuado el análisis bajo la hipótesis de que el servicio es durante 8 meses.
- Con los saldos en el embalse Los Loros se atiende la demanda de hasta 500 ha de tierras actuales no regadas del valle Santa Cruz, con garantía hídrica mensual satisfactoria.

Para fines de un Estudio a nivel de Perfil, son válidas las asunciones efectuadas, y que deben ser necesariamente verificadas en la siguiente etapa de los Estudios de Pre-Inversión.

3.3 Resultados

En los siguientes cuadros, se presentan los resultados de la simulación efectuada como parte del balance hídrico, de acuerdo a las reglas de operación establecidas como hipótesis de trabajo. Se puede apreciar que para las áreas y demanda de servicios requeridos, en la situación actual (Cuadro 2.5), se tiene la disponibilidad hídrica con las siguientes garantías.

Cuadro 2..5
BALANCE HIDRICO EN LA SITUACION ACTUAL

Meses de Déficit	156
Déficit Mensual	65 %
Garantía Mensual	35 %
Años de Déficit	20
Déficit Anual	100 %
Garantía Anual	0 %

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver, que existen garantías susceptibles de ser mejoradas mediante el uso complementario de aguas subterráneas. Como resultado de éste uso, se evidencia un mejora significativa en cuanto a garantía mensual, pasando del 35% al 58.3%. Ver Cuadro 2.6

Cuadro 2.6
BALANCE HIDRICO EN LA SITUACION ACTUAL
CONSIDERANDO AGUAS SUBTERRÁNEAS

Meses de Déficit	100
Déficit Mensual	41.7 %
Garantía Mensual	58.3 %
Años de Déficit	20
Déficit Anual	100 %
Garantía Anual	0 %

Fuente: Elaboración propia

En la situación con proyecto, se pasa a obtener una disponibilidad hídrica con las garantías que se indican en el Cuadro 2.7

Cuadro 2.7
BALANCE HIDRICO CON AGUAS REGULADAS
EN LA SITUACION CON PROYECTO

Meses de Déficit	54
Déficit Mensual	22.5 %
Garantía Mensual	77.5 %
Años de Déficit	12
Déficit Anual	60 %
Garantía Anual	40 %

Fuente: Elaboración propia

Si ahora se incluye en el balance las aguas subterráneas, los meses de déficit disminuyen a 36, los demás indicadores también mejoran, pasándose a tener una garantía mensual de abastecimiento de 85 %. Ver Cuadro 2.8.

Cuadro 2.8
BALANCE HIDRICO INCLUYENDO AGUAS SUBTERRÁNEAS
EN LA SITUACION CON PROYECTO

Meses de Déficit	36
Déficit Mensual	15 %
Garantía Mensual	85 %
Años de Déficit	12
Déficit Anual	65 %
Garantía Anual	35 %

Fuente: Elaboración propia