







Document Information

Analyzed document	TSP-NAPAN JOEL-vplag1.docx (D150632821)
Submitted	2022-11-22 23:13:00
Submitted by	Teresa Velasquez Bejarano
Submitter email	tvelasquez@lamolina.edu.pe
Similarity	14%
Analysis address	tvelasquez.unalm@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf Document 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)		13
SA	3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf Document 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)		13
SA	16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf Document 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)		11
SA	32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf Document 32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)		4
SA	3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf Document 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D78318065)		2
SA	1A_Fano_Miranda_Gonzalo_Ramces_Doctorado_2020.docx Document 1A_Fano_Miranda_Gonzalo_Ramces_Doctorado_2020.docx (D64230480)		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HIDRICA SUPERFICIAL PARA EL PROYECTO: "CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHARCANI VII"
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA
JOEL FERNANDO NAPAN ESPIRITO
LIMA – PERÚ 2022
TITULO
Determinación de la disponibilidad hídrica superficial para el proyecto: "Central Hidroeléctrica Charcani VII"
DEDICATORIA Dedico este trabajo a mi esposa Lizbeth V., por todo el apoyo y cariño. A mi padre Víctor, quien en vida fue un gran hombre y ejemplo para mí. A mi madre Esmenia y mi hermana Dheyanira por el inmenso apoyo.
ÍNDICE GENERAL TITULO I

DEDICATORIA II ÍNDICE GENERAL III ÍNDICE DE TABLAS VI ÍNDICE DE FIGURAS VIII ÍNDICE DE ANEXOS X RESUMEN XI I.
INTRODUCCIÓN 1 1.1. Problemática 2 1.2. Objetivos 3 1.2.1. Objetivo Principal 3 1.2.2. Objetivos Específicos 3 II.
REVISIÓN DE LITERATURA 4 2.1. Ciclo hidrológico 4 2.2. Balance hídrico 4 2.2.1. Balance hídrico en embalses 5 2.3.
Escorrentía superficial 6 2.4. Sistema de regulación Chili 7 2.4.1. Sub cuenca Chili 7 2.4.2. Sistema de Derivación Colca-
Chili 7 III. DESARROLLO DEL TRABAJO 10 3.1. Materiales y equipos 10 3.2. Características Generales del área de estudio
10 3.2.1. Descripción General del área de estudio 10 3.2.2. Inventario de Fuentes hídricas, infraestructura y otros. 11 3.2.3.
Diagrama topológico 18 3.3. Información básica 20 3.3.1. Precipitación y evaporación 20 3.3.2. Caudales e Hidrometría
22 3.4. Análisis y cálculo de los caudales naturalizados en los puntos de control 24 3.4.1. Naturalización de Caudales en
Embalses 24 3.4.2. Naturalización de Caudales en los Ríos 25 3.4.3. Estimación de Caudales Naturales 28 3.5.
Identificación del uso y demandas hídricas. 30 3.5.1. Consumo Actual de Agua 30 3.5.2. Caudal Ecológico 30 3.5.3.
Demanda Futura de la CH Charcani VII 30 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31 4.1. Análisis de Caudales naturalizados 31
4.1.1. Caudal Naturalizado Cuenca Alto Colca 31 4.1.2. Caudal Naturalizado Cuenca Río Chili 39 4.2. Evaluación de
disponibilidad hídrica 44 4.2.1. Balance hídrico con Caudales naturales 44 4.2.2. Balance hídrico con Caudales regulados
47 4.3. Estimación Curva de duración de caudales 50 4.4. Disponibilidad hídrica - Balance hídrico 50 V. CONCLUSIONES
52 VI. RECOMENDACIONES 54 VII. BIBLIOGRAFÍA 55 VIII. ANEXO 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de cuenca de las fuentes de agua del río Chili 13 Tabla 2. Característica de las Centrales Hidroeléctrica 18
Tabla 3. Inventario de Estaciones con registros de Precipitación. 20 Tabla 4. Inventario de Estaciones con registros de
Evaporación. 21 Tabla 5. Inventario de registro de caudal histórico en las obras existentes 23 Tabla 6. Inventario de los
Registros de Caudal Natural en los Puntos de Control. 23 Tabla 7. Área y precipitación de intercuenas 29 Tabla 8:
Caudales mensuales naturalizados – Cuenca Alto Colca 31 Tabla 9. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse El
Pañe 32 Tabla 10. Balance promedio mensual (2010-2013) Embalse Bamputañe. 33 Tabla 11. Balance promedio mensual
(2001-2013) Dique los Españoles. 34 Tabla 12. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Bamputañe. 35 Tabla
13. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Blanquillo. 36 Tabla 14. Balance promedio mensual (2002-2013)
Bocatoma Antasalla. 37 Tabla 15. Balance promedio mensual (2001-2013) Estación/Bocatoma Jancolacaya –Río Colca –
Canal Zamácola. 38 Tabla 16. Caudales naturalizados – Embalses de la Cuenca río Chili 39 Tabla 17. Balance promedio
mensual (2001-2013) Embalse El Frayle. 40 Tabla 18. Balance promedio mensual (2008-2013) Embalse Pillones 41 Tabla
19. Balance promedio mensual (2011-2013) Embalse Chalhuanca 42 Tabla 20. Balance promedio mensual (2001-2013)
Embalse Aguada Blanca 43 Tabla 21. Resumen de pérdida, eficiencia de puntos de control 43 Tabla 22. Caudales
naturales del río chili hasta captación de la CH Charcani VII 44 Tabla 23. Caudal medio mensual en el punto de
Captación (m³/s) 46 Tabla 24. Balance Hídrico Mensualizado (m³/s) - Sin Proyecto 46 Tabla 25. Balance Hídrico
Mensualizado (m³/s) - Con Proyecto 47 Tabla 26. Caudales medios reguladas en el punto de captación de la CH
Charcani VII 48 Tabla 27. Balance Hídrico Mensualizado (m³/s) - Sin Proyecto 49 Tabla 28. Balance Hídrico Mensualizado
(m³/s) - Con Proyecto 49 Tabla 29. Disponibilidad hídrica para el proyecto Charcani VII. 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagnostico – Plan de Transmisión 2021-2030 2
Figura 2. Esquema de derivación cuenca río Colca a río Chili 9 Figura 3. Área de referencia del Proyecto Charcani VII 11
Figura 4. Esquema Hidráulico del Sistema regulado Chili 12 Figura 5: Plano de ubicación de las cuencas que conforma el
río Chili 14 Figura 6. Diagrama topológico del sistema de regulación Chili y Charcani. 19 Figura 7. Variación de la
Precipitación y Evaporación con Altura. 21 Figura 8: Ubicación de las estaciones pluviométricas y meteorológicas 22
Figura 9 Determinación Caudal Naturalizado Aporte río Colca. 27 Figura 10. Ecuación de Regresión de precipitación &
elevación de la Cuenca del río Chili 29 Figura 11. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse El Pañe. 32 Figura 12.
Balance promedio mensual (2010-2013) Embalse Bamputañe. 33 Figura 13. Balance promedio mensual (2001-2013)
Dique los Españoles. 34 Figura 14. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Bamputañe. 35 Figura 15. Balance
promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Blanquillo. 36 Figura 16. Balance promedio mensual (2002-2013) Bocatoma
Antasalla 37 Figura 17. Balance promedio mensual (2001-2013)–Río Colca – Canal Zamácola. 37 Figura 18. Balance
promedio mensual (2001-2013) Embalse El Frayle. 39 Figura 19. Balance promedio mensual (2008-2013) Embalse
Pillones. 40 Figura 20. Balance promedio mensual (2011-2013) Embalse Chalhuanca. 41 Figura 21. Balance promedio
mensual (2001-2013) Embalse Aguada Blanca. 42 Figura 22. Comparación de la curva de duración de Q naturales y
regulado 50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Pañe 57

Anexo 2 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Bamputañe 58 Anexo 3 - Serie de Caudales Naturalizados Captación Bamputañe 59 Anexo 4 - Serie de Caudales Naturalizados Captación Blanquillo 60 Anexo 5 - Serie de Caudales Naturalizados Captación Antasalla 61 Anexo 6- Serie de Caudales Naturalizados Embalse el Frayle 62 Anexo 7 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Pillones 63 Anexo 8 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Challhuanca 64 Anexo 9- Ubicación de estaciones Meteorológicas 66 Anexo 10 - Mapa Hidrográfico 67 Anexo 11 - Mapa delimitación de cuencas hidrográficas 68 Anexo 12 - Mapa de Cuenca Colectora de los Embalses Pañe y Bamputañe 69 Anexo 13 - Mapa de Cuenca Colectora de los Embalses Pillones y Dique los Españoles 70 Anexo 14 - Mapa de Cuenca Colectora del Embalse el Frayle 71 Anexo 15 - Mapa de Cuenca Colectora del Embalse Challhuanca 72 Anexo 16 - Mapa de Cuenca Colectora del Embalse Aguada Blanca 73 Anexo 17 – Mapa Superficie Glacial en la Cuenca 74 Anexo 18 - Mapa Sistema de trasvase – Cuenca alto Colca 75 Anexo 19 – Mapa Sistema de los aportes en la Cuenca alta de Chili 76 Anexo 20 - Mapa de intercuenas de las captaciones de las CH de Charcani 77

RESUMEN La cuenca del río Chili suministra recursos hídricos para el uso de diferentes fines; esta cuenca se encuentra regulado por 4 embalses, siendo el de principal regulador el embalse Aguada Blanca. Por otro lado, cuenta también con el trasvase de la cuenca alta del río Colca; este último cuenta con 3 embalses y 2 captaciones, que proporciona un caudal conducido por medio del Canal Zamacola hacia el río Sumbay. El conjunto de las estructuras hidráulicas en la cuenca del río Chili y Cuenca alta del río Colca, conforma el sistema regulado del Chili. Sin embargo, estas estructuras de embalse y captaciones, alteraron las descargas naturales de las cuencas que conforma el sistema regulado; debido por el almacenamiento, captación, conducción, operación, etc. Por esta razón surge la necesidad de aplicar el cálculo que permita determinar las series de caudales registrados en diferentes estaciones y/o medición en condiciones naturales.

El objetivo del presente estudio es determinar la disponibilidad hídrica para la generación de energía hidroeléctrica para el proyecto Charcani VII; para tal efecto se presentó y aplicó el proceso de "naturalización", el cual utiliza la metodología del balance hídrico. Para la aplicación de esta metodología se describieron los puntos de control con información de caudales descargados por las obras hidráulicas involucradas en el sistema regulado Chili, en las cuencas del río Chili y la Cuenca de alto Colca; se recopiló información básica disponible de estaciones meteorológicas; posteriormente se realizó el análisis de las principales variables controladas en los embalses como la precipitación y evaporación sobre el área de los embalses y captaciones, los niveles y volúmenes almacenados en los embalses y los caudales descargados desde cada uno de ellos, variables que intervienen en la ecuación de balance hídrico. Los resultados del presente informe, se obtuvieron los valores de los caudales naturalizados de las cuencas que conforma el sistema regulado Chili. Posterior a este resultado, se realizó el balance hídrico con el caudal naturalizado en el punto de captación del proyecto CH Charcani VII.

I. INTRODUCCIÓN

La empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A. (EGASA), es una empresa pública de derecho privado, actualmente opera las Centrales hidroeléctricas Charcani I, II, III, IV, V y VI los cuales usan los recursos hídricos del río Chili. EGASA, con el fin de optimizar los recursos hídricos y a su vez aumentar la producción de energía al Sistema Interconectado Sur, para satisfacer la demanda futura de energía; tiene la alternativa de reemplazar las Centrales hidroeléctricas Charcani I, II y III, para lo cual se elaboró el Proyecto Central Hidroeléctrica Charcani VII, haciendo posible el aumento de generación de energía.

El desarrollo de todo proyecto hidroenergético requiere el estudio de tres aspectos básicos: la topografía, la geología y la hidrología. Dentro del estudio hidrológico de este proyecto, la determinación de la disponibilidad de recursos hídricos del río Chili fue fundamental para plantear alternativas de optimización y/o regulación de recursos, debido a que en la cuenca de los ríos Chili y Colca, se encuentran varios embalses tales como: el Frayle, Aguada Blanca, Chalhuanca, Dique los Españoles, Bamputañe, etc.

En este contexto, el presente informe de Titulación de Suficiencia Profesional incluye la experiencia laboral del autor como parte del equipo de consultoría de Project International Development (PID), en el marco del Proyecto Central hidroeléctrica Charcani VII (EGASA), en primera instancia con el cargo de asistente y luego como especialista GIS e hidrología. Luego, se brindó el apoyo en la permisología y levantamiento de observaciones ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para los trámites correspondientes. Mas adelante, en el cargo de coordinador de proyecto se realizó la actualización del expediente técnico del proyecto.

Por ello, como parte del proyecto se desarrolló en el marco hidrológico, para la determinación de la disponibilidad de los recursos hídricos en la cuenca de los ríos Chili y la parte de la cabecera de la Cuenca del río Colca, que consiste en el sistema regulado Chili, lo cual fue importante para evaluar viabilidad del proyecto Charcani VII. Con ello se logró identificar la disposición y se optó por el caudal óptimo, que fue útil para el diseño de las estructuras hidráulicas que conformaron el proyecto; por ejemplo, estructura de captación, conducción, cámara de carga, tubería forzada, turbinas, etc.

Problemática

El proyecto hidroeléctrico Charcani VII surge de la necesidad de abastecimiento de energía en vista de la demanda futura. Según lo señalado en el informe de Diagnóstico de las Condiciones Operativas del SEIN CITATION COE19 \ 22538 (COES-SINAC, 2019), señalan que en las proyecciones al año 2028, se genera una demanda superior a la oferta de energía, por la construcción e inversión de nuevos proyectos, en especial proyectos mineros (ver Figura 1).

Figura 1. Diagnostico – Plan de Transmisión 2021-2030

Fuente: CITATION COE19 \ 22538 (COES-SINAC, 2019)

Objetivos

Objetivo Principal

Determinar la disponibilidad hídrica superficial para el proyecto “Central Hidroeléctrica Charcani VII”, con el fin de evaluar el aprovechamiento hidroenergético.

Objetivos Específicos

- Evaluación de los caudales naturalizados de los embalses y captaciones del sistema regulado Chili.
- Evaluar las pérdidas de los embalses y captaciones del sistema regulado Chili
- Evaluar la disponibilidad hídrica superficial, así como los usos y demandas de agua en las cercanías del Proyecto en situación de escenario sin y con proyecto.

•

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es el tránsito continuo del agua entre los diferentes depósitos, ambientes climáticos de la atmósfera, generando un ciclo. Esto, se produce a través de los procesos de evaporación, condensación, precipitación, sedimentación, la escorrentía, flujo de infiltración, la sublimación, la transpiración, la fusión y las aguas subterráneas. (Ordoñez Gálvez, 2011).

El ciclo hidrológico es un proceso recircular del transporte del agua en sus diferentes estados (sólido, líquido, gaseoso), este ciclo se debe fundamentalmente a la proporción de energía que ocasiona el sol para elevar el agua (evaporación); y la gravedad terrestre, que genera que el agua condensada descienda por precipitación, escurrimiento, infiltración.

(Ordoñez Gálvez, 2011) Sobre el ciclo hidrológico Hubbart (2011), manifiesta: “El ciclo hidrológico es un modelo conceptual que describe el almacenamiento y el movimiento del agua entre la biosfera, la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera. El agua de nuestro planeta se puede almacenar en cualquiera de los siguientes depósitos principales: atmósfera, océanos, lagos, ríos, suelos, glaciares, campos de nieve y aguas subterráneas. Los océanos suministran la mayor parte del agua evaporada que se encuentra en la atmósfera. De esta agua evaporada, solo el 91% regresa a las cuencas oceánicas en forma de precipitación. El 9% restante se transporta a áreas sobre masas terrestres donde los factores climatológicos inducen la formación de precipitaciones. El desequilibrio resultante entre las tasas de evaporación y precipitación sobre la tierra y el océano se corrige con la escorrentía y el flujo de agua subterránea hacia los océanos”. CITATION Hub11 \ 22538 (Hubbart, 2011).

Balance hídrico El balance hídrico posee como fundamento principal la ecuación de continuidad, el cual viene a ser la ley más importante en Hidrología, a pesar que su expresión es muy simple, la cuantificación de sus términos es normalmente complicada, debido a la falta de mediciones directas en campo y por la variación geográfica de la evapotranspiración, de las pérdidas por infiltración (a acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca. CITATION Ord111 \ t \ 22538 (Ordoñez Gálvez, 2011)

Balance hídrico en embalses Sokolov y Chapman (1981), señalan que:

La ecuación de balance hídrico de lagos y embalses, para cualquier intervalo de tiempo puede expresarse del siguiente modo. $Q_{sl} + Q_{ul} + PL - EL - Q_{sO} - Q_{uO} - \Delta SL - \eta = 0$ (Ecuación 1) Donde, Q_{sl} es el caudal de entrada de agua superficial dentro del embalse; Q_{ul} es el flujo de entrada correspondiente al agua subterránea; PL es la precipitación sobre la superficie; EL es la evaporación desde la superficie; Q_{sO} es el caudal de salida del agua superficial desde el embalse, Q_{uO} es el flujo de salida de agua subterránea, incluyendo la filtración a través de la presa; ΔSL es la variación del agua almacenada en el embalse, durante el periodo de balance hídrico considerado. También señala, el cálculo de evaporación procedente para embalses se puede estimar a partir de los datos de evaporímetro: $EL = K E_p$ (Ecuación 2) De la cual, E_p es la evaporación desde el recipiente o tanque de evaporación y K es un coeficiente de evaporímetro. Considerando que el valor de flujo Q_{ul} es mínimo, éste se desprecia de la ecuación 1. Es así que partir de la ecuación 1 y 2, se deduce la ecuación 3.

$$Q_n = Q_{st} \pm \Delta V \Delta t + CE - P \Delta t \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

Q_n Caudal naturalizado (sin el efecto del embalse) [m^3/s]

Q_{st} Caudales regulados (caudales en compuertas y aliviadero) [m^3/s]

ΔV Variación de volúmenes almacenados [hm^3]

C Coeficiente de tanque evaporímetro [-]

E Evaporación total mensual [mm]

P Precipitación sobre el espejo de agua [mm]

A Área del espejo de agua [m²]

Δt Tiempo considerado [s]

Escorrentía superficial

Ordoñez Gálvez (2011), señala que para determinar el aprovechamiento hídrico, es como requisito conocer en el punto de análisis, el caudal disponible por medio de las precipitaciones. Esto no es algo sencillo, pero para algunos casos es muy compleja, en especial en la ausencia de información, para el cual se han ido desarrollando una serie de metodologías, como: isoclinas de escorrentía, caudales específicos, generación de modelos de simulación precipitación-escorrentía, etc.

Para el cálculo de caudal estimado, en cuenca con características fisiográficas, cobertura vegetal y comportamiento hidrológico similar, se puede estimar el caudal específico en función de la siguiente expresión: $Q_x = A_x A_n P_x P_n Q_n$ (Ecuación 4) Donde Q_x es el caudal a estimar en un punto de análisis en la subcuenca; A_x es el área de la subcuenca; P_x es la precipitación sobre la subcuenca; A_n es el área de la cuenca; P_n es la precipitación sobre la cuenca; Q_n es el caudal de la cuenca.

Sistema de regulación Chili

Sub cuenca Chili

La Sub cuenca Chili es parte de la Unidad Hidrográfica del río Quilca-Vítor-Chili, ubicada desde la Cordillera de Los Andes y desemboca en la vertiente del Océano Pacífico. El río principal perteneciente a esta sub cuenca lleva consigo el mismo nombre de río Chili, el cual nace de la confluencia de los ríos Blanco y Sumbay. Recibe los aportes provenientes de los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba, que conforma el río Tingo Grande. En la parte alta del río Chili se ubica el embalse Aguada Blanca, el que posee un área de extensión de cuenca de 3,895 km² CITATION Agu09 \l 22538 (Autoridad Nacional del Agua, 2009).

El río Blanco, se encuentra en gran parte regulado por el embalse El Frayle, el cual regula 1,049 km² de un total de 1,200 km².

Por otro lado, el río Sumbay posee hasta su confluencia con el río Blanco un área de 2,450 km². Sus tributarios importantes son: el río Pausa por su margen izquierda, y por la margen derecha: Caquemayo, Challhuanca y Capillune CITATION Ins22 \l 22538 (Carpio y otros, 2022). Adicionalmente, el río Chili recibe recursos por medio del trasvase del canal Zamacola hacia el río Sumbay, cual posee un área de 737 km². Este trasvase se encuentra aproximadamente a la altura del poblado de Imata. Dichos recursos provienen de la Cuenca alta del Colca, mediante la regulación en los embalses El Pañe y Dique de Los Españoles, las bocatomas Bamputañe, Blanquillo, Jancolacaya y Antasalla

y su conducción mediante el canal Pañe-Sumbay CITATION Agu09 \l 22538 (Autoridad Nacional del Agua, 2009).

Sistema de Derivación Colca-Chili Los represamientos en la cuenca del río Colca datan por los años 1800; se construyó el Dique de los Españoles con el fin de captar aguas de los tributarios del Alto Colca hacia el río Chili, a medida del tiempo este embalse ha mejorado su capacidad, drenando parcialmente 740 km² de área fuera de la cuenca CITATION Och10 \l 22538 (Ochoa Acuña, 2010)

El rendimiento anual de la suma de las sub-cuencas derivadas se estima en 230 MMC, equivalente a 7.5 m³/s, de los cuales 4.5 m³/s están siendo derivados hacia el río Sumbay desde 1965 por el canal Zamacola. CITATION EGA17 \l 22538 (EGASA, 2017) En el año 1965 se amplió las obras para el aprovechamiento de las aguas del río Colca para la zona de Arequipa, las cuales entraron en funcionamiento en dicho año. Según Project International Development (PID), 2015; el Sistema de derivación muestra las siguientes características:

- Un reservorio en el río Pañe, que permite la total regulación de la descarga media anual, de aprox. 90 MMC. El reservorio se obtuvo elevando el nivel de una laguna ya existente a 4,530 msnm, resultando en una capacidad bruta de 100 MMC.
- Un canal revestido de 5.4 Km de longitud con una capacidad de 6 m³/s, entre el reservorio Pañe y el río Bamputañe.
- La nueva represa Bamputañe con capacidad de 40 MMC, inaugurada en junio 2010, que capta y deriva un caudal adicional de aproximadamente 1 m³/s.
- Bocatoma en el río Bamputañe seguida por un canal revestido con una capacidad de 6 m³/s y una longitud de 27.5 km hasta el río Blanquillo, el cual se cruza por medio de un sifón.
- Bocatoma en el río Blanquillo, que se conecta al canal mencionado, tiene una longitud de 22.1 km y una capacidad de 10 m³/s. Es revestido y cruza el río Colca a través del barraje de la Toma.
- Bocatoma en el río Colca, conectada al canal Zamacola de 13.6 km de longitud y capacidad igual a 30 m³/s. El canal está sujeto a colmataciones frecuentes, de manera que el funcionamiento de todo el sistema se encuentra muchas veces obstruido.
- Bocatoma en el río Antasalla y canal de 10 Km de largo con una capacidad de 3.5/2.5 m³/s, que desemboca en el Canal de Zamacola. En la Figura 2, se observa el esquema de derivación de la cuenca alta del río Colca y la Sub Cuenca del río Chili, que está comprendido por las obras hidráulicas de los embalses y los principales canales de conducción Pañe-Sumbay y Zamacola.

Figura 2. Esquema de derivación cuenca río Colca a río Chili

image3.emf

Represa Bamputañe

Fuente: AUTODEMA (sf).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

Materiales y equipos

Para la generación de las delimitaciones de las áreas de cuencas, se dispone de imágenes satelitales Alos Palsar 12.5x12.5 m y con la utilización del software de ArcMap 10.1 se obtuvo las áreas de interés; además, se corroboró con las cartas nacionales IGN en su versión vectorial, que es proporcionado por diversas entidades públicas, como el IGN o ANA. Se dispone la data de las estaciones pluviométricas e hidrométricas, proporcionado por EGASA y completadas con información de SENAMHI y/o ANA. Además de estas, existe información de caudales naturales en puntos de control de los embalses proveniente de COES por medio del programa PERSEO. Respecto al uso de equipamiento, fue el uso de cómputo necesario para manejar los softwares de office, ArcGIS 10.1 y otros.

Características Generales del área de estudio

Descripción General del área de estudio

El proyecto hidroeléctrico Charcani VII se ubica en la región de Arequipa, provincia de Arequipa y entre los distritos de Cayma y Alto selva Alegre. Sobre el área hidrográfica se abarca las Unidades hidrográficas de Chili-Quilca-Vitor (parte alta de la cuenca) y el Colca (parte alta de la cuenca).

En la Figura 3, se muestra la ubicación del área de proyecto entre los dos distritos que este implica, desde el punto de captación y devolución al río Chili.

Figura 3. Área de referencia del Proyecto Charcani VII

Fuente: Project International Development (2015) Inventario de Fuentes hídricas, infraestructura y otros. El área de desarrollo del presente trabajo, es abarcado por las subcuencas y obras hidráulicas que conforman al sistema Chili regulado. Este sistema, podemos dividir en dos zonas para un mejor desarrollo, que comprenden la sub-cuenca del río Chili y la derivación de Colca-Chili a través del canal Zamacola; estas zonas están conformadas por obras hidráulicas (represas y canales) y por el uso de los recursos hídricos para fines consuntivos (agua potable, irrigación, etc.) y no consuntivos (generación de energía).

En la actualidad los embalses que pertenecen al sistema Chili regulado, vienen siendo gestionada y brindando mantenimiento por la entidad de AUTODEMA (Autoridad Autónoma de Majes), el cual es el organismo del Gobierno Regional de Arequipa, con el fin de garantizar los recursos hídricos a la población y al desarrollo de actividades de la Región Arequipa. En la Figura 4, se presenta el esquema hidráulico del sistema regulado Chili, en donde se observa el desarrollo del sistema a mención, mostrando los componentes como embalses y captaciones en las cuencas involucradas. Los detalles se pueden observar en el Anexo 18 y Anexo 19. .

Figura 4. Esquema Hidráulico del Sistema regulado Chili

Fuente: Project International Development (2015)

III.1.1.1. Inventario de las Fuentes de agua Se realizó un inventario de las fuentes de agua que provienen de las áreas de las cuencas colectoras, aportando dichos recursos al río Chili.

En la Tabla 1, se muestran las áreas de cada unidad hidrográfica que aportan al río Chili, siendo de mayores extensiones las del río Blanco, Sumbay y Tingo Grande. Cabe indicar, que el río Tingo Grande aporta recursos aguas abajo de donde se encuentra las Centrales Hidroeléctrica de Charcani. Por ende, los caudales provenientes de este río no formarían parte del cálculo del caudal disponible a determinar.

Tabla 1. Área de cuenca de las fuentes de agua del río Chili Código de Unidad Hidrográfica Nombre Área de Cuenca (km²)

1326	Cuenca río Blanco	1,162.0
1328	Cuenca río Sumbay	2,605.0
1327	Río Pausa	127.8
1329	Río Caquemayo	212.8
1329	Río Challhuanca	286.4
1329	Río Capillune	256.4
1325	Cuenca río Tingo Grande	1,030.0

Río Andamayo 509.6

Río Mollebaya 154.5

Río Yarabamba 365.9

En la figura siguiente se observar la ubicación de las cuencas y microcuencas mencionadas en la Tabla anterior. Para mejor apreciación el plano se encuentra en el Anexo 11 - Delimitación de las cuencas hidrográficas.

Figura 5: Plano de ubicación de las cuencas que conforma el río Chili

III.1.1.2. Inventario de Infraestructura Hidráulica

El sistema hidroeléctrico Charcani está ubicado sobre el río Chili, ubicado aguas abajo del embalse Aguada Blanca y antes de la primera toma para fines agrícolas y poblacionales (Canal Zamacola de La Campiña).

La operación del sistema hidroeléctrico está a cargo de la Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa (EGASA), éste se encuentra conformado por un conjunto de seis centrales hidroeléctricas, y además un conjunto de obras de regulación. A continuación, en base a la información de la Autoridad Nacional del Agua (2009), se desarrolla una descripción de las obras hidráulicas que aportan al sistema hidroeléctrico Charcani:

- Embalse El Pañe Se encuentra ubicado sobre el río Negrillo, tributario del río Colca (sub cuenca Alto Colca) a una altitud media de 4,580 msnm. Regula los recursos de la Laguna el Pañe y un área de cuenca de 185 km². Tiene una capacidad de 98.4 MMC y un volumen muerto de 41.3 MMC.

Los principales niveles operativos del embalse son:

- Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,585.0 msnm
- Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,595.4 msnm
- Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,596.4 msnm

- Canal Pañe-Sumbay. Deriva los recursos hídricos regulados por el embalse el Pañe y los recursos no regulados de los ríos Bamputañe, Blanquillo, Colca y Antasalla.

Este canal entrega sus aguas al río Sumbay en la sub cuenca del río Chili, donde toma el nombre de Canal Zamacola. El canal tiene longitud de 77.5 km recorridos de Norte a Sur, entre altitudes comprendidas entre los 4,580 y 4,435 msnm.

- Embalse Dique de los Españoles Se encuentra ubicado sobre el río Alto Colca, a una altitud medio de 4,430 msnm. Regula las filtraciones de la Laguna del Indio y los excedentes no derivados de la Bocatoma Jancolacaya correspondientes a un área de

87%

MATCHING BLOCK 1/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

cuenca de 276 km². Tiene una capacidad útil de 9.1 MMC y un volumen muerto de 2.85 MMC.

Los principales niveles operativos del

100%

MATCHING BLOCK 2/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,433.3 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,435.3 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,436.0 msnm •

Embalse El Fraile Se encuentra ubicado sobre el río Blanco (sub cuenca Chili), a una altitud media de 4,000 msnm. Regula aproximadamente el 87 % de los recursos hídricos del río Blanco con área de cuenca de 1,200 km² hasta su confluencia con el río Sumbay.

100%

MATCHING BLOCK 3/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

El embalse tiene una capacidad útil de 135 MMC, y un volumen muerto de 8 MMC.

Los principales niveles operativos del

100%

MATCHING BLOCK 4/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 3,981.2 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,010.0 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,011.3 msnm •

82%

MATCHING BLOCK 5/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

Embalse Aguada Blanca Se encuentra ubicado sobre el río Chili, aguas abajo de la confluencia de los ríos Blanco y Sumbay, a una altitud media de 3,650 msnm. Regula los recursos hídricos del río Blanco,

no regulados por El Fraile (aprox. 13 %) más los recursos del río Sumbay. Además, tiene un efecto controlador sobre las descargas del sistema.

100%

MATCHING BLOCK 6/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

El embalse tiene una capacidad útil de 38.2 MMC, y un volumen muerto de 5.3 MMC.

Los principales niveles operativos del

100%

MATCHING BLOCK 7/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 3,642.0 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 3,666.0 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 3,668.5 msnm •

Embalse Pillones Se encuentra ubicado sobre el río Pillones en la cuenca del río Challhuanca. Almacena los recursos del río Pillones, y en mayor magnitud los recursos del río Sumbay. Dichos recursos son captados por medio de una toma sobre la margen derecha del río Sumbay y un túnel de conducción.

100%

MATCHING BLOCK 8/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

El embalse tiene una capacidad útil de 76.8 MMC, y un volumen muerto de 3.24 MMC.

Los principales niveles operativos del

100%

MATCHING BLOCK 9/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,355.8 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,374.5 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,376.5 msnm •

Embalse Bamputañe Ubicado sobre el río Bamputañe en la sub cuenca Alto Colca, a una altitud media de 4,590 msnm. Regula los recursos del río Bamputañe de área de cuenca igual a 175 km², con la finalidad de trasvase hacia la cuenca del río Chili.

100%

MATCHING BLOCK 10/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

El embalse tiene una capacidad útil de 40.17 MMC, y un volumen muerto de 1.12 MMC.

Los principales niveles operativos del

100%

MATCHING BLOCK 11/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,587.5 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,597.5 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,599.0 msnm •

Embalse Challhuanca Ubicado sobre el río Challhuanca, tributario por la margen derecha del río Sumbay.

100%

MATCHING BLOCK 12/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

El embalse tiene una capacidad útil de 25.2 MMC, y un volumen muerto de 0.4 MMC.

Los principales niveles operativos del

100%

MATCHING BLOCK 13/44

SA

31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)

embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,292.4 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,307.8 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,309.2 msnm

III.1.1.3. Inventario de Sistema Hidroeléctrico Charcani El sistema hidroeléctrico consta de seis centrales hidroeléctricas de diversas capacidades y distintos años de puestas en operación. Las características principales del sistema se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Característica de las Centrales Hidroeléctrica Unidad Operativa Caída neta (m) Caudal de Diseño (m³/s) Potencia Instalada (MW) Disposición General C.H Charcani I 26.85 7.6 1.472 En cascada, después de la casa de máquinas de Charcani III. C.H Charcani II 18.70 6.0 0.79 En cascada, después de la casa de máquinas de Charcani I. C.H Charcani III 57.70 10.0 4.560 Toma directa en el río Chili. C.H Charcani IV 117.35 15.0 14.4 Toma directa en el río Chili. C.H Charcani V 706.40 24.9 135 Toma directa del embalse Aguada Blanca. C.H Charcani VI 69.00 15.0 8.96 En cascada con la casa de máquinas de Charcani IV.

Fuente: EGASA (2017)

Diagrama topológico

Para una mejor desarrollo y operatividad, se utilizó a modo de ayuda el uso de codificación para identificar los puntos de control de los aportes naturales. Ver figura siguiente.

Figura 6. Diagrama topológico del sistema de regulación Chili y Charcani.

Fuente: Project International Development (2015)

Información básica El presente trabajo, se utilizó la información de precipitación, evaporación, mediciones de caudales de descarga y la capacidad de almacenamiento de los embalses que regulan el sistema regulado Chili, toda la información fue recopilada y generada por el grupo de trabajo de Project International Development (PID), como consultor durante el año 2015- 2016.

Precipitación y evaporación La precipitación desde el punto de vista de hidrológica, es la principal fuente de agua que se deposita en la superficie terrestre, sus mediciones y análisis, forman el punto de partida para los estudios que conciernen al uso y control del agua CITATION Vil22 \l 22538 (Villón Béjar, 2002)

En la recopilación de información se identificaron varios registros, de las cuales se escogieron 14 estaciones pluviométricas ubicadas en la región del proyecto; la Tabla 3 se indican sus coordenadas de ubicación, elevación, promedios anuales y los años de registro.

Tabla 3. Inventario de Estaciones con registros de Precipitación. Estación Pluviométrica Ubicación Precipitación Periodo Lat. (S) Long (W) Elevación Anual Nombre Cuenca (gms) (gms) (msnm) (mm) Condorama Colca 152300 711600 4250 666 1974-2012 El Pañe Colca 152518 710405 4610 763 1952-2013 Bamputañe Colca 152527 710059 4655 858 2011-2013 Imata Chili 155500 710500 4519 559 1936-2013 Sumbay Chili 155900 712200 4294 436 1963-2013 El Fraile Chili 160906 711119 4115 318 1975-2013 Aguada Blanca Chili 161500 712000 3725 254 1975-2013 Pillones Chili 155017 711048 4416 413 1964-2013 Chalhuanca Chili 154758 712002 4310 661 2011-2013 Las Salinas Chili 161905 710854 4322 346 1975-2013 Pampa de Arrieros Chili 160400 713500 3715 274 1964-1998 Arequipa Chili 162100 713400 2518 117 1948-1974 Vitor Chili 162500 715000 1589 25.3 1940-1967 La Joya Chili 164400 712900 1268 3.2 1966-1979 Los datos de evaporación provienen de las estaciones meteorológicas, ya que estas estaciones cuentan con el equipamiento para realizar las mediciones. Se encontraron 8 estaciones que cuentan con registro de evaporación; en la Tabla 4 se muestran sus coordenadas de ubicación, elevación, promedio anual y el periodo de registro.

Tabla 4. Inventario de Estaciones con registros de Evaporación. Estación Meteorológica Ubicación Evaporación Periodo Lat. (S) Long (W) Elevación Anual Nombre Cuenca (gms) (gms) (msnm) (mm) Condorama Colca 152300 711600 4250 1588 1993-2012 El Pañe Colca 152518 710405 4610 1398 1970-2013 Bamputañe Colca 152527 710059 4655 1379 2011-2013 Imata Chili 155500 710500 4519 1576 1980-2013 El Frayle Chili 160906 711119 4115 1884 1975-2013 Aguada Blanca Chili 161500 712000 3725 1810 1975-2013 Pillones Chili 155017 711048 4416 1740 2007-2013 Chalhuanca Chili 154758 712002 4310 1573 2011-2013

Se puede observar en la Figura 7, el comportamiento de la precipitación y la evaporación respecto a la variación por altura en la cual se puede apreciar que la precipitación aumenta desde las alturas de la cuenca baja hasta más de 800 mm anual en la cuenca alta del río Colca.

Figura 7. Variación de la Precipitación y Evaporación con Altura.

image8.emf

200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 3600 3800 4000 4200 4400 4600 4800 Precipitación/Evaporación (mm/a) Elevación (m snm) Evaporación Precipitación

En la * MERGEFORMAT Figura 8 y al igual que en el Anexo 9, se visualizan la ubicación de las estaciones pluviométricas y meteorológicas utilizadas.

Figura 8: Ubicación de las estaciones pluviométricas y meteorológicas

Caudales e Hidrometría La definición de la hidrometría, es la parte de la hidráulica que tiene por objeto medir el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo a través de una sección transversal de un río, un canal o por una tubería CITATION Pro13 \l 22538 (Programa Sub Sectorial de Irrigaciones, 2013).

Realizando los cálculos de acuerdo a las variables indicadas en la ecuación a mención para obtener el caudal naturalizado, resulta en 3.56 m³/s.

Asimismo, la evaporación medida en tanque ha sido corregido con un factor de tanque de 0.80 para el embalse Aguada Blanca; sin embargo, para El Frayle, Pillones, Dique Los Españoles y Pañe por efecto de congelamiento se usó 1.2 x 0.8 = 0.96. Este factor 1.2 proviene de la investigación de INADE en evaporímetros ubicados a gran altitud. CITATION Pro15 \l 22538 (Project International Development (PID), 2015)

En el caso del embalse Dique Los Españoles, el volumen almacenado fue calculado con los aportes del canal Antasalla, canal Pañe - Jancolacaya y río Alto Colca.

Naturalización de Caudales en los Ríos

En el caso particular del embalse Aguada Blanca, los caudales naturalizados fueron descontados los caudales descargados de los embalses El Frayle, Pillones a Sumbay y aporte neto del río Sumbay, obteniendo de esta manera los caudales naturales netos del embalse Aguada Blanca (lo que se denomina estación Chinchera), de acuerdo a la expresión siguiente:

En la situación del río Bamputañe, se han controlado tanto lo que conduce el canal (estación Bamputañe) y las descargas vertidas en la bocatoma Bamputañe por lo que se procedió a naturalizar de la forma siguiente:

Siendo: Q_{n.Bamp} : Caudal natural en Bamputañe [m³/s] Q_{h.Bamp} : Caudal histórico en la estación Bamputañe [m³/s]

Q_{v.Bamp}: Caudal vertido en la bocatoma Bamputañe [m³/s] Q_{reg.Pañe}: Caudal descargado neto en Bamputañe por embalse Pañe [m³/s]

Para el cálculo de los aportes en el río Blanquillo, se determinó tanto el caudal conducido en el canal como los caudales vertidos en la bocatoma Blanquillo. Por lo tanto, los caudales naturalizados en la estación Blanquillo es la sumatoria de lo que viene por el canal y los caudales vertidos en la bocatoma Blanquillo (QN-2003). En el caso de los aportes en el río Antasalla; mismo caso del río Blanquillo, se registró tanto los caudales captados en la bocatoma Antasalla y los caudales vertidos en ésta. Por lo tanto, los caudales naturalizados en la Bocatoma de Antasalla vendrían a ser la sumatoria de estos caudales. Para estimar los aportes del río Colca se tuvo en cuenta los registros del canal Zamácola, estación Jancolacaya, así como la variación de niveles del embalse Dique Los Españoles y los caudales descargados y vertidos por este embalse. Para este caso, existen dos condiciones a considerar, siendo la primera expresada por la siguiente condición:

En este caso la diferencia sería el aporte del río Colca y Antasalla. La segunda condición está dada por:

En este caso la diferencia sería el aporte de Jancolacaya hacia el Dique Los Españoles. Al aporte del caudal de ingreso al embalse Dique Los Españoles hay que restarle la descarga de Jancolacaya al Dique (que proviene del canal Pañe - Jancolacaya), este vendría a ser el aporte del río Colca y Antasalla. Para obtener los aportes totales del río Colca y Antasalla deben sumarse el aporte obtenido de la primera y segunda condición. Los caudales naturalizados del río Colca son los aportes totales del río Colca y Antasalla menos lo registrado en la bocatoma del río Antasalla. El esquema de cálculo de los respectivos caudales del río Colca y Dique Los Españoles se muestra en la Figura 9.

Figura 9 Determinación Caudal Naturalizado Aporte río Colca.

image14.emf

DETERMINACION CAUDAL NATURALIZADO APORTE RIO COLCA CASO 1 Si $QZ - (QJ+QAZ+QDZ) \leq 0$; $QZ = QZ - (QJ+QAZ+QDZ)$ CASO 2 Si $QZ - (QJ+QAZ+QDZ) > 0$; $QJD = (QJ+QAZ+QDZ) - QZ$ Del embalse Dique de los Españoles $QAD+QJD+QCD = QDZ + (AV/At) + [(CE-P)A/At]$ (Caudal Natural Total Dique) $QCD = QDZ + (AV/At) + [(CE-P)A/At] - QAD - QJD$ (Aporte del río Colca hacia el Dique) Aporte Colca $QC = QCZ + QCD$ Dique Registro Jancolacaya (QJ) Toma Jancolacaya (QC) Toma Antasalla (QA) Registro Zamacola (QZ) QJD QAD QAZ QCD QCZ QDZ

Estimación de Caudales Naturales

El cálculo del caudal natural de las presas Bamputañe y Chalhuanca debido a que no se contó con información suficiente para la utilización del método de balance hídrico, se obtuvo mediante una relación de áreas de cuenca de los ríos intervenidos por las presas mencionadas, con las áreas de cuenca de los embalses involucrados.

Para el cálculo de las intercuenas entras las centrales hidroeléctrica se realizó, en base de las series históricas de los caudales de la cuenca del río Chili, que fueron obtenidos sumando solo los Caudales naturales QN-2006 hasta QN-2010 (Cuenca del río Chili hasta el embalse Aguada Blanca); con ello se determinó los aportes de las demás intercuenas que existe entre cada una de las centrales hidroeléctricas; aplicando la ecuación de transferencia de caudales en base del área de cuenca y precipitación promedia; el mismo concepto de la estimación de escorrentía según Ordoñez Gálvez (2011).

$Q_{N-201x} = A_x A_{QN-2006-10} P_x P_{QN-2006-10} / 0.610 Q_{N-20i}$ Dónde: A_x : Área de la Intercuenca QN-201x $A_{QN-2006-10}$: Área de la Intercuenca QN-2010 P_x : Precipitación promedia de la Intercuenca QN-201x $P_{QN-2006-10}$: Precipitación promedia de la Cuenca del río Chili QN-2006 hasta 2010 En la Tabla 7, muestra el área de las intercuenas y la precipitación promedia anual de los puntos de captación de las centrales hidroeléctricas para estimar sus aportes aplicando la ecuación de transferencia.

Tabla 7. Área y precipitación de intercuenas Cuenca Área de Cuenca Precipitación promedia [-] [km2] [mm/a] QN 2006-2010 3,880.00 511.23 QN-2011 228.19 609.20 QN-2012 0.28 145.76 QN-2013 1.72 249.53 QN-2014 13.09 282.14 QN-2015 8.01 317.86 QN-2016 4.52 148.24 QN-2017 28.91 318.83 QN-2018 1.76 102.87 Las series históricas para el cálculo de transferencia de caudales naturales en los puntos de control según se encuentran desde el Anexo 1 al Anexo 9. Cabe indicar, que las precipitaciones promedias anuales de las intercuenas de las centrales en cascada, se determinaron en base de la elevación promedia de ellas, aplicando la ecuación de regresión de precipitación vs elevación media de la Cuenca del rio Chili; esto fue determinado con información de las estaciones pluviométricas, con los datos de precipitación anual y elevación de ellas mismas; el resultado se aprecia en la Figura 10.

Figura 10. Ecuación de Regresión de precipitación & elevación de la Cuenca del rio Chili

Identificación del uso y demandas hídricas.

Consumo Actual de Agua

En la zona del proyecto, se identificó la existencia demanda agrícola de 3.0 m3/s que es conducido por el Canal Zamacola – La Campiña. Dicha demanda será reestablecida durante la operación del Proyecto, mediante la implementación de una estación de bombeo ubicada en la margen derecha del rio Chili (incorporación de una presa de regulación) que abastecerá el canal principal de irrigación con aguas que han sido turbinada y descargadas desde la central Charcani VII; por lo tanto, esta demanda no forma parte sobre el recurso del rio Chili desde el punto de captación.

Adicionalmente, se identificó la demanda de uso de agua potable por SEDAPAR de 1.5 m3/s, lo cual ha sido considerado dentro del Balance Hídrico.

Caudal Ecológico La demanda del caudal ecológico no se ha considerado para el escenario con Proyecto, dado que el planteamiento por la operación se realizará mediante la captación de las aguas turbinadas de la CH Charcani VI; en otras palabras, no se hará uso directo de los recursos del rio Chili entre los puntos de captación y devolución del Proyecto.

Demanda Futura de la CH Charcani VII La demanda estimada de acuerdo al planteamiento; de captar el agua turbinada por CH Charcani VI; corresponde de forma similar a la generación de energética de CH Charcani VI. Dicha demanda es igual a 15 m3/s; es decir, el caudal descargado por CH Charcani VI, será captados directamente por obras de empalme para la conducción de la CH Charcani VII.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Caudales naturalizados

Aplicando la metodológica de balance hídrico para naturalización de caudales, ya que se desea identificar los aportes, descargas y pérdidas en las obras de intervención del sistema regulado Chili que comprenden los 7 embalses y 4 captaciones sobre los ríos identificados según la Tabla 6 mostrada. Se realizó el análisis respectivo de los registros sobre los periodos históricos de los caudales de descarga.

Caudal Naturalizado Cuenca Alto Colca En * MERGEFORMAT Tabla 8 se muestran el resumen de caudales naturalizados de los embalses de El Pañe, Bamputañe, Dique los españoles y las Captaciones de Bamputañe, Blanquillo y Antasalla, en el periodo 2001 – 2013.

Tabla 8: Caudales mensuales naturalizados – Cuenca Alto Colca Mes Embalse Bocatoma

El Pañe Bamputañe Dique los Españoles Bamputañe Blanquillo Antasalla

100%

MATCHING BLOCK 14/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene	7.085	2.816	1.618	4.434	1.126	0.603	Feb	9.756	4.172	2.660	6.831	2.324	1.283	Mar	7.225	2.543	1.770	4.313	2.062	0.927
Abr	3.736	0.966	0.625	1.591	1.122	0.510	May	0.743	0.072	0.408	0.480	0.305	0.121	Jun	0.331	0.026	0.233	0.260	0.245	0.071
Jul	0.305	0.032	0.207	0.238	0.106	0.055	Ago	0.224	0.030	0.297	0.326	0.088	0.060	Set	0.200	0.330	0.727	1.058	0.090	0.046
Oct	0.180	0.696	1.041	1.737	0.087	0.040	Nov	0.226	1.205	1.074	2.279	0.116	0.032	Dic	2.171	1.210	1.154	2.364	0.227	0.126

En la

Figura 11

y Tabla 9, se muestra el balance promedio mensual del embalse el Pañe. La eficiencia de este embalse es de 85.1%, siendo la diferencia de 14.9% por rebose en la temporada de lluvias. Existe un 0.3% por perdidas de evaporación del embalse.

Figura 11. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse El Pañe.

image16.emf

0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0

100%

MATCHING BLOCK 15/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m3 / s)

El Pañe (01) Aporte Descarga regulado Rebose

Tabla 9. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse El Pañe Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte regulado -Descarga

100%

MATCHING BLOCK 16/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 7.085 1.320 0.000 5.765 Febrero 9.756 0.811 0.870 8.945 Marzo 7.225 0.864 2.318 6.360 Abril 3.736 2.756 1.302 0.980 Mayo 0.743 3.057 0.252 -2.314 Junio 0.331 3.979 0.024 -3.648 Julio 0.305 4.151 0.001 -3.847 Agosto 0.224 3.768 0.000 -3.544 Setiembre 0.200 2.760 0.000 -2.560 Octubre 0.180 1.144 0.000 -0.964 Noviembre 0.226 1.032 0.000 -0.805 Diciembre 2.171 1.122 0.000 1.049

Promedio 2.641 2.238 0.394 0.403

Rebose: 14.9% Aporte Pérdidas: 0.009 Eficiencia: 85.1% Aporte 0.3%

En la Figura 12 y Tabla 10, se muestra el balance promedio mensual del embalse Bamputañe. La eficiencia de este embalse se estima en 100.0%, esto indica que tiene la capacidad suficiente de almacenar los recursos en la temporada de lluvia. Las pérdidas del -13.1% es un indicador que, al término de la temporada de sequía, entre octubre y noviembre el embalse se encuentra muy cerca de vacío.

Figura 12. Balance promedio mensual (2010-2013) Embalse Bamputañe.

image17.emf

0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0

100%

MATCHING BLOCK 17/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m3 / s)

Bamputañe (02b) Aporte Descarga Rebose

Tabla 10. Balance promedio mensual (2010-2013) Embalse Bamputañe. Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte regulado -Descarga

100%

MATCHING BLOCK 18/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 2.816 0.000 0.000 2.816 Febrero 4.172 0.415 0.000 3.757 Marzo 2.543 1.039 0.000 1.504 Abril 0.966 0.945 0.000 0.021 Mayo 0.072 0.524 0.000 -0.452 Junio 0.026 0.000 0.000 0.026 Julio 0.032 0.000 0.000 0.032 Agosto 0.030 0.606 0.000 -0.576 Setiembre 0.330 2.957 0.000 -2.627 Octubre 0.696 4.241 0.000 -3.544 Noviembre 1.205 3.997 0.000 -2.793 Diciembre 1.210 0.968 0.000 0.242

Promedio 1.156 1.308 0.000 -0.151

Rebose: 0.0% Aporte Pérdidas: -0.151 Eficiencia: 100.0% Aporte -13.1%

En la Figura 13 y Tabla 11, se muestra el balance promedio mensual del Dique los Españoles. La eficiencia es de 83.8%, siendo la diferencia de 16.2% por rebose en la temporada de lluvias. Existe un 14.3% por pérdidas de evaporación del embalse.

Figura 13. Balance promedio mensual (2001-2013) Dique los Españoles.

image18.emf

0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0

100%

MATCHING BLOCK 19/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m3 / s)

Dique los Españoles (11) Aporte Descarga Rebose

Tabla 11. Balance promedio mensual (2001-2013) Dique los Españoles. Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte regulado - Descarga

100%

MATCHING BLOCK 20/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 1.618 0.453 0.034 1.165 Febrero 2.660 0.766 1.051 1.894 Marzo 1.770 0.774 0.648 0.996 Abril 0.625 1.082 0.230 -0.457 Mayo 0.408 0.474 0.000 -0.065 Junio 0.233 0.414 0.000 -0.181 Julio 0.207 0.280 0.000 -0.073 Agosto 0.297 0.180 0.000 0.116 Setiembre 0.727 0.504 0.000 0.223 Octubre 1.041 1.329 0.000 -0.288 Noviembre 1.074 0.914 0.000 0.160 Diciembre 1.154 0.976 0.000 0.178

Promedio 0.974 0.678 0.157 0.297

Rebose: 16.2% Aporte Pérdidas: 0.139 Eficiencia: 83.8% Aporte 14.3%

En la Figura 14 y Tabla 12, se muestra el balance promedio mensual de la bocatoma Bamputañe. La eficiencia de captación es de 89.7%, siendo la diferencia de 110.3% por rebose en la temporada de lluvias. Existe un 6.1% por perdidas, principalmente por infiltración.

Figura 114. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Bamputañe.

image19.emf

0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5

100%

MATCHING BLOCK 21/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m3 / s)

Bamputañe (02) Aporte río Descarga Pañe Descarga canal Rebose

Tabla 12. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Bamputañe. Mes Pañe Bamputañe Aporte Descarga Aporte Qnat Σ Aporte Descarga Rebose - Descarga

100%

MATCHING BLOCK 22/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 1.320 2.892 4.212 2.887 0.669 1.325 Febrero 0.811 4.876 5.687 2.983 1.595 2.705 Marzo 0.864 3.600 4.465 2.286 1.364 2.178 Abril 2.756 1.338 4.094 3.285 0.685 0.809 Mayo 3.057 0.140 3.197 3.503 0.000 -0.306 Junio 3.979 0.025 4.004 3.921 0.000 0.083 Julio 4.151 0.038 4.189 4.066 0.000 0.123 Agosto 3.768 0.013 3.781 3.831 0.000 -0.050 Setiembre 2.760 0.142 2.901 3.333 0.000 -0.432 Octubre 1.144 0.285 1.429 1.953 0.000 -0.524 Noviembre 1.032 0.528 1.560 1.557 0.007 0.003 Diciembre 1.122 0.614 1.736 1.149 0.013 0.587

Promedio 2.238 1.185 3.423 2.894 0.353 0.529

Rebose: 10.3% Aporte Pérdidas: 0.176 Capturado: 89.7% Aporte 6.1%

En la Figura 15 y Tabla 13 se muestra el balance promedio mensual de la bocatoma Blanquillo. La eficiencia de captación es de 73.5%, siendo la diferencia de 26.5% por rebose en la temporada de lluvias. Existe un 5.2% por perdidas, principalmente por infiltración.

Figura 15. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Blanquillo.

image20.emf

0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5

100%

MATCHING BLOCK 23/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m³ / s)

Blanquillo (03) Aporte río Descarga canal Rebose

Tabla 13. Balance promedio mensual (2001-2013) Bocatoma Blanquillo. Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte derivado -Descarga

100%

MATCHING BLOCK 24/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 1.126 0.635 0.377 0.492 Febrero 2.324 1.475 0.925 0.849 Marzo 2.062 1.318 0.579 0.744 Abril 1.122 0.898 0.220 0.224 Mayo 0.305 0.255 0.000 0.051 Junio 0.245 0.227 0.000 0.018 Julio 0.106 0.098 0.000 0.008 Agosto 0.088 0.091 0.000 -0.003 Setiembre 0.090 0.072 0.000 0.018 Octubre 0.087 0.088 0.000 0.000 Noviembre 0.116 0.114 0.000 0.002 Diciembre 0.227 0.245 0.015 -0.017

Promedio 0.647 0.453 0.171 0.195

Rebose: 26.5% Aporte Pérdidas: 0.023 Capturado: 73.5% Aporte 5.2%

En la Figura 16 y Tabla 14, se muestra el balance promedio mensual de la bocatoma Antasalla. La eficiencia de captación es de 86.0%, siendo la diferencia de 14.0% por rebose en la temporada de lluvias.

Figura 16. Balance promedio mensual (2002-2013) Bocatoma Antasalla

image21.emf

0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2

100%

MATCHING BLOCK 25/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m³ / s)

Antasalla (05) Aporte río Descarga canal Rebose

Tabla 14. Balance promedio mensual (2002-2013) Bocatoma Antasalla. Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte derivado -Descarga

100%

MATCHING BLOCK 26/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 0.603 0.537 0.067 0.067 Febrero 1.283 1.068 0.215 0.215 Marzo 0.927 0.743 0.183 0.183 Abril 0.510 0.443 0.066 0.066 Mayo 0.121 0.121 0.000 0.000 Junio 0.071 0.071 0.000 0.000 Julio 0.055 0.055 0.000 0.000 Agosto 0.060 0.055 0.005 0.005 Setiembre 0.046 0.046 0.000 0.000 Octubre 0.040 0.040 0.000 0.000 Noviembre 0.032 0.032 0.000 0.000 Diciembre 0.126 0.116 0.010 0.010

Promedio 0.317 0.272 0.044 0.044

Rebose: 14.0% Aporte Pérdidas: 0.000 Capturado: 86.0% Aporte 0.0%

Se muestra en la Figura 17 y Tabla 15 el balance promedio mensual del canal Zamacola. Realizando la sumatoria de los derivados de la captación, Jancolacaya, Antasalla y del Dique los españoles hacia el canal de derivación de Canal Zamacola; de ello se obtuvo un resultado de 10.7% entre perdidas y/o caudales no capturados.

Figura 17. Balance promedio mensual (2001-2013)–Río Colca – Canal Zamácola.

image22.emf

0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0

100%

MATCHING BLOCK 27/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m³ /

s)
Río Colca -Zamácola Dique Españoles Antesalla Jancolacaya Bocatoma Jancolacaya est.Canal Canal Zamácola Caudal no capturado

Tabla 15. Balance promedio mensual (2001-2013) Estación/Bocatoma Jancolacaya –Río Colca – Canal Zamácola. Mes Jancolacaya Antasalla Dique Esp Río Colca Zamácola Σ derivado

Est. canal Bocatoma derivado descarga Σ derivado canal -Zamácola

100%	MATCHING BLOCK 28/44	SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)
<p>Enero 3.166 3.082 0.537 0.453 7.309 5.749 1.560 Febrero 4.282 5.967 1.068 0.638 12.040 9.685 2.356 Marzo 3.581 5.461 0.743 0.756 10.538 9.715 0.822 Abril 4.042 2.873 0.443 0.924 8.311 8.088 0.223 Mayo 3.755 1.201 0.121 0.482 5.643 5.590 0.053 Junio 3.914 1.212 0.071 0.417 5.676 5.578 0.098 Julio 3.956 1.289 0.055 0.297 5.576 5.526 0.050 Agosto 3.705 1.289 0.055 0.187 5.223 5.086 0.137 Setiembre 3.427 1.170 0.046 0.533 5.136 4.703 0.433 Octubre 2.518 1.190 0.040 1.389 5.035 4.170 0.864 Noviembre 1.532 1.554 0.032 0.990 4.227 3.321 0.906 Diciembre 1.511 1.653 0.116 1.047 4.362 3.324 1.038</p>		

Promedio 3.275 2.305 0.272 0.676 6.553 5.851 0.702

Caudal

no capturado/ perdidas: 10.7%

Caudal Naturalizado Cuenca Río Chili La cuenca del río Chili está conformado por los embalses de Pillones, Chalhuanca, el Frayle y Aguada Blanca; siendo este último el embalse que hace la regulación final del río Chili.

Tabla 16. Caudales naturalizados – Embalses de la Cuenca río Chili Mes Pillones Chalhuanca Frayle Aguada Blanca

100%	MATCHING BLOCK 29/44	SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)
<p>Ene 0.850 3.787 7.811 16.986 Feb 0.896 7.801 15.312 35.457 Mar 1.245 3.479 12.079 29.684 Abr 0.336 1.888 4.168 19.283 May 0.100 0.844 1.200 10.732 Jun 0.091 0.703 0.835 11.045 Jul 0.130 0.695 0.919 11.447 Ago 0.177 0.556 0.722 11.067 Set 0.210 0.343 0.730 11.254 Oct 0.164 0.262 0.756 11.938 Nov 0.220 0.255 0.771 11.514 Dic 0.619 1.037 1.951 12.130</p>		

En la

Figura 18

y Tabla 17, se muestra el balance promedio mensual del embalse El Frayle. La eficiencia es del 100%; se puede señalar que el embalse tiene capacidad suficiente de almacenamiento de los caudales en tiempo de lluvia. Existe un 11.6% por perdidas de evaporación del embalse.

Figura 18. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse El Frayle.

image23.emf

0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0

100%	MATCHING BLOCK 30/44	SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic</p>		

Aporte - Descarga (m³ /

s)

El Frayle (07) Aporte Descarga Rebose

Tabla 17. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse El Frayle. Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte regulado -Descarga

100%	MATCHING BLOCK 31/44	SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)
<p>Enero 7.811 4.343 0.000 3.468 Febrero 15.312 4.385 0.000 10.927 Marzo 12.079 4.787 0.000 7.291 Abril 4.168 2.081 0.000 2.087 Mayo 1.200 2.083 0.000 -0.882 Junio 0.835 1.741 0.000 -0.906 Julio 0.919 2.253 0.000 -1.334 Agosto 0.722 2.827 0.000 -2.105 Setiembre 0.730 3.807 0.000 -3.077 Octubre 0.756 3.921 0.000 -3.164 Noviembre 0.771 4.120 0.000 -3.349 Diciembre 1.951 4.731 0.000 -2.780</p>		

Promedio 3.870 3.421 0.000 0.449

Rebose: 0.0% Aporte Pérdidas: 0.449 Eficiencia: 100.0% Aporte 11.6%

En la Figura 19 y Tabla 18, se muestra el balance promedio mensual del embalse Pillones. El aporte de este embalse proviene de la misma cuenca y del aporte del río Sumbay; la eficiencia es del 88.3% y por rebose de 11.7%. Existe un 8.1% por perdidas de evaporación del embalse.

Figura 19. Balance promedio mensual (2008-2013) Embalse Pillones.

image24.emf

0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0

100%

MATCHING BLOCK 32/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m³ /

s)

Pillones (08) Aporte Cuenca Pillones Aporte rio Sumbay Descarga Rebose

Tabla 18. Balance promedio mensual (2008-2013) Embalse Pillones Mes Aporte Descarga Rebose Aporte

Sumbay* Qnat Σ Aporte regulado -Descarga

100%

MATCHING BLOCK 33/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 3.673 0.850 4.522 0.358 2.458 4.164 Febrero 9.407 0.896 10.303 0.821 0.000 9.482 Marzo 3.583 1.245 4.828 0.284 0.000 4.544 Abril 0.000 0.336 0.336 0.724 0.000 -0.388 Mayo 0.015 0.100 0.115 0.646 0.000 -0.531 Junio 0.000 0.091 0.091 1.580 0.000 -1.489 Julio 0.000 0.130 0.130 1.272 0.000 -1.142 Agosto 0.010 0.177 0.186 1.135 0.000 -0.949 Setiembre 0.000 0.210 0.210 1.324 0.000 -1.114 Octubre 0.000 0.164 0.164 3.080 0.000 -2.916 Noviembre 0.000 0.220 0.220 3.697 0.000 -3.477 Diciembre 0.243 0.619 0.862 2.184 0.000 -1.322

Promedio 1.361 0.418 1.779 1.426 0.209 0.353 *

derivado del rio Rebose: 11.7% Aporte Pérdidas: 0.144 Sumbay Eficiencia: 88.3% Aporte 8.1%

En la Figura 20 y Tabla 19, se muestra el balance promedio mensual del embalse Chalhuanca, cuya eficiencia de almacenamiento del 77.1% y por rebose de 22.9%; además, existe perdidas por evaporación de 3.9%.

Figura 20. Balance promedio mensual (2011-2013) Embalse Chalhuanca.

image25.emf

0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0

100%

MATCHING BLOCK 34/44

SA

3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Aporte - Descarga (m³ /

s)

Chalhuanca (10) Aporte Descarga Rebose

Tabla 19. Balance promedio mensual (2011-2013) Embalse Chalhuanca Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte regulado -Descarga

100%

MATCHING BLOCK 35/44

SA

16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)

Enero 3.787 1.828 0.011 1.960 Febrero 7.801 4.008 1.017 3.793 Marzo 3.479 2.178 1.561 1.302 Abril 1.888 0.733 1.338 1.156 Mayo 0.844 0.284 0.469 0.560 Junio 0.703 0.340 0.245 0.364 Julio 0.695 0.382 0.171 0.313 Agosto 0.556 0.288 0.097 0.268 Setiembre 0.343 0.365 0.000 -0.022 Octubre 0.262 2.022 0.000 -1.760 Noviembre 0.255 2.241 0.000 -1.987 Diciembre 1.037 1.057 0.000 -0.021

Promedio 1.766 1.293 0.404 0.473

Rebose: 22.9% Aporte Pérdidas: 0.069 Eficiencia: 77.1% Aporte 3.9%

En la Figura 21 y Tabla 22, se muestra el balance promedio mensual del embalse Aguada Blanca, cuya eficiencia de almacenamiento es de 79.7% y por rebose de 20.3%; además, existe perdidas por evaporación de 0.6%.

Figura 21. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse Aguada Blanca.

image26.emf

0 5 10 15 20 25 30 35

100%	MATCHING BLOCK 36/44	SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic		

Aporte - Descarga (m³ / s)

Aguada Blanca (06) Aporte Descarga Rebose

Tabla 20. Balance promedio mensual (2001-2013) Embalse Aguada Blanca Mes Aporte Qnat Descarga Rebose Aporte regulado -Descarga

100%	MATCHING BLOCK 37/44	SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)
<p>Enero 16.986 12.879 3.044 4.106 Febrero 35.457 15.322 16.142 20.135 Marzo 29.684 15.842 14.549 13.843 Abril 19.283 14.325 5.445 4.958 Mayo 10.732 12.000 0.000 -1.267 Junio 11.045 11.083 0.006 -0.038 Julio 11.447 10.982 0.108 0.466 Agosto 11.067 11.111 0.000 -0.044 Setiembre 11.254 11.495 0.232 -0.241 Octubre 11.938 11.819 0.003 0.119 Noviembre 11.514 12.017 0.000 -0.502 Diciembre 12.130 12.453 0.173 -0.323</p>		

Promedio 15.916 12.592 3.224 3.323

Rebose: 20.3% Aporte Pérdidas: 0.100 Eficiencia: 79.7% Aporte 0.6% En cada embalse presenta un índice de eficiencia determinado por el aporte de caudales naturales y la descarga de caudal regulados; las pérdidas principales son ocasionado por la evaporación. En el caso de las captaciones se presentan un índice de captación y la pérdida que se realiza principalmente por infiltración y rebose. En la Tabla 21, se presenta el resumen del porcentaje de perdida por infiltración o evaporación (dependiendo del caso de embalse o captación), rebose y eficiencia de cada punto de control. Tabla 21. Resumen de perdida, eficiencia de puntos de control N° Punto Control Pérdida Rebose Eficiencia 2001 Pañe Embalse 0.3% 14.9% 85.1% 2002A Bamputañe Toma 6.1% 10.3% 89.7% 2002B Bamputañe Presa -13.1% 0.0% 100.0% 2003 Blanquillo Toma 5.2% 26.5% 73.5% 2004 Dique los Españoles 14.3% 16.2% 83.8% 2005 Antasalla Toma 0.0% 14.0% 86.0% 2006 Chinchera 2007 El Frayle Embalse 11.6% 0.0% 100.0% 2008 Pillones Embalse 8.1% 11.7% 88.3% 2009 Sumbay Rio 2010 Chalhuanca Embalse 3.9% 22.9% 77.1% Aguada Blanca total 0.6% 20.3% 79.7%

De la tabla podemos indicar que los embalses de Dique de españoles y el Frayle tienen una pérdida de 14.3% y 11.6% por evaporación; los mayores porcentajes de rebose son: la bocatoma de Blanquillo con 26.5%, seguido del embalse Chalhuanca con 22.9% y aguada blanca con 20.3%. Los embalses con mayor eficiencia son la Presa Bamputañe y El Frayle con el 100%, es decir poseé aun mayor capacidad de almacenamiento. De los resultados, es inevitable evitar los eventos de evaporación o infiltración; sin embargo, es resaltante el porcentaje de perdida por rebose tanto para los embalses como las captaciones, ya que no tienen la suficiente capacidad de almacenamiento, captación o conducción. Evaluación de disponibilidad hídrica

Para realizar la evaluación de la disponibilidad hídrica, se procedió a realizar el balance hídrico en el punto de captación del proyecto Charcani VII, para evaluar en los escenarios sin y con proyecto.

Los recursos hídricos del río Chili abastecen como uso de agua potable y demanda agrícola a la Ciudad de Arequipa, lo cual se determinará la disponibilidad hídrica al 75% de persistencia en el escenario con proyecto.

Balance hídrico con Caudales naturales

Del resultado de los caudales naturalizados en los diversos puntos de control en la cuenca del río Chili, se determinó estos caudales naturales en el punto de captación del proyecto CH Charcani VII. El resultado de ello se visualiza en la Tabla 22.

Tabla 22. Caudales naturales del rio chili hasta captación de la CH Charcani VII

Caudales medio mensuales [

m³/s]

Año

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov

Dic 1965 7.64 6.26 8.96 3.91 5.23 6.32 4.54 3.56 3.56 3.95 6.25 4.89 1966 4.58 12.62 13.14 13.69 3.61 2.67 4.85 2.38 2.68
 3.57 4.27 3.26 1967 3.83 27.80 45.85 6.88 3.79 3.10 4.37 4.21 3.32 3.89 3.42 3.78 1968 11.58 7.16 36.46 10.30 8.35 4.28
 4.82 3.77 3.54 4.93 4.67 5.09 1969 7.51 30.32 14.00 7.80 5.62 5.74 6.42 5.99 6.77 7.90 5.20 7.57 1970 23.23 21.44 20.29
 6.66 5.40 6.11 7.50 4.59 3.28 3.73 3.03 6.96 1971 2.53 28.64 23.32 5.77 5.05 8.04 4.77 3.11 3.22 2.66 2.45 7.19 1972 18.13
 52.37 90.59 27.47 5.26 4.00 6.26 5.02 5.57 6.08 3.62 9.36 1973 58.84 76.94 46.54 21.12 20.20 4.17 7.52 15.67 12.52 12.90
 6.07 10.67 1974 62.43 51.94 36.60 11.55 15.40 8.75 5.21 9.98 9.38 11.45 10.62 9.57 1975 14.82 56.82 36.85 12.82 6.51 9.16
 7.43 8.41 4.97 4.12 3.86 10.64 1976 32.90 21.89 19.97 6.66 3.31 5.66 5.94 2.32 5.95 6.05 8.54 10.12 1977 6.48 35.83 47.33
 6.64 3.89 5.73 5.32 2.95 3.30 2.90 5.76 8.98 1978 21.34 20.30 7.70 8.01 3.47 4.92 4.62 3.43 3.94 2.87 5.30 4.05 1979 6.19
 7.33 17.66 3.02 4.24 5.09 5.60 4.13 3.23 4.45 3.96 4.47 1980 6.19 5.13 10.71 4.89 4.15 3.54 3.16 2.82 2.71 5.88 2.78 2.60
 1981 9.18 55.49 26.15 14.01 3.97 4.19 5.32 6.10 5.29 4.14 3.52 7.95 1982 16.12 7.39 10.31 9.07 3.23 3.05 4.49 3.80 4.09 4.44
 6.08 5.99 1983 4.02 2.88 4.63 4.68 3.56 3.95 3.85 3.60 3.54 3.69 3.62 4.38 1984 14.59 71.60 42.92 13.84 4.81 4.95 4.83
 4.99 4.43 7.23 9.35 12.76 1985 9.69 53.95 36.15 34.63 8.02 7.74 5.08 3.91 4.20 4.54 4.88 12.07 1986 39.75 60.29 56.75
 25.60 6.52 5.45 5.31 6.73 5.23 5.60 4.88 11.13 1987 51.93 15.90 6.72 14.65 6.06 4.20 4.99 6.09 5.11 3.65 2.66 3.97 1988
 26.10 18.09 11.28 20.01 5.42 3.93 3.46 4.00 4.26 1.82 2.52 3.81 1989 8.63 19.82 15.50 21.69 4.19 4.40 4.10 4.05 2.71 3.16
 2.59 3.22 1990 4.06 20.13 5.62 2.60 2.98 4.95 3.12 2.23 1.78 2.30 2.66 5.64 1991 15.08 19.31 27.89 5.00 2.40 2.87 6.49
 2.66 2.67 3.23 2.82 3.28 1992 10.67 20.04 3.33 1.88 4.63 3.94 3.46 2.82 2.06 1.76 1.56 4.61 1993 23.80 21.16 19.46 8.05
 2.41 5.09 7.41 7.95 8.87 6.14 4.17 6.98 1994 37.85 97.61 7.05 5.76 3.14 3.85 4.73 2.79 2.71 2.41 2.76 9.19 1995 3.50 20.51
 21.05 2.79 2.33 2.97 5.65 2.00 1.88 1.70 8.65 3.57 1996 4.13 21.73 9.48 10.18 5.87 4.11 2.35 3.65 2.49 1.88 3.51 4.42 1997
 11.63 62.16 28.97 5.62 9.32 2.31 3.68 2.65 2.16 2.91 3.89 3.92 1998 18.41 21.47 5.42 4.47 4.43 3.13 4.94 2.12 2.16 2.17 2.16
 3.49 1999 9.29 76.46 50.07 31.94 26.55 7.66 3.64 4.84 2.29 4.36 2.51 7.30 2000 22.07 61.35 41.33 6.56 4.53 3.83 8.86
 4.34 3.35 3.37 2.79 8.21 2001 27.28 84.65 91.22 32.73 8.27 6.66 5.85 5.13 4.44 5.34 3.99 3.49 2002 5.77 49.93 89.97 34.57
 8.83 5.46 8.22 6.44 5.08 4.60 6.44 6.40 2003 9.14 11.36 13.55 13.07 4.44 4.00 4.43 3.72 3.51 3.43 3.23 5.27 2004 14.38
 39.55 10.97 11.90 4.12 3.85 4.39 3.67 3.76 2.45 3.12 3.57 2005 4.85 31.29 10.44 6.82 3.08 3.10 3.29 3.01 3.88 3.00 2.57
 4.39 2006 39.31 43.32 51.09 33.90 8.17 7.76 6.24 6.53 5.73 5.22 5.57 5.55 2007 21.08 17.92 40.18 14.93 4.77 3.41 3.23 3.49
 3.74 3.43 3.19 2.79 2008 28.85 15.50 9.46 3.83 2.88 2.95 2.70 2.71 2.08 2.80 2.57 3.60 2009 7.14 19.11 41.73 8.67 2.17 2.31
 2.94 2.07 2.62 2.49 2.84 2.88 2010 9.29 25.55 14.06 4.43 2.61 2.88 3.14 3.49 2.89 2.39 2.37 7.63 2011 14.64 93.26 33.63
 24.98 5.18 3.88 3.98 3.62 2.96 1.36 2.94 16.72 2012 58.93 126.58 35.94 35.72 9.28 6.25 6.05 5.01 4.48 3.74 2.80 22.13
 2013 55.21 36.68 44.73 4.61 5.66 6.84 5.96 4.25 3.14 3.34 2.58 5.00
 Promedio 18.87 36.83 28.43 12.86 5.86 4.76 4.99 4.42 4.03 4.11 4.11 6.62

De la

serie media mensuales disponibles en el punto de captación; fueron utilizados los promedios mensuales para realizar el balance hídrico.

Tabla 23. Caudal medio mensual en el punto de Captación (

m³/s)

Año

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov

Dic

Promedio 18.87 36.83 28.43 12.86 5.86 4.76 4.99 4.42 4.03 4.11 4.11 6.62

La

disponibilidad media mensuales que se presentan en * MERGEFORMAT Tabla 23 y con las consideraciones de las demandas indicadas en el ítem 3.5, se efectuó el balance hídrico en situación del escenario sin proyecto. El resultado se presenta en la * MERGEFORMAT Tabla 24.

Tabla 24. Balance Hídrico Mensualizado (

m³/s) - Sin Proyecto Descripción

100%

MATCHING BLOCK 38/44

SA

32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf
(D94429008)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic

Prom.

Escenario sin Proyecto En caudal (m³/s) Caudales Mensuales 18.87 36.83 28.43 12.86 5.86 4.76 4.99 4.42 4.03 4.11 4.11
 6.62 11.33 Dem. SEDAPAR 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 Dem. Irrigación 3.00 3.00 3.00
 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 Superávit (+) /Déficit (-) 14.37 32.33 23.93 8.36 1.36 0.26 0.49 -0.08
 -0.47 -0.39 -0.39 2.12 6.83

En volumen (Hm³) Total Anual Volumen medio mensual 50.54 89.90 76.15 33.34 15.71 12.34 13.36 11.85 10.45 11.01 10.66
17.74 353.1 Dem. SEDAPAR 4.02 3.66 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 47.3 Dem. Irrigación 8.04 7.32
8.04 7.78 8.04 7.78 8.04 8.04 7.78 8.04 7.78 8.04 94.7 Superávit (+) /Déficit (-) 38.48 78.92 64.09 21.67 3.65 0.67 1.3 -0.21
-1.22 -1.05 -1.01 5.68 211.0

El balance hídrico para el escenario con proyecto, es decir tomando en cuenta las demandas hídricas del Proyecto CH Charcani VII y las demandas indicadas en el ítem 3.5, se presenta en la Tabla 25. Los caudales naturales disponibles en este escenario se presentan al 75 % de persistencia, ya que se convierte en derechos no consuntivos.

Tabla 25. Balance Hídrico Mensualizado (m³/s) - Con Proyecto DESCRIPCIÓN

100%	MATCHING BLOCK 40/44	SA	3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D78318065)											
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic														

Prom

Escenario con Proyecto En caudal (m³/s) Disponibilidad 75% 6.81 18.60 10.58 5.31 3.51 3.48 3.77 2.89 2.71 2.73 2.71 3.80
5.57 Dem. SEDAPAR 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 Dem. Charcani VII 15.00 15.00 15.00
15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 Superávit (+) /déficit (-) -9.70 2.10 -5.92 -11.19 -12.99 -13.02
-12.73 -13.61 -13.79 -13.77 -13.79 -12.7 -10.93

En volumen (Hm³) Total Anual Disponibilidad 75% 18.24 45.41 28.33 13.76 9.41 9.01 10.09 7.73 7.02 7.32 7.02 10.17 173.5
Dem. SEDAPAR 4.02 3.66 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 47.3 Dem. Charcani VII 40.18 36.61 40.18
38.88 40.18 38.88 40.18 40.18 38.88 40.18 38.88 40.18 473.4 Superávit (+) /déficit (-) -25.96 5.14 -15.87 -29.01 -34.79
-33.76 -34.11 -36.47 -35.75 -36.88 -35.75 -34.03 -28.94

Evaluando los resultados del Balance Hídrico del río Chili con caudales naturalizados, resulta evidente que los recursos disponibles son insuficientes para la operación del Proyecto, con una demanda estimada de 15 m³/s. Sin embargo, el Proyecto CH Charcani VII al formar parte del Sistema Hidroeléctrico Charcani cuenta con una regulación por los embalses operados por AUTODEMA en el sistema regulado Chili. Además, se debe señalar que EGASA cuenta con las autorizaciones del uso de agua; es decir, sobre los recursos trasvasados con los cuales operan las Centrales del Sistema Charcani.

Balance hídrico con Caudales regulados En el ítem anterior se demostró que no existe disponibilidad hídrica suficiente en el río Chili si se cuenta solamente con los caudales naturales. Es por ello, que se planteó el balance hídrico del sistema considerando la regulación que AUTODEMA llevan a cabo por medio de la operación de los siete embalses.

Tabla 26. Caudales medios reguladas en el punto de captación de la CH Charcani VII

image27.emf

QN-2006-2015 TOTAL RIO CHILI HASTA CAPTACION DE LA CH CHARCANI VII Caudales medio mensuales [m³/s]

Año

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov

Dic 1965 14.45 19.10 22.29 11.88 12.11 12.30 11.99 11.82 11.82 11.88 12.29 12.05 1966 11.50 12.05 12.09 13.59 11.83 0.47
 12.04 0.42 0.47 11.81 11.93 13.05 1967 13.20 18.32 32.50 12.67 12.13 12.01 12.23 12.21 0.59 12.15 12.07 12.14 1968 12.25
 11.95 23.92 13.30 12.97 12.25 12.36 12.18 12.18 11.91 11.84 11.90 1969 11.48 13.03 14.04 14.46 12.19 14.10 14.24 14.19 19.61
 13.41 19.31 23.52 1970 13.42 13.29 13.21 14.83 14.62 14.75 12.55 14.53 0.68 14.30 14.21 12.70 1971 13.85 17.34 16.66 20.77
 20.72 12.97 20.73 20.57 20.81 2.81 2.33 30.75 1972 16.71 43.63 51.65 26.93 28.73 28.64 12.92 29.06 17.74 17.88 18.81
 20.66 1973 45.72 46.94 39.35 20.62 33.65 18.66 23.73 14.63 15.83 17.04 61.00 13.64 1974 44.88 40.19 34.18 14.46 20.69
 14.27 60.81 13.56 14.52 16.58 16.34 12.96 1975 16.17 39.33 31.59 13.54 15.00 16.13 15.85 16.05 19.29 19.25 19.29 21.35
 1976 21.69 17.51 15.42 14.83 14.27 14.72 14.79 14.20 14.88 14.93 15.40 15.07 1977 22.57 18.61 19.39 12.55 12.06 12.40
 12.34 0.63 11.98 11.93 12.43 17.58 1978 12.65 12.58 11.72 12.60 11.80 12.06 12.00 11.79 11.88 0.51 12.12 11.90 1979 11.61
 11.69 12.40 11.72 11.94 12.09 12.18 11.92 11.76 11.97 11.89 11.98 1980 11.61 11.54 11.92 12.05 11.92 11.81 0.56 11.69 11.67
 12.23 11.68 11.65 1981 11.82 22.19 20.20 14.68 11.99 12.03 12.23 12.37 12.23 12.03 11.92 12.70 1982 12.40 11.80 12.01
 12.90 11.87 11.84 12.10 11.98 12.03 12.10 12.39 12.36 1983 11.58 11.50 11.62 12.13 11.95 12.02 12.00 11.96 11.95 11.99 11.98
 12.11 1984 19.59 38.68 33.76 17.60 12.17 12.35 12.41 12.55 12.08 14.92 13.77 16.42 1985 14.02 37.47 30.10 32.09 13.78
 13.57 28.12 28.09 18.73 28.52 17.55 13.51 1986 32.12 37.90 34.97 25.46 23.33 16.34 16.34 12.91 16.42 16.55 16.47 13.60
 1987 22.55 16.81 22.72 14.98 13.46 13.12 13.27 13.46 13.30 13.04 0.94 13.08 1988 14.13 13.58 11.96 17.63 12.14 11.88 11.80
 11.89 11.94 11.51 11.63 11.86 1989 11.78 12.55 12.25 16.30 11.93 11.96 11.91 11.90 11.67 11.75 11.65 11.76 1990 11.47 17.54
 11.57 11.65 11.71 12.06 11.74 0.39 0.31 0.40 11.66 12.18 1991 12.21 15.49 15.13 12.88 12.43 12.52 13.15 12.49 12.50 12.62
 12.56 12.65 1992 12.01 12.64 12.36 12.46 12.95 12.83 12.76 0.53 0.40 0.36 0.32 12.99 1993 13.96 13.77 13.64 14.61 13.61
 13.71 14.50 14.62 14.82 21.53 21.13 23.37 1994 33.44 43.99 12.22 12.88 12.42 12.56 12.71 12.38 12.37 12.33 12.41 13.54
 1995 12.13 13.47 13.51 11.71 11.63 11.74 12.21 11.57 11.55 0.30 12.74 11.85 1996 11.50 12.68 11.87 12.98 12.22 13.36 13.06
 13.30 13.11 0.37 13.31 28.10 1997 13.46 23.88 21.61 13.20 14.62 12.63 12.87 12.70 12.62 12.77 12.96 12.97 1998 14.37 14.81
 14.32 14.79 14.81 14.57 14.91 14.47 14.56 14.66 14.75 29.16 1999 12.82 49.19 22.58 36.48 23.69 13.44 22.73 23.05 22.77
 15.08 2.20 30.82 2000 24.20 48.15 38.60 23.54 15.84 15.67 23.82 21.72 21.74 24.96 2.50 13.09 2001 32.94 56.09 56.53
 38.02 14.20 12.97 17.58 17.49 21.84 21.97 21.70 21.60 2002 22.53 32.98 48.55 33.43 13.31 13.06 23.14 12.40 12.15 12.07
 12.35 12.33 2003 17.34 17.50 12.19 13.58 12.05 11.96 12.03 11.90 11.86 11.83 11.80 23.05 2004 12.55 14.25 12.28 13.79
 12.42 12.37 12.46 12.35 12.36 12.14 12.26 12.35 2005 12.03 21.45 12.43 12.96 14.69 14.72 14.77 14.77 14.99 14.92 14.92
 14.68 2006 31.16 32.73 31.95 31.04 13.20 13.14 23.11 16.74 16.60 16.50 16.55 16.52 2007 16.96 16.74 18.26 14.29 12.95
 12.71 12.69 12.74 12.80 12.75 12.72 12.66 2008 13.16 12.25 12.43 12.45 12.30 12.31 12.26 12.28 12.18 12.31 12.28 12.46
 2009 12.29 14.70 17.31 13.41 12.27 12.30 12.41 12.26 12.37 12.36 12.43 12.44 2010 12.55 13.20 12.42 12.25 11.93 11.97 12.01
 12.06 11.96 11.69 11.87 23.49 2011 13.67 59.62 30.71 29.75 22.92 21.05 21.15 21.21 21.28 2.53 21.49 22.41 2012 58.34 76.59
 46.51 47.41 16.95 20.63 20.66 20.57 12.10 21.02 21.59 21.19 2013 41.33 29.07 37.43 12.00 12.19 12.39 12.24 11.94 11.74
 11.78 11.64 12.07

Promedio 18.62 24.74 22.21 17.68 14.62 13.50 15.56 13.52 13.00 12.70 13.91 16.09

Igualmente, al análisis anterior haciendo uso de los caudales regulados se usó el promedio mensual de la serie en el punto de captación; en la Tabla 27 se muestra los resultados del balance hídrico sin proyecto.

Tabla 27. Balance Hídrico Mensualizado (m³/s) - Sin Proyecto Descripción

100%	MATCHING BLOCK 39/44	SA	32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic			

Prom

Escenario SIN Proyecto En caudal (m³/s) Caudal Medio Mensual 18.62 24.74 22.21 17.68 14.62 13.50 15.56 13.52 13.00
 12.70 13.91 16.09 16.35 Dem. SEDAPAR 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 Dem. Irrigación
 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 Superávit(+)/déficit (-) 14.12 20.24 17.71 13.18 10.12 9.00
 11.06 9.02 8.50 8.20 9.41 11.59 11.85

En volumen (Hm³) Total Anual Volumen Medio Mensual 49.86 60.39 59.49 45.82 39.17 34.99 41.68 36.21 33.70 34.01
 36.04 43.09 514.4 Dem. SEDAPAR 4.02 3.66 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 47.3 Dem. Irrigación 8.04
 7.32 8.04 7.78 8.04 7.78 8.04 7.78 8.04 7.78 8.04 94.7 Superávit(+)/déficit (-) 37.81 49.41 47.44 34.15 27.12 23.32 29.63
 24.16 22.03 21.96 24.38 31.03 372.4

Anteriormente se determinó la demanda por riego agrícola de 3 m³/s. Esta demanda será reestablecida por la operación de la estación de bombeo que plantea el proyecto, que abastecerá al canal Zamacola – la campiña; por el cual, este último no forma parte del análisis con proyecto. Además, como se planteó utilizar las aguas turbinadas de Charcani VI, no se consideró la demanda por caudal ecológico.

Tabla 28. Balance Hídrico Mensualizado (m³/s) - Con Proyecto DESCRIPCIÓN

Prom

Escenario CON Proyecto En caudal (m3/s) Disponibilidad 75% 12.17 13.12 12.32 12.64 12.06 12.06 12.20 11.93 11.87 11.82 11.86 12.25 12.19 Dem. SEDAPAR 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 Dem. Charcani VII 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 15.00 Disponibilidad para el Proyecto 10.67 11.62 10.82 11.14 10.56 10.56 10.70 10.43 10.37 10.32 10.36 10.75 10.69

En volumen (Hm3) Total Anual Disponibilidad 75% 32.60 32.02 33.00 32.75 32.30 31.26 32.66 31.95 30.77 31.66 30.73 32.82 384.5 Dem. SEDAPAR 4.02 3.66 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 4.02 3.89 4.02 3.89 4.02 47.3 Dem. Charcani VII 40.18 36.61 40.18 38.88 40.18 38.88 40.18 40.18 38.88 40.18 38.88 40.18 473.4 Disponibilidad para el Proyecto 28.58 28.35 28.98 28.86 28.28 27.37 28.65 27.93 26.88 27.65 26.84 28.80 337.2

Del balance hídrico con el escenario con proyecto, resulta un caudal disponible promedio al 75% de persistencia de 10.69 m³/s.

Estimación Curva de duración de caudales Del resultado obtenido de los caudales naturalizados en los puntos de control, se determinó los caudales en el punto de captación del proyecto Charcani VII (Ver Tabla 22); de ello se generó la curva de duración de caudales utilizando los porcentajes de persistencia. De igual forma, se determinó la curva de duración utilizando los caudales regulados.

En la figura a continuación se muestra la comparación de curva de duración de los caudales naturales, caudales regulados y el caudal de demandado por el proyecto CH Charcani VII.

Figura 22. Comparación de la curva de duración de Q naturales y regulado

Curva de duración de caudales

Q Regulado 0.99 0.95 0.9 0.85 0.8 0.75 0.7 0.65 0.6 0.550000000000000004 0.5 0.449999999999999996 0.4 0.35 0.30000000000000000004 0.25 0.199999999999999996 0.150000000000000002 9.9999999999999978E-2 1.000000000000000009E-2 0.38949678655077036 11.524293489652916 11.755428510870097 11.894820720946932 11.978792136861319 12.07386921665017 12.220057259832213 12.346149512282189 12.434291320205475 12.695711438798035 12.986853880786567 13.437089866127213 14.153217180689795 14.690923972909287 15.546366258260036 17.327973323977076 20.580447541135765 22.11184840581615 28.089066647155828 56.7318678959019 Q Naturales 0.99 0.95 0.9 0.85 0.8 0.75 0.7 0.65 0.6 0.550000000000000004 0.5 0.449999999999999996 0.4 0.35 0.30000000000000000004 0.25 0.199999999999999996 0.150000000000000002 9.9999999999999978E-2 5.00000000000000044E-2 1.00000000000000009E-2 1.8164392890344001 2.3828386987599113 2.7099409710868851 2.9732475687353075 3.290077264024418 3.5654759656138162 3.8500390089408625 4.0989639639139286 4.4338693729836569 4.8362839791904539 5.2034081247860922 5.7252144948621773 6.253361892095084 7.2225176456639977 8.4481558413294593 10.269537062430135 14.017238607295232 20.260795274048487 28.865139591676911 46.230709389387769 90.03910345103175 Q 15 m3/s 0 1 15 15

Q (m3/s)

De esta curva se deduce el aumento del factor de planta, utilizando los caudales regulados que van de acompañamiento del manejo y operación de los embalses que conforma el sistema regulado.

Disponibilidad hídrica - Balance hídrico En el desarrollo de la evaluación de la disponibilidad hídrica, como primer caso se planteó utilizar los caudales naturales; como punto de partida o línea base, considerando sin la interferencia de los embalses, lo que resultó insuficiente para el funcionamiento del proyecto CH Charcani VII, haciendo el proyecto no factible sobre el caudal demandado de 15 m³/s.

Sin embargo, realizando la estimación de curva de duración (Figura 22) el proyecto puede darse utilizando una caudal de 5 m³/s; sin embargo, no haría uso óptimo de los recursos como proyecto RER. Si fuera el caso, entraría en una etapa de evaluación económica – financiera de producción de energía. Asimismo, se planteó como segundo caso utilizando caudales regulados; con el apoyo de la operación de los embalses operados por AUTODEMA y EGASA. De este análisis resultó la siguiente * MERGEFORMAT Tabla 29 que señala la disponibilidad hídrica al 75% de persistencia para el proyecto.

Tabla 29. Disponibilidad hídrica para el proyecto Charcani VII. Rio Chili

Prom/

Sum Caudal (m3/s) 10.67 11.62 10.82 11.14 10.56 10.56 10.70 10.43 10.37 10.32 10.36 10.75 10.7

Volumen (Hm3) 28.58 28.35 28.98 28.86 28.28 27.37 28.65 27.93 26.88 27.65 26.84 28.80 337.2

V. CONCLUSIONES

- La serie de caudales descargados por los embalses, los registros de precipitación, fueron recopilados y tratados por el grupo de trabajo de Project International Development (PID), en el periodo desde 1965 al 2013.
- Los mayores porcentajes por pérdidas; ya sea por evaporación o infiltración, se encuentran en los embalses Dique los Españoles (14.3%) y el Frayle (11.6%). Asimismo, las mayores pérdidas por rebose se encontraron en: la toma de Blanquillo (Bocatoma) con 26.5%, seguido del embalse Challhuanca con 22.9% y Aguada blanca con 20.3%.
- Los embalses con mayor eficiencia son: la Presa Bamputañe y el Frayle con el 100%, captando todo el caudal disponible, sin generar rebose.
- De estos resultados, se concluye que el porcentaje de pérdida por rebose de los embalses el Pañe, Dique los Españoles, Pillones, Challhuanca, Aguada Blanca y de las captaciones de Bamputañe, Blanquillo, Antasalla son muy altas, llegando alrededor del 17%. Esto nos indica que el sistema regulado, puede aumentar su capacidad de capturar mayor caudal disponible, creando o mejorando el almacenamiento, captación.
- Del resultado del balance hídrico con caudales naturales en el punto de captación, presenta déficit entre los meses de agosto a noviembre. Superávit (+) /Déficit (-) Descripción

90%	MATCHING BLOCK 44/44	SA	1A_Fano_Miranda_Gonzalo_Ramces_Doctorado_2020.docx (D64230480)																							
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic En caudal (m ³ /s)																										
															14.37	32.33	23.93	8.36	1.36	0.26	0.49	-0.08	-0.47	-0.39	-0.39	2.12

En volumen (Hm³) 38.48 78.92 64.09 21.67 3.65 0.67 1.3 -0.21 -1.22 -1.05 -1.01 5.68

- La evaluación de la disponibilidad hídrica superficial con caudales naturalizados resultó que los recursos disponibles eran insuficientes para realizar la operación del proyecto con demanda del 15 m³/s, resultando no factible.
- De los resultados de curva de duración con caudales naturalizados y la demanda del proyecto Charcani VII, tiene un factor de planta de 0.54.
- Sin embargo, utilizando los caudales regulados en el balance hídrico en el escenario con proyecto, resultó un caudal promedio disponible de 10.69 m³/s al 75% de persistencia.
- Se determinó la disponibilidad hídrica en el punto de captación del proyecto Central hidroeléctrica Charcani VII con caudales regulados, se tiene el siguiente resultado. Rio Chili

100%	MATCHING BLOCK 43/44	SA	32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)											
ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC														

Prom/

Sum Caudal (m³/s) 10.67 11.62 10.82 11.14 10.56 10.56 10.70 10.43 10.37 10.32 10.36 10.75 10.7

Volumen (Hm³) 28.58 28.35 28.98 28.86 28.28 27.37 28.65 27.93 26.88 27.65 26.84 28.80 337.2

- La evaluación de disponibilidad hídrica con caudales regulados resultó que los recursos que dispone el río Chili son viables para el proyecto hidroeléctrico, abasteciendo la demanda de 15.0 m³/s.
 - El análisis de la curva de duración de caudales para el escenario con proyecto utilizando caudales regulados, posee un gran beneficio ya que tienes mejor aprovechamiento de los caudales disponibles. Esto ocasiona, que el proyecto hidroeléctrico tenga un mejor factor de planta de 0.93.
- Se resalta que los datos fueron obtenidos hasta el año 2013; este trabajo de suficiencia profesional formo parte del estudio hidrológico para el proyecto Charcani VII, por la empresa Project International Development (PID).
- VI. RECOMENDACIONES Realizar una actualización de la base de datos de la información de caudales regulados y de las estaciones que cuenten con información pluviométricas.
- Realizar una evaluación actualizada de las pérdidas de los embalses y captaciones. Evaluar la posibilidad de formular un nuevo embalse para el aprovechamiento del caudal disponible proveniente de las pérdidas por rebose. Solo en el embalse de Aguada Blanca existe un rebose promedio de 3.22 m³/s, correspondiendo un volumen de 101 MMC por año que no son almacenados. Se recomienda realizar alternativas de almacenamiento en aumentar las alturas de presa de los embalses, aumentar la capacidad de captación y conducción, o generar la construcción de un nuevo embalse que podría aportar un caudal adicional entre 3 a 4 m³/s, esto podría permitir el aumento de caudal de descarga y mantener en flujo estable, beneficiando tanto al sector agrícola e hidroenergetico. Este último permitiría una generación adicional de las centrales en cascada de Charcani, aumentado su energía firme.
- VII. BIBLIOGRAFÍA
- Autoridad Nacional del Agua. (2009). Evaluación de la eficiencia del uso del agua en la Cuenca del Río Chili.

Carpio, J., Quispe, B., Peña, F., & Sulca, P. (Mayo de 2022). Hidrogeología de la cuenca del río Quilca-Vitor-Chili (132). 15, Primera, 381. Lima, Perú: INGEMMET.

COES-SINAC. (Febrero de 2019). informe de diagnostico de las condiciones operativas del SEIN, Periodo 2021-2030. Perú.

EGASA. (2017). Capitulo IV: Linea Base ambiental en Proyecto Instalación de la Central Hidroelectrica Charcani VII y Sistema de Interconexión al SEIN. Perú.

Hubbart, J. A. (Octubre de 2011). Hydrologic cycle. https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Hydrologic_cycle

Ochoa Acuña, R. (Diciembre de 2010). Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del Pacifico - Cuenca de la costa Sur. 166. (ANA, Ed.)

Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cartilla técnica: Balance Hídrico Superficial. Primera, 44. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.

Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cartilla técnica: Ciclo hidrológico. Primera, 44. Lima, Perú: Sociedad Geográfica del Lima.

Programa Sub Sectorial de Irrigaciones. (Agosto de 2013). Guia de capacitación y entrenamiento a las OUAs : Hidrometria. Perú: PSI.

Project International Development (PID). (2015). Informe de Hidrología y Despacho Hidrologico. Perú.

Sokolov, A. A., & Chapman, T. G. (1981). Métodos de Cálculo del Balance Hídrico. Guía Internacional de investigación y métodos. Instituto de Hidrología de España - UNESCO.

Villón Béjar, M. (2002). Hidrología. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

VIII. ANEXO

Anexo 1 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Pañe

image28.emf

QN-2001 Caudales naturales en el punto de control Embalse el Pañe

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 3.00 11.30 1.83 3.52 0.70 0.39 0.08 0.01 0.04 0.00 0.01 0.28 1.70 1966 2.29 9.69 3.40 1.20 0.81 0.02 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.03 2.44 1968 3.00 6.89 9.69 2.81 0.77 0.27 0.00 0.00 0.01 0.00 0.01 2.36 2.13 1969 3.20 15.10 3.89 2.81 0.75 0.26 0.05 0.00 0.00 0.00 0.00 0.19 2.11 1970 6.44 12.39 5.95 2.95 0.40 0.19 0.08 0.20 0.01 0.00 1.58 2.81 2.69 1971 5.52 19.35 5.75 2.42 0.86 0.16 0.34 0.00 0.00 0.00 0.29 2.79 1972 5.22 5.20 21.93 5.50 0.86 0.12 0.02 0.00 0.00 0.00 0.56 4.66 3.68 1973 6.39 13.96 10.55 2.61 0.80 0.14 0.20 0.00 0.00 0.00 0.00 2.83 1974 12.16 12.82 9.12 5.49 2.17 1.16 0.22 0.57 1.65 0.45 5.97 3.16 4.53 1975 2.92 15.42 9.19 2.87 4.67 0.65 0.08 0.21 0.16 0.11 3.69 0.59 3.31 1976 8.66 6.74 6.77 2.91 0.16 0.37 0.46 0.68 1.08 0.21 0.12 0.74 2.39 1977 2.11 5.86 9.15 1.17 0.05 0.00 0.05 0.07 0.09 0.76 1.56 1.31 1.83 1978 6.91 5.47 1.30 1.86 0.13 0.02 0.12 0.05 0.06 0.04 1.19 3.91 1.74 1979 7.15 5.64 7.63 1.58 0.17 0.08 0.12 0.17 0.18 0.76 0.49 1.85 2.14 1980 3.41 3.51 6.05 2.25 0.09 0.02 0.00 0.30 0.48 2.05 1.47 1.04 1.72 1981 6.51 9.03 11.77 3.27 0.46 0.53 0.47 0.84 0.78 0.98 0.57 1.60 3.04 1982 11.44 2.24 5.32 3.73 0.37 0.02 0.07 0.60 0.98 2.07 4.15 2.27 2.78 1983 1.23 1.07 1.45 1.32 0.37 0.15 0.01 0.02 0.02 0.03 0.03 0.01 0.47 1984 11.94 20.45 6.40 2.88 1.29 1.03 0.53 0.55 0.75 0.50 4.11 7.97 4.78 1985 4.21 10.75 0.14 0.46 0.47 0.73 1.13 0.61 0.78 0.48 3.78 0.89 1.98 1986 7.09 11.99 5.26 1.87 1.31 0.81 0.84 0.48 0.85 0.28 0.02 2.58 2.73 1987 11.34 2.21 2.06 1.19 0.03 0.30 0.57 0.10 0.12 0.09 0.02 0.71 1.57 1988 8.57 8.90 7.94 2.35 1.72 0.19 1.02 0.58 0.79 1.02 1.38 0.17 2.86 1989 4.85 5.52 7.56 5.03 0.91 0.59 1.00 1.17 1.16 0.93 0.63 1.41 2.55 1990 3.02 1.54 2.36 0.62 0.35 1.48 0.71 0.02 0.06 0.10 2.96 2.88 1.34 1991 6.61 6.59 8.25 1.59 1.30 1.34 0.80 1.03 0.85 0.94 0.66 0.48 2.52 1992 3.39 3.64 1.63 0.17 1.02 0.38 0.06 0.07 0.07 0.02 0.01 2.79 1.10 1993 8.04 3.23 6.51 1.39 0.60 0.29 0.94 1.18 1.21 1.65 2.73 7.20 2.93 1994 12.85 14.81 7.12 1.85 1.90 0.99 1.05 0.72 1.02 0.89 0.92 1.91 3.78 1995 2.61 5.22 7.70 2.09 0.84 0.97 0.60 1.01 1.01 0.75 0.63 0.24 1.96 1996 5.80 9.18 3.22 3.94 0.54 0.85 0.53 0.97 0.63 0.85 0.41 3.04 2.46 1997 9.90 13.12 5.31 2.15 5.73 0.90 1.30 1.12 0.91 0.71 1.44 2.52 3.71 1998 7.49 9.20 3.26 2.06 0.76 0.02 0.21 0.90 0.73 0.99 1.26 1.97 2.37 1999 3.31 13.46 15.51 8.74 1.48 0.16 0.18 0.24 4.30 2.25 0.42 0.26 4.13 2000 8.32 10.72 12.52 3.56 0.64 0.37 0.75 0.11 2.35 0.95 0.20 1.03 3.43 2001 11.15 14.70 11.60 5.38 0.99 0.15 0.18 0.15 0.19 0.60 0.26 0.77 3.79 2002 1.55 11.42 9.92 4.99 1.79 0.32 0.33 0.32 0.50 0.68 0.98 2.91 2.93 2003 4.83 8.30 11.61 2.64 0.67 0.44 0.66 0.42 0.53 0.35 0.20 1.91 2.69 2004 12.11 10.32 3.89 3.96 0.61 0.63 0.38 0.46 0.47 0.00 0.00 0.00 2.69 2005 2.71 11.86 2.62 2.38 0.44 0.36 0.46 0.41 0.11 0.00 0.00 0.73 1.78 2006 7.27 9.73 10.32 5.04 0.46 0.25 0.40 0.05 0.05 0.02 0.10 1.03 2.86 2007 7.14 6.56 12.56 4.76 0.91 0.30 0.37 0.06 0.00 0.00 0.23 1.40 2.85 2008 10.20 7.28 4.80 0.88 0.24 0.29 0.18 0.21 0.11 0.13 0.05 1.71 2.16 2009 4.00 5.54 6.23 2.27 0.24 0.19 0.06 0.10 0.11 0.00 0.57 2.56 1.81 2010 12.63 9.08 6.08 1.48 0.55 0.28 0.13 0.27 0.16 0.00 0.00 2.37 2.73 2011 5.17 14.79 7.91 5.67 0.99 0.52 0.15 0.04 0.10 0.06 0.00 2.79 3.11 2012 12.99 18.27 8.48 8.44 1.43 0.33 0.35 0.35 0.18 0.26 0.41 7.13 4.81 2013 7.63 8.71 8.21 0.66 0.32 0.26 0.31 0.08 0.10 0.24 0.15 2.91 2.44 Min. 1.23 1.07 0.14 0.17 0.03 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.47 Prom. 6.52 9.43 7.08 2.94 0.94 0.43 0.38 0.36 0.53 0.47 0.94 1.91 2.62 Max. 12.99 20.45 21.93 8.74 5.73 1.48 1.30 1.18 4.30 2.25 5.97 7.97 4.81

Anexo 2 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Bamputañe

image29.emf

QN-2002b Caudales naturales en el punto de control Embalse Bamputañe

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 0.38 1.75 0.67 0.35 0.16 0.16 0.00 0.00 0.01 0.00 0.00 0.54 0.33 1966 0.31 1.30 0.98 0.17 0.13 0.08 0.05
 0.04 0.00 0.00 0.00 0.30 0.27 1967 0.53 1.58 1.46 0.18 0.36 0.36 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.09 0.37 1968 0.57 1.10 1.22
 0.19 0.19 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.53 0.31 1969 0.69 1.99 0.94 0.38 0.38 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.08 0.36
 1970 1.18 1.85 1.05 0.26 0.04 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.04 0.08 0.37 1971 0.57 2.49 0.86 0.15 0.16 0.09 0.06 0.17 0.06
 0.09 0.00 0.38 0.41 1972 1.97 0.66 1.35 0.50 0.05 0.01 0.00 0.00 0.00 0.01 0.07 0.10 0.39 1973 0.81 1.44 1.31 0.69 0.15
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.04 0.37 1974 0.65 2.16 1.34 0.48 0.04 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.01 0.38 1975 0.50
 2.66 2.42 0.08 0.18 0.02 0.08 0.01 0.06 0.06 0.00 0.36 0.52 1976 0.77 1.62 2.11 0.44 0.06 0.01 0.02 0.00 0.00 0.00
 0.01 0.41 1977 0.22 1.88 2.72 0.21 0.01 0.05 0.00 0.01 0.00 0.00 0.00 0.01 0.42 1978 0.88 2.09 0.34 0.12 0.08 0.17 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.24 0.32 1979 0.71 1.77 1.40 0.08 0.05 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.04 0.37 0.36 1980 0.48 0.92 0.75
 0.34 0.18 0.05 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.25 0.24 1981 0.43 2.10 1.45 0.60 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.22 0.39
 1982 0.75 1.74 0.75 0.53 0.13 0.27 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.14 0.35 1983 0.48 2.00 0.25 0.33 0.06 0.03 0.00 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.02 0.25 1984 0.86 2.10 1.90 0.26 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.09 0.43 1985 0.64 1.40 0.44 0.07 0.10
 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.17 0.23 1986 0.85 2.25 1.28 0.18 0.18 0.02 0.02 0.00 0.00 0.00 0.00 0.11 0.40 1987 1.30
 1.34 0.80 0.15 0.14 0.10 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.17 0.33 1988 0.65 1.82 0.74 0.21 0.13 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
 0.30 0.31 1989 0.46 1.35 0.81 0.23 0.14 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.16 0.26 1990 0.38 0.99 0.50 0.14 0.09 0.04 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.23 0.19 1991 0.73 1.75 1.10 0.32 0.06 0.06 0.00 0.01 0.00 0.00 0.32 0.36 1992 0.46 1.19 0.44
 0.16 0.02 0.05 0.00 0.01 0.00 0.00 0.00 0.33 0.22 1993 0.71 0.94 1.26 0.30 0.04 0.06 0.01 0.01 0.00 0.00 0.51 0.32
 1994 1.08 2.26 1.15 0.29 0.02 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.04 0.39 1995 0.27 1.71 0.80 0.21 0.09 1.16 0.11 0.06 0.00
 0.00 0.00 0.55 0.41 1996 0.63 1.66 0.78 0.27 0.08 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.33 0.31 1997 0.87 2.02 1.05 0.17 0.28
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.30 0.38 1998 0.64 1.35 0.56 0.31 0.11 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.15 0.25 1999 0.45
 1.94 2.00 3.09 0.15 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.20 0.64 2000 0.75 1.94 1.81 0.52 0.12 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
 0.11 0.43 2001 1.12 1.56 0.89 0.72 0.20 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.37 2002 0.13 1.55 1.26 0.48 0.00 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.10 0.38 0.32 2003 0.62 1.37 1.31 0.19 0.04 0.00 0.06 0.01 0.00 0.00 0.00 0.04 0.30 2004 1.14 1.40 0.56
 0.42 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.29 2005 0.18 1.11 0.26 0.39 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.16
 2006 0.87 0.96 1.09 0.53 0.03 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.29 2007 0.55 0.75 1.26 0.10 0.06 0.01 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.23 2008 1.04 0.73 0.50 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.19 2009 0.02 0.40 0.82
 0.11 0.01 0.01 0.02 0.01 0.02 0.00 0.00 0.00 0.12 2010 0.23 0.39 0.48 0.05 0.00 0.00 0.02 0.00 0.32 0.82 1.34 0.19 0.32
 2011 0.51 1.44 0.95 0.50 0.01 0.01 0.01 0.01 0.03 0.00 0.12 0.25 0.31 2012 1.74 2.37 1.12 0.66 0.07 0.02 0.00 0.01 0.06
 0.04 0.06 0.78 0.57 2013 0.88 1.19 0.73 0.03 0.01 0.02 0.01 0.00 0.02 0.03 0.03 0.26 0.26 Min. 0.02 0.39 0.25 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.12 Prom. 0.69 1.56 1.06 0.35 0.09 0.06 0.01 0.01 0.01 0.02 0.04 0.20 0.34 Max. 1.97
 2.66 2.72 3.09 0.38 1.16 0.11 0.17 0.32 0.82 1.34 0.78 0.64

Anexo 3 - Serie de Caudales Naturalizados Captación Bamputañe

image30.emf

QN-2002a Caudales naturales en el punto de control Captación Bamputañe

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 1.22 5.55 2.14 1.12 0.49 0.50 0.01 0.01 0.05 0.00 0.00 1.71 1.04 1966 0.99 4.12 3.12 0.53 0.42 0.24 0.15
 0.11 0.00 0.00 0.00 0.97 0.87 1967 1.69 5.00 4.63 0.57 1.14 1.12 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.29 1.18 1968 1.80 3.50 3.86
 0.59 0.59 0.00 0.00 0.00 0.00 0.01 1.69 0.99 1969 2.17 6.29 2.97 1.20 1.20 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.26 1.15
 1970 3.72 5.86 3.31 0.82 0.14 0.01 0.00 0.00 0.08 0.13 0.26 1.17 1971 1.82 7.90 2.72 0.46 0.52 0.30 0.21 0.55 0.20
 0.29 0.00 1.22 1.31 1972 6.25 2.08 4.27 1.58 0.15 0.02 0.02 0.00 0.00 0.05 0.22 0.33 1.25 1973 2.58 4.58 4.15 2.19 0.49
 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.11 1.16 1974 2.07 6.85 4.24 1.52 0.11 0.01 0.02 0.00 0.00 0.00 0.05 1.21 1975 1.58
 8.42 7.65 0.27 0.57 0.05 0.24 0.02 0.19 0.19 0.00 1.16 1.66 1976 2.45 5.11 6.69 1.38 0.20 0.03 0.08 0.02 0.00 0.00
 0.03 1.31 1977 0.69 5.95 8.63 0.65 0.05 0.14 0.01 0.04 0.00 0.00 0.01 0.05 1.33 1978 2.79 6.60 1.07 0.38 0.26 0.53 0.01
 0.02 0.00 0.00 0.00 0.77 1.00 1979 2.24 5.62 4.43 0.26 0.14 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.13 1.19 1.15 1980 1.54 2.92 2.37
 1.09 0.58 0.17 0.00 0.00 0.00 0.00 0.78 0.78 1981 1.36 6.63 4.59 1.90 0.03 0.01 0.02 0.00 0.00 0.00 0.69 1.24
 1982 2.37 5.51 2.37 1.67 0.42 0.85 0.03 0.02 0.01 0.00 0.00 0.46 1.11 1983 1.52 6.33 0.81 1.04 0.18 0.09 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.05 0.80 1984 2.72 6.65 6.03 0.84 0.02 0.00 0.00 0.00 0.00 0.01 0.29 1.35 1985 2.03 4.44 1.39 0.24 0.33
 0.03 0.00 0.00 0.00 0.00 0.53 0.73 1986 2.69 7.13 4.05 0.56 0.57 0.07 0.06 0.00 0.00 0.00 0.36 1.26 1987 4.12
 4.26 2.54 0.46 0.46 0.33 0.02 0.00 0.00 0.01 0.53 1.05 1988 2.06 5.76 2.33 0.65 0.40 0.01 0.01 0.00 0.00 0.00
 0.96 0.99 1989 1.47 4.28 2.56 0.71 0.46 0.03 0.00 0.00 0.00 0.01 0.52 0.82 1990 1.21 3.15 1.59 0.43 0.30 0.12 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.01 0.72 0.61 1991 2.32 5.53 3.50 1.02 0.20 0.19 0.01 0.03 0.00 0.00 0.01 1.01 1.13 1992 1.45 3.77 1.40
 0.50 0.07 0.15 0.00 0.04 0.00 0.00 1.06 0.69 1993 2.24 2.97 3.99 0.96 0.11 0.21 0.03 0.04 0.00 0.00 0.01 1.61 1.01
 1994 3.42 7.15 3.65 0.92 0.05 0.01 0.01 0.00 0.00 0.01 1.14 1.25 1995 0.86 5.41 2.54 0.68 0.29 3.66 0.36 0.19 0.01
 0.00 0.00 1.73 1.28 1996 2.01 5.27 2.46 0.87 0.24 0.05 0.00 0.00 0.00 0.01 1.06 0.97 1997 2.76 6.38 3.31 0.53 0.89
 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.97 1.21 1998 2.04 4.28 1.77 0.97 0.35 0.03 0.00 0.00 0.00 0.01 0.48 0.81 1999 1.42
 6.14 6.35 9.77 0.49 0.01 0.00 0.00 0.00 0.01 0.63 2.03 2000 2.38 6.14 5.75 1.64 0.38 0.01 0.01 0.01 0.00 0.00 0.01
 0.36 1.37 2001 3.54 4.93 2.82 2.28 0.65 0.03 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.17 2002 0.41 4.90 3.99 1.51 0.00 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.32 1.21 1.01 2003 1.96 4.34 4.15 0.61 0.12 0.00 0.19 0.03 0.00 0.00 0.12 0.94 2004 3.60 4.43 1.77
 1.33 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.91 2005 0.58 3.50 0.83 1.23 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.06
 0.50 2006 2.74 3.05 3.46 1.67 0.09 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.91 2007 1.74 2.37 3.99 0.31 0.19 0.03 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.71 2008 3.30 2.32 1.58 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.59 2009 0.05 1.27 2.59
 0.35 0.05 0.03 0.06 0.02 0.06 0.00 0.00 0.37 2010 0.73 1.23 1.52 0.15 0.00 0.00 0.05 0.00 1.00 2.59 4.25 0.60 1.00
 2011 1.62 4.55 2.99 1.59 0.03 0.03 0.03 0.04 0.10 0.00 0.37 0.78 0.99 2012 5.51 7.52 3.56 2.09 0.23 0.06 0.01 0.04 0.19
 0.12 0.18 2.47 1.80 2013 2.78 3.78 2.33 0.10 0.03 0.07 0.03 0.00 0.05 0.11 0.10 0.82 0.84 Min. 0.05 1.23 0.81 0.00 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.37 Prom. 2.18 4.93 3.36 1.11 0.30 0.19 0.03 0.03 0.04 0.07 0.12 0.63 1.06 Max. 6.25
 8.42 8.63 9.77 1.20 3.66 0.36 0.55 1.00 2.59 4.25 2.47 2.03

Anexo 4 - Serie de Caudales Naturalizados Captación Blanquillo

image31.emf

QN-2003 Caudales naturales en el punto de captación Blanquillo Año

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 1.30 4.91 0.79 1.53 0.30 0.17 0.03 0.00 0.02 0.00 0.00 0.12 0.74 1966 0.99 4.21 1.48 0.52 0.35 0.01 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.61 1967 1.37 5.69 3.92 1.36 0.39 0.30 0.02 0.00 0.00 0.00 0.00 0.01 1.06 1968 1.30 2.99 4.21
1.22 0.33 0.12 0.00 0.00 0.00 0.00 1.03 0.93 1969 1.39 6.56 1.69 1.22 0.33 0.11 0.02 0.00 0.00 0.00 0.08 0.91
1970 2.80 5.38 2.58 1.28 0.17 0.08 0.03 0.09 0.00 0.00 0.69 1.22 1.17 1971 2.40 8.40 2.50 1.05 0.37 0.07 0.15 0.00 0.00
0.00 0.00 0.13 1.21 1972 2.27 2.26 9.53 2.39 0.37 0.05 0.01 0.00 0.00 0.00 0.24 2.02 1.60 1973 2.78 6.06 4.58 1.13 0.35
0.06 0.09 0.00 0.00 0.00 0.00 1.23 1974 5.28 5.57 3.96 2.41 0.92 0.50 0.10 0.25 0.72 0.20 2.59 1.37 1.97 1975 1.27
6.70 3.86 1.04 0.67 0.20 0.04 0.09 0.07 0.08 0.03 1.41 1.26 1976 4.30 2.84 3.02 1.26 0.07 0.16 0.20 0.30 0.40 0.16 0.05
0.29 1.08 1977 0.92 2.55 3.97 0.51 0.02 0.00 0.02 0.03 0.04 0.33 0.68 0.57 0.80 1978 3.00 2.38 0.56 0.81 0.06 0.04 0.05
0.02 0.03 0.02 0.52 1.70 0.76 1979 3.11 2.45 3.31 0.69 0.07 0.03 0.05 0.07 0.08 0.33 0.21 0.80 0.93 1980 1.48 1.52 2.63
0.98 0.04 0.01 0.00 0.13 0.21 0.89 0.64 0.45 0.75 1981 2.83 3.92 5.11 1.42 0.20 0.23 0.20 0.36 0.34 0.43 0.25 0.69 1.32
1982 4.81 1.15 2.31 1.62 0.16 0.01 0.03 0.26 0.43 0.90 1.80 0.99 1.21 1983 0.53 0.46 0.63 0.57 0.16 0.11 0.01 0.00 0.01 0.01
0.01 0.00 0.21 1984 5.19 8.88 3.38 0.60 0.56 0.45 0.23 0.24 0.33 0.23 1.77 3.46 2.07 1985 1.83 4.68 0.05 0.20 0.20 0.32
0.49 0.26 0.34 0.21 0.65 1.39 0.86 1986 3.08 5.21 2.28 0.81 0.57 0.35 0.33 0.25 0.37 0.12 0.01 1.12 1.19 1987 4.93 0.96
0.89 0.52 0.01 0.13 0.25 0.04 0.05 0.04 0.01 0.31 0.68 1988 3.39 3.87 3.45 1.05 0.72 0.08 0.44 0.25 0.34 0.44 0.60 0.07
1.21 1989 2.11 2.40 3.28 2.18 0.38 0.27 0.43 0.51 0.51 0.40 0.27 0.61 1.11 1990 1.31 0.89 0.83 0.27 0.05 0.75 0.31 0.02 0.02
0.04 1.28 1.26 0.58 1991 2.87 2.86 3.58 0.69 0.56 0.58 0.35 0.45 0.40 0.38 0.29 0.21 1.10 1992 1.47 1.58 0.71 0.07 0.44
0.12 0.03 0.03 0.03 0.04 0.00 0.37 0.40 1993 4.31 1.40 2.83 0.60 0.26 0.13 0.41 0.51 0.53 0.72 1.19 3.13 1.34 1994 5.58
6.43 3.10 0.80 0.83 0.43 0.46 0.31 0.44 0.39 0.40 0.83 1.64 1995 1.12 2.28 3.34 0.91 0.36 0.35 0.32 0.44 0.44 0.33 0.26
0.11 0.85 1996 2.52 3.98 1.40 1.71 0.23 0.37 0.23 0.42 0.27 0.37 0.18 1.32 1.07 1997 4.30 5.70 2.31 0.93 2.49 0.39 0.56 0.49
0.40 0.31 0.62 1.09 1.61 1998 3.19 4.10 1.39 0.89 0.33 0.01 0.09 0.39 0.32 0.43 0.55 0.86 1.03 1999 1.44 5.85 6.74 3.80
0.64 0.07 0.08 0.10 1.87 0.98 0.18 0.11 1.79 2000 3.61 4.66 5.44 1.55 0.28 0.16 0.32 0.05 1.02 0.41 0.09 0.45 1.49 2001
1.49 3.99 3.49 1.44 0.55 0.80 0.00 0.00 0.00 0.07 0.00 0.00 0.97 2002 0.07 2.28 3.86 1.89 0.84 0.53 0.00 0.00 0.05 0.00
0.08 0.19 0.81 2003 0.48 1.76 1.76 0.71 0.18 0.14 0.00 0.02 0.06 0.02 0.00 0.00 0.42 2004 0.35 1.83 0.47 0.40 0.08 0.07
0.00 0.07 0.06 0.02 0.00 0.00 0.27 2005 0.06 0.48 0.56 0.38 0.08 0.06 0.06 0.06 0.03 0.00 0.00 0.00 0.15 2006 3.74
2.67 2.21 2.05 0.31 0.14 0.08 0.06 0.00 0.00 0.00 0.00 0.93 2007 0.67 0.40 3.22 0.39 0.17 0.09 0.06 0.07 0.05 0.11 0.06
0.02 0.45 2008 0.71 0.20 0.14 0.11 0.04 0.12 0.11 0.12 0.00 0.09 0.00 0.00 0.14 2009 0.16 1.18 2.21 1.36 0.11 0.20 0.09
0.08 0.20 0.00 0.00 0.00 0.46 2010 0.89 2.25 1.31 0.45 0.04 0.18 0.15 0.06 0.05 0.08 0.05 0.64 0.50 2011 0.20 2.31 2.33
3.11 0.17 0.13 0.09 0.06 0.00 0.08 0.37 0.97 0.81 2012 3.57 9.56 3.08 1.90 0.81 0.37 0.49 0.48 0.25 0.60 0.87 0.89 1.86
2013 2.26 1.33 2.17 0.39 0.60 0.35 0.25 0.07 0.42 0.07 0.08 0.24 0.68 Min. 0.06 0.20 0.05 0.07 0.01 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.14 Prom. 2.27 3.51 2.70 1.13 0.37 0.21 0.16 0.15 0.23 0.21 0.36 0.66 0.98 Max. 5.58 9.56 9.53 3.80 2.49
0.80 0.56 0.51 1.87 0.98 2.59 3.46 2.07

Anexo 5 - Serie de Caudales Naturalizados Captación Antasalla

image32.emf

QN-2005 Caudales Naturales en el punto de control Captación Antasalla Año

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 0.36 0.97 2.32 0.28 0.60 0.59 0.61 0.02 0.01 0.04 0.03 0.11 0.49 1966 0.20 0.87 1.50 0.09 0.07 0.08 0.07
0.03 0.03 0.03 0.02 0.08 0.25 1967 0.49 0.77 0.97 0.31 0.08 0.11 0.12 0.02 0.01 0.04 0.34 0.07 0.27 1968 0.36 0.45 0.46
0.23 0.10 0.10 0.10 0.01 0.00 0.09 0.38 0.65 0.24 1969 0.67 1.56 1.76 0.34 0.14 0.07 0.07 0.04 0.05 0.03 0.03 0.12 0.40
1970 1.86 1.88 0.97 0.28 0.10 0.06 0.04 0.04 0.05 0.03 0.03 0.14 0.45 1971 0.83 1.46 0.95 0.17 0.06 0.06 0.08 0.06 0.03
0.04 0.03 0.11 0.32 1972 1.43 1.59 2.48 0.60 0.16 0.12 0.04 0.02 0.04 0.03 0.07 0.10 0.55 1973 1.11 2.23 1.35 0.35 0.11 0.07
0.05 0.06 0.04 0.03 0.01 0.02 0.44 1974 3.20 1.66 1.11 0.44 0.22 0.17 0.07 0.04 0.04 0.04 0.05 0.12 0.59 1975 1.29 2.82
1.20 0.43 0.10 0.06 0.06 0.03 0.05 0.04 0.05 0.19 0.51 1976 1.35 1.60 2.16 0.22 0.06 0.06 0.07 0.07 0.03 0.04 0.02 0.05
0.47 1977 0.38 1.11 0.83 0.20 0.08 0.08 0.20 0.08 0.02 0.04 0.03 0.06 0.25 1978 1.45 1.20 0.64 0.35 0.43 0.30 0.10 0.06
0.03 0.03 0.03 0.15 0.39 1979 0.43 0.65 0.96 0.65 0.19 0.26 0.10 0.07 0.05 0.03 0.03 0.17 0.30 1980 0.12 0.38 1.18 0.36
0.12 0.11 0.06 0.06 0.06 0.03 0.02 0.02 0.21 1981 0.89 2.29 1.14 0.22 0.08 0.08 0.08 0.06 0.01 0.07 0.05 0.07 0.41 1982
1.82 1.16 1.33 0.41 0.10 0.07 0.12 0.08 0.02 0.03 0.17 0.32 0.47 1983 0.55 1.45 2.22 0.52 0.19 0.15 0.08 0.06 0.04 0.03 0.01
0.10 0.45 1984 1.64 1.76 1.03 0.50 0.20 0.25 0.13 0.05 0.04 0.03 0.35 1.21 0.59 1985 0.57 1.28 0.82 0.19 0.15 0.09 0.06
0.06 0.16 0.06 0.09 0.11 0.30 1986 1.18 1.97 1.17 0.25 0.13 0.10 0.07 0.06 0.16 0.02 0.02 0.05 0.42 1987 2.75 1.60 1.50
0.28 0.23 0.14 0.14 0.06 0.05 0.03 0.03 0.08 0.57 1988 0.57 1.23 1.41 0.34 0.09 0.09 0.07 0.06 0.15 0.04 0.02 0.09 0.34
1989 0.30 0.76 1.12 0.38 0.15 0.12 0.12 0.07 0.11 0.03 0.02 0.10 0.27 1990 0.30 0.71 1.64 0.35 0.26 0.12 0.09 0.04 0.13
0.03 0.03 0.13 0.32 1991 0.59 0.80 1.25 0.25 0.07 0.07 0.07 0.05 0.15 0.04 0.07 0.33 0.31 1992 0.33 0.50 1.39 0.27 0.33
0.26 0.14 0.06 0.05 0.04 0.01 0.03 0.28 1993 0.59 0.49 1.48 0.54 0.16 0.10 0.10 0.05 0.19 0.03 0.16 0.30 0.35 1994 1.34
2.12 1.40 0.30 0.08 0.08 0.09 0.05 0.04 0.04 0.03 0.19 0.47 1995 0.25 0.55 1.54 0.42 0.74 0.39 0.11 0.04 0.07 0.03 0.11
0.27 0.38 1996 0.45 1.11 1.53 0.38 0.17 0.12 0.13 0.06 0.09 0.03 0.02 0.19 0.35 1997 0.80 1.61 0.97 0.37 0.06 0.11 0.08
0.05 0.16 0.04 0.04 0.21 0.37 1998 0.67 1.34 1.30 0.42 0.14 0.12 0.14 0.03 0.13 0.04 0.04 0.08 0.36 1999 0.21 1.14 1.52
0.71 0.06 0.05 0.09 0.08 0.18 0.03 0.05 0.07 0.34 2000 0.90 1.91 1.45 0.48 0.14 0.12 0.07 0.07 0.09 0.03 0.02 0.18 0.45
2001 1.94 2.78 2.07 1.10 0.29 0.25 0.38 0.48 0.00 0.00 0.00 0.00 0.76 2002 0.05 1.40 1.47 0.49 0.21 0.00 0.00 0.13 0.00
0.00 0.00 0.11 0.32 2003 0.26 1.24 1.06 0.49 0.13 0.10 0.09 0.08 0.07 0.07 0.00 0.00 0.29 2004 0.89 1.42 0.37 0.43 0.09
0.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.27 2005 0.10 1.29 0.45 0.30 0.08 0.05 0.05 0.05 0.05 0.04 0.04 0.14 0.21 2006 1.35
1.29 2.00 0.69 0.14 0.10 0.09 0.06 0.06 0.00 0.00 0.00 0.48 2007 0.64 0.62 0.99 0.45 0.12 0.08 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07
0.07 0.28 2008 0.65 0.58 0.32 0.10 0.07 0.06 0.06 0.05 0.05 0.05 0.00 0.00 0.16 2009 0.29 0.81 0.83 0.46 0.10 0.06 0.05
0.05 0.05 0.07 0.06 0.07 0.24 2010 0.47 1.23 1.12 0.27 0.09 0.07 0.05 0.04 0.04 0.04 0.04 0.20 0.30 2011 0.26 1.53 0.71
0.59 0.11 0.07 0.07 0.06 0.05 0.04 0.05 0.55 0.33 2012 1.68 2.72 0.88 1.35 0.19 0.11 0.08 0.07 0.06 0.06 0.09 0.24 0.61
2013 0.68 0.78 0.79 0.37 0.31 0.09 0.16 0.32 0.24 0.34 0.30 0.18 0.38 Min. 0.05 0.38 0.32 0.09 0.06 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.16 Prom. 0.85 1.32 1.25 0.41 0.16 0.12 0.10 0.07 0.07 0.04 0.06 0.16 0.38 Max. 3.20 2.82 2.48 1.35 0.74
0.59 0.61 0.48 0.24 0.34 0.38 1.21 0.76

Anexo 6- Serie de Caudales Naturalizados Embalse el Frayle

image33.emf

QN-2007 Caudales Naturales en el punto de control Embalse el Frayle Año

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 2.25 1.82 2.32 1.37 1.13 1.36 1.13 1.29 1.33 1.29 1.22 1.54 1.50 1966 1.54 4.37 4.55 2.82 0.98 0.94 1.31 0.83
 1.25 1.20 1.70 1.12 1.87 1967 1.11 10.73 11.75 2.08 1.03 0.88 1.02 1.06 1.11 1.06 1.31 1.47 2.84 1968 4.74 2.41 10.83 3.11 2.02
 1.01 1.12 0.96 0.91 1.37 2.37 1.76 2.73 1969 2.77 8.99 5.34 1.91 1.60 1.38 2.20 2.45 2.32 1.64 1.86 1.95 2.83 1970 6.32 6.51
 7.13 2.08 2.56 3.20 2.25 1.72 0.80 0.91 0.58 1.51 2.95 1971 0.59 9.22 7.25 1.58 1.56 3.89 1.30 1.06 0.67 0.78 0.83 3.51 2.65
 1972 7.22 9.71 24.41 5.99 1.29 1.08 1.63 1.71 2.51 2.29 1.26 4.58 5.30 1973 8.10 18.01 12.84 5.27 1.07 1.29 2.02 6.73 2.30
 1.38 0.22 1.22 4.97 1974 21.28 15.71 11.31 2.57 0.74 0.84 1.71 2.78 2.98 2.64 2.98 1.89 5.58 1975 7.62 21.25 15.83 3.40 3.09
 3.91 2.12 6.03 2.60 1.96 1.55 3.11 5.96 1976 9.82 8.58 9.32 2.81 1.28 2.85 1.30 0.51 1.77 1.54 0.76 1.29 3.46 1977 2.32 16.23
 18.59 1.85 1.78 2.24 1.48 0.93 1.07 1.30 1.88 1.54 4.20 1978 8.02 4.95 1.75 2.38 1.10 0.86 1.13 1.40 1.45 0.79 2.55 1.42 2.30
 1979 3.18 1.69 5.59 1.49 1.04 1.09 1.52 1.58 1.19 1.23 1.14 1.68 1.88 1980 1.57 1.43 4.26 1.30 0.78 1.06 1.00 0.63 0.85 2.54
 0.80 0.76 1.42 1981 4.96 15.83 7.91 3.23 0.91 0.78 1.47 1.57 1.04 1.00 0.95 2.31 3.43 1982 5.87 2.06 2.46 2.20 0.65 1.20
 1.07 0.85 1.13 1.30 1.62 0.72 1.76 1983 1.30 0.91 1.68 1.44 1.08 0.95 0.94 0.86 0.86 0.86 0.85 0.97 1.06 1984 6.73 26.36
 14.91 3.75 0.76 0.90 0.89 0.76 1.23 2.53 3.41 2.07 5.23 1985 2.35 14.16 8.60 6.14 1.62 1.93 1.14 1.31 1.74 2.59 2.88 2.85
 3.87 1986 11.62 14.92 20.06 4.89 1.28 1.47 1.45 3.57 2.26 1.48 0.73 3.47 5.57 1987 13.98 3.53 1.34 3.53 1.06 1.66 1.47 0.92
 0.87 1.09 0.94 1.19 2.63 1988 8.18 5.88 3.34 5.06 1.94 0.57 1.51 0.98 1.80 0.40 0.67 1.27 2.62 1989 2.28 6.79 6.92 7.10
 0.96 0.89 0.94 1.16 0.46 0.80 1.03 0.86 2.49 1990 2.90 0.42 2.42 1.10 0.77 1.66 0.66 0.54 0.57 0.74 0.75 1.49 1.18 1991
 4.01 7.75 13.38 1.42 0.72 1.03 1.53 1.12 1.27 1.38 1.27 0.89 2.96 1992 0.68 0.86 0.85 0.61 0.59 0.68 0.91 0.92 0.31 0.45 0.14
 2.13 0.76 1993 10.78 2.05 6.85 1.22 0.69 1.49 1.86 4.65 5.48 3.56 2.63 2.78 3.69 1994 9.58 32.28 2.67 1.64 0.88 1.19 1.18
 0.97 0.54 0.58 0.79 1.42 4.31 1995 2.19 1.20 6.91 1.27 0.58 0.90 1.61 0.72 0.29 0.19 6.29 1.60 1.98 1996 2.08 8.12 3.92 3.82
 1.11 0.75 0.72 0.58 0.30 0.54 0.75 1.27 1.96 1997 3.16 23.05 7.96 2.13 0.81 0.35 0.82 1.12 0.81 1.35 1.37 1.04 3.55 1998 7.49
 8.69 1.69 1.23 0.98 0.73 1.10 0.62 0.62 0.66 0.79 0.74 2.08 1999 3.21 21.82 22.97 6.08 8.63 3.89 0.56 0.62 0.54 1.06 0.87
 3.40 6.06 2000 6.34 18.44 11.77 2.17 0.85 0.66 3.02 0.53 0.44 0.37 0.48 2.07 3.85 2001 8.47 25.88 34.11 5.26 2.80 1.41
 1.46 0.98 0.18 0.82 0.79 0.79 6.82 2002 2.24 21.90 23.82 6.99 1.83 0.99 1.80 0.93 1.36 1.14 1.05 1.43 5.37 2003 2.84 3.81
 3.39 2.88 1.07 0.73 0.91 0.47 0.69 0.70 1.15 0.80 1.60 2004 4.41 11.59 3.42 3.60 0.77 0.79 0.99 0.83 0.70 0.82 0.75 0.83
 2.40 2005 2.35 10.40 3.84 2.17 0.78 0.66 0.83 0.75 0.80 0.61 0.49 1.16 2.02 2006 9.59 19.51 18.29 10.82 1.69 0.93 0.81
 0.52 0.90 0.72 0.98 0.46 5.35 2007 6.93 4.14 15.00 4.35 0.93 0.63 0.79 0.79 0.82 0.85 0.56 0.39 3.02 2008 10.07 5.05
 3.60 0.82 0.66 0.73 0.71 0.64 0.59 0.77 0.81 1.46 2.15 2009 5.68 8.14 10.85 2.26 0.71 0.65 0.86 0.71 0.93 0.95 0.91 1.02
 2.78 2010 3.61 9.11 3.13 1.04 0.72 0.66 0.61 0.80 0.74 0.49 0.54 3.25 2.02 2011 5.96 24.65 13.56 4.75 1.06 0.77 0.68 0.71
 0.68 0.52 0.80 4.54 4.77 2012 20.47 43.32 12.78 7.77 1.72 1.14 0.89 0.76 0.71 0.66 0.45 7.52 7.98 2013 18.92 11.56 11.24
 1.47 0.88 0.79 0.60 0.49 0.39 0.79 0.75 1.70 4.11 Min. 0.59 0.42 0.85 0.61 0.58 0.35 0.56 0.47 0.18 0.19 0.14 0.39 0.76
 Prom. 6.12 11.34 9.36 3.19 1.34 1.27 1.25 1.34 1.17 1.16 1.27 1.84 3.34 Max. 21.28 43.32 34.11 10.82 8.63 3.91 3.02 6.73 5.48
 3.56 6.29 7.52 7.98

Anexo 7 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Pillones

image34.emf

QN-2008 Caudales Naturales en el punto de control Embalse Pillones Año

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 0.34 0.92 2.19 0.26 0.57 0.56 0.58 0.02 0.01 0.04 0.03 0.10 0.47 1966 0.19 0.82 1.42 0.08 0.07 0.08 0.07
0.03 0.03 0.03 0.02 0.08 0.24 1967 0.46 0.73 0.92 0.29 0.08 0.10 0.11 0.02 0.01 0.04 0.32 0.07 0.26 1968 0.34 0.42 0.43
0.22 0.09 0.09 0.09 0.01 0.00 0.08 0.36 0.61 0.23 1969 0.63 1.47 1.66 0.32 0.13 0.07 0.07 0.04 0.05 0.03 0.03 0.11 0.38
1970 1.75 1.77 0.92 0.26 0.09 0.06 0.04 0.04 0.05 0.03 0.03 0.13 0.42 1971 0.33 1.38 0.90 0.16 0.06 0.06 0.08 0.06 0.03
0.04 0.03 0.10 0.26 1972 1.35 1.50 2.34 0.57 0.15 0.11 0.04 0.02 0.04 0.03 0.07 0.09 0.52 1973 1.05 2.10 1.27 0.33 0.10
0.07 0.05 0.06 0.04 0.03 0.01 0.02 0.42 1974 3.02 1.57 1.05 0.42 0.21 0.16 0.07 0.04 0.04 0.04 0.05 0.11 0.56 1975 1.22
2.66 1.13 0.41 0.09 0.06 0.06 0.03 0.05 0.04 0.05 0.18 0.48 1976 1.27 1.51 2.04 0.21 0.06 0.06 0.07 0.07 0.03 0.04 0.02
0.05 0.45 1977 0.36 1.05 0.78 0.19 0.08 0.08 0.19 0.08 0.02 0.04 0.03 0.06 0.24 1978 1.37 1.13 0.60 0.33 0.41 0.28 0.09
0.06 0.03 0.03 0.03 0.14 0.37 1979 0.41 0.61 0.91 0.12 0.18 0.25 0.09 0.07 0.05 0.03 0.03 0.16 0.24 1980 0.11 0.36 1.11
0.34 0.11 0.10 0.06 0.06 0.06 0.03 0.02 0.02 0.20 1981 0.84 2.16 1.08 0.21 0.08 0.08 0.08 0.06 0.01 0.07 0.05 0.07 0.39
1982 1.72 1.09 1.25 0.39 0.09 0.07 0.11 0.08 0.02 0.03 0.16 0.30 0.44 1983 0.52 0.83 1.65 0.49 0.18 0.14 0.08 0.06 0.04
0.03 0.01 0.09 0.34 1984 1.55 1.66 0.97 0.47 0.19 0.24 0.12 0.05 0.04 0.03 0.33 1.14 0.56 1985 0.54 1.20 0.77 0.18 0.14
0.09 0.06 0.06 0.15 0.05 0.09 0.10 0.28 1986 1.12 1.86 1.10 0.24 0.12 0.09 0.06 0.06 0.15 0.02 0.02 0.04 0.40 1987 2.60
1.51 1.42 0.26 0.21 0.13 0.13 0.06 0.05 0.03 0.03 0.07 0.54 1988 0.54 1.16 1.33 0.32 0.09 0.08 0.07 0.06 0.14 0.00 0.02
0.08 0.32 1989 0.29 0.71 1.05 0.36 0.14 0.11 0.11 0.06 0.10 0.02 0.02 0.09 0.25 1990 0.00 0.67 1.50 0.20 0.25 0.12 0.08
0.04 0.10 0.03 0.03 0.13 0.26 1991 0.56 0.75 1.18 0.23 0.06 0.07 0.07 0.04 0.10 0.03 0.06 0.31 0.29 1992 0.31 0.47 1.17
0.07 0.31 0.25 0.14 0.05 0.05 0.04 0.01 0.03 0.24 1993 0.56 0.46 1.40 0.50 0.15 0.10 0.10 0.05 0.17 0.03 0.01 0.28 0.32
1994 1.27 2.00 0.41 0.29 0.07 0.08 0.08 0.05 0.04 0.03 0.03 0.18 0.37 1995 0.04 0.51 1.45 0.21 0.31 0.37 0.10 0.03 0.06
0.03 0.07 0.25 0.29 1996 0.43 1.05 1.44 0.36 0.16 0.11 0.12 0.06 0.08 0.03 0.02 0.18 0.33 1997 0.75 1.52 0.92 0.35 0.05
0.10 0.08 0.05 0.13 0.03 0.04 0.19 0.34 1998 0.63 1.26 1.22 0.40 0.13 0.03 0.13 0.03 0.12 0.04 0.04 0.07 0.34 1999 0.19
1.08 1.44 0.67 0.05 0.05 0.08 0.07 0.17 0.02 0.04 0.07 0.32 2000 0.85 1.80 1.37 0.46 0.13 0.11 0.07 0.07 0.08 0.02 0.02
0.17 0.42 2001 1.83 2.62 1.95 1.03 0.27 0.23 0.36 0.45 0.00 0.00 0.00 0.00 0.72 2002 0.05 1.32 1.38 0.46 0.20 0.00 0.00
0.12 0.00 0.00 0.00 0.11 0.30 2003 0.24 1.17 1.00 0.46 0.13 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.00 0.00 0.28 2004 0.84 1.34 0.35
0.41 0.08 0.07 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.25 2005 0.09 1.22 0.42 0.28 0.07 0.05 0.04 0.04 0.05 0.04 0.04 0.13 0.20
2006 1.28 1.21 1.88 0.65 0.13 0.09 0.08 0.06 0.05 0.00 0.00 0.00 0.45 2007 0.49 0.26 0.80 0.25 0.00 0.11 0.16 0.16 0.12
0.03 0.03 0.13 0.21 2008 0.13 0.64 0.89 0.51 0.05 0.07 0.12 0.10 0.00 0.05 0.05 0.09 0.22 2009 0.11 0.00 1.10 0.35 0.21
0.17 0.25 0.06 0.12 0.14 0.14 0.81 0.29 2010 0.62 0.01 1.48 0.15 0.09 0.14 0.14 0.19 0.31 0.33 0.28 0.00 0.32 2011 0.00
1.76 2.37 0.51 0.08 0.06 0.10 0.07 0.12 0.12 0.33 2.50 0.66 2012 2.42 0.48 0.63 0.38 0.03 0.06 0.08 0.14 0.44 0.00 0.22
0.27 0.43 2013 1.82 2.48 1.01 0.10 0.14 0.05 0.10 0.51 0.27 0.35 0.30 0.04 0.59 Min. 0.00 0.00 0.35 0.07 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.20 Prom. 0.80 1.19 1.20 0.34 0.14 0.12 0.10 0.08 0.08 0.05 0.07 0.20 0.36 Max. 3.02 2.66 2.37
1.03 0.57 0.56 0.58 0.51 0.44 0.35 0.36 2.50 0.72

Anexo 8 - Serie de Caudales Naturalizados Embalse Challhuanca

image35.emf

QN-2010 Caudales Naturales en el punto de control Presa Chalhuanca Año

Jan

Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Promedio 1965 0.32 0.04 0.23 0.09 0.17 0.25 0.10 0.06 0.06 0.09 0.30 0.12 0.15 1966 0.17 0.49 0.50 0.77 0.06 0.01 0.19
0.03 0.02 0.10 0.10 0.06 0.20 1967 0.09 1.25 2.92 0.28 0.14 0.08 0.18 0.17 0.08 0.14 0.05 0.06 0.45 1968 0.51 0.07 1.90
0.48 0.37 0.14 0.20 0.15 0.11 0.19 0.04 0.05 0.35 1969 0.16 1.51 0.49 0.36 0.24 0.27 0.24 0.18 0.16 0.42 0.17 0.34 0.37
1970 1.25 0.75 0.79 0.21 0.10 0.10 0.34 0.13 0.10 0.13 0.08 0.32 0.36 1971 0.00 1.11 1.07 0.22 0.15 0.19 0.16 0.04 0.11 0.06
0.03 0.15 0.27 1972 0.55 3.74 5.77 1.51 0.19 0.11 0.28 0.15 0.11 0.19 0.06 0.25 1.06 1973 4.31 4.76 3.06 1.07 1.59 0.10 0.34
0.58 0.65 0.81 0.19 0.29 1.47 1974 3.16 2.67 2.18 0.63 0.85 0.29 0.05 0.52 0.21 0.14 0.05 0.08 0.90 1975 0.29 2.48 1.67
0.55 0.14 0.30 0.32 0.02 0.05 0.05 0.07 0.48 0.52 1976 1.66 0.94 0.69 0.14 0.03 0.06 0.22 0.02 0.17 0.22 0.47 0.62 0.44
1977 0.24 1.67 2.25 0.19 0.04 0.11 0.15 0.02 0.07 0.02 0.20 0.49 0.45 1978 0.85 0.98 0.40 0.31 0.06 0.20 0.17 0.03 0.09
0.08 0.09 0.11 0.28 1979 0.05 0.18 0.68 0.00 0.15 0.21 0.23 0.09 0.04 0.07 0.11 0.10 0.16 1980 0.33 0.19 0.27 0.14 0.17
0.08 0.07 0.07 0.04 0.14 0.04 0.04 0.13 1981 0.08 2.55 1.07 0.51 0.12 0.17 0.21 0.27 0.25 0.15 0.09 0.36 0.47 1982 0.32
0.28 0.40 0.37 0.09 0.03 0.16 0.13 0.14 0.14 0.24 0.34 0.22 1983 0.11 0.00 0.00 0.10 0.08 0.13 0.13 0.14 0.13 0.14 0.13
0.20 0.11 1984 0.30 2.98 1.84 0.60 0.21 0.21 0.22 0.25 0.15 0.28 0.30 0.62 0.65 1985 0.46 3.10 2.13 1.92 0.46 0.39 0.23
0.09 0.05 0.02 0.03 0.41 0.76 1986 2.43 3.65 2.66 1.67 0.31 0.19 0.22 0.10 0.04 0.24 0.26 0.47 1.01 1987 2.75 0.88 0.25
0.83 0.33 0.04 0.16 0.36 0.27 0.11 0.04 0.10 0.51 1988 1.59 0.93 0.46 1.02 0.16 0.20 0.04 0.14 0.08 0.00 0.04 0.08 0.39
1989 0.50 1.05 0.48 0.92 0.14 0.17 0.15 0.12 0.07 0.08 0.00 0.08 0.31 1990 0.00 1.80 0.00 0.00 0.06 0.08 0.06 0.02 0.00
0.03 0.02 0.20 0.18 1991 0.94 0.98 0.85 0.08 0.01 0.04 0.31 0.01 0.00 0.03 0.00 0.03 0.27 1992 0.88 1.83 0.00 0.00 0.21
0.09 0.06 0.02 0.06 0.01 0.02 0.09 0.26 1993 1.08 1.83 0.82 0.42 0.02 0.11 0.31 0.11 0.08 0.06 0.00 0.16 0.41 1994 2.45
4.90 0.00 0.17 0.05 0.09 0.17 0.04 0.08 0.03 0.05 0.51 0.69 1995 0.00 1.82 1.12 0.00 0.00 0.02 0.22 0.00 0.04 0.01 0.00
0.03 0.26 1996 0.02 1.05 0.16 0.36 0.23 0.12 0.01 0.13 0.08 0.00 0.09 0.13 0.19 1997 0.47 2.93 1.72 0.07 0.61 0.02 0.14
0.02 0.00 0.02 0.09 0.13 0.50 1998 0.82 0.85 0.09 0.10 0.14 0.00 0.12 0.03 0.00 0.01 0.01 0.08 0.18 1999 0.50 4.89 0.25
1.81 1.30 0.05 0.04 0.21 0.00 0.18 0.03 0.18 0.76 2000 1.21 3.33 2.31 0.12 0.12 0.15 0.37 0.20 0.15 0.14 0.08 0.42 0.70
2001 0.97 3.98 4.21 1.85 0.19 0.24 0.13 0.17 0.26 0.14 0.13 0.10 1.01 2002 0.21 1.96 5.06 1.68 0.34 0.19 0.34 0.26 0.10
0.09 0.24 0.24 0.89 2003 0.38 0.47 0.76 0.63 0.17 0.10 0.18 0.15 0.13 0.11 0.06 0.29 0.29 2004 0.66 2.10 0.60 0.49 0.16
0.16 0.18 0.15 0.21 0.06 0.14 0.10 0.41 2005 0.09 1.62 0.46 0.26 0.04 0.09 0.13 0.11 0.16 0.11 0.07 0.20 0.27 2006 0.30
0.59 1.25 0.73 0.17 0.20 0.10 0.22 0.08 0.07 0.07 0.16 0.33 2007 1.17 1.27 1.87 0.64 0.28 0.16 0.13 0.14 0.14 0.07 0.15 0.16
0.51 2008 1.70 0.89 0.36 0.14 0.07 0.06 0.04 0.05 0.00 0.07 0.01 0.03 0.28 2009 0.00 0.86 2.45 0.37 0.00 0.02 0.05 0.04
0.06 0.02 0.09 0.00 0.33 2010 0.41 1.29 0.87 0.17 0.08 0.12 0.15 0.15 0.07 0.07 0.07 0.24 0.30 2011 1.02 8.36 0.71 0.16
0.21 0.19 0.21 0.25 0.11 0.19 0.00 1.34 1.02 2012 5.94 10.26 4.48 4.64 1.47 0.90 0.73 0.56 0.52 0.26 0.48 1.63 2.61 2013
4.41 4.78 5.24 0.87 0.85 1.02 1.14 0.86 0.40 0.33 0.29 0.14 1.68 Min. 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.01 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.11 Prom. 0.98 2.10 1.42 0.63 0.27 0.17 0.21 0.16 0.12 0.12 0.11 0.26 0.54 Max. 5.94 10.26 5.77 4.64 1.59 1.02
1.14 0.86 0.65 0.81 0.48 1.63 2.61

Anexo 9- Ubicación de estaciones Meteorológicas

Anexo 10 - Mapa Hidrográfico

Anexo 11 - Mapa delimitación de cuencas hidrográficas

Anexo 12 - Mapa de Cuenca Colectora de los Embalses Pañe y Bamputañe

Anexo 13 - Mapa de Cuenca Colectora de los Embalses Pillones y Dique los Españoles

Anexo 14 - Mapa de Cuenca Colectora del Embalse el Frayle

Anexo 15 - Mapa de Cuenca Colectora del Embalse Challhuanca

Anexo 16 - Mapa de Cuenca Colectora del Embalse Aguada Blanca

Anexo 17 - Mapa Superficie Glacial en la Cuenca

Anexo 18 - Mapa Sistema de trasvase - Cuenca alto Colca

Anexo 19 - Mapa Sistema de los aportes en la Cuenca alta de Chile

Anexo 20 - Mapa de intercuenas de las captaciones de las CH de Charcani

XI La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

Curva de duración de caudales

Q Regulado 0.99 0.95 0.9 0.85 0.8 0.75 0.7 0.65 0.6 0.5500000000000000004 0.5 0.44999999999999996 0.4 0.35
 0.3000000000000000004 0.25 0.19999999999999996 0.150000000000000002 9.9999999999999978E-2
 1.00000000000000009E-2 0.38949678655077036 11.524293489652916 11.755428510870097 11.894820720946932
 11.978792136861319 12.07386921665017 12.220057259832213 12.346149512282189 12.434291320205475
 12.695711438798035 12.986853880786567 13.437089866127213 14.153217180689795 14.690923972909287
 15.546366258260036 17.327973323977076 20.580447541135765 22.11184840581615 28.089066647155828
 56.7318678959019 Q Naturales 0.99 0.95 0.9 0.85 0.8 0.75 0.7 0.65 0.6 0.55000000000000004 0.5
 0.44999999999999996 0.4 0.35 0.30000000000000004 0.25 0.19999999999999996 0.15000000000000002
 9.9999999999999978E-2 5.0000000000000044E-2 1.0000000000000009E-2 1.8164392890344001
 2.3828386987599113 2.7099409710868851 2.9732475687353075 3.290077264024418 3.5654759656138162
 3.8500390089408625 4.0989639639139286 4.4338693729836569 4.8362839791904539 5.2034081247860922
 5.7252144948621773 6.253361892095084 7.2225176456639977 8.4481558413294593 10.269537062430135
 14.017238607295232 20.260795274048487 28.865139591676911 46.230709389387769 90.03910345103175 Q 15 m3/s
 0 1 15 15
 Q (m3/s)
 [Metadata removed]

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.
Matching text As the text appears in the source.

1/44	SUBMITTED TEXT	18 WORDS	87% MATCHING TEXT	18 WORDS
	cuenca de 276 km2. Tiene una capacidad útil de 9.1 MMC y un volumen muerto de 2.85 MMC.			
	SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)			
2/44	SUBMITTED TEXT	29 WORDS	100% MATCHING TEXT	29 WORDS
	embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,433.3 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,435.3 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,436.0 msnm •			
	SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)			
3/44	SUBMITTED TEXT	16 WORDS	100% MATCHING TEXT	16 WORDS
	El embalse tiene una capacidad útil de 135 MMC, y un volumen muerto de 8 MMC.			
	SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)			

4/44	SUBMITTED TEXT	30 WORDS	100% MATCHING TEXT	30 WORDS
<p>embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 3,981.2 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,010.0 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,011.3 msnm •</p> <p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				
5/44	SUBMITTED TEXT	35 WORDS	82% MATCHING TEXT	35 WORDS
<p>Embalse Aguada Blanca Se encuentra ubicado sobre el río Chili, aguas abajo de la confluencia de los ríos Blanco y Sumbay, a una altitud media de 3,650 msnm. Regula los recursos hídricos del río Blanco,</p> <p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				
6/44	SUBMITTED TEXT	16 WORDS	100% MATCHING TEXT	16 WORDS
<p>El embalse tiene una capacidad útil de 38.2 MMC, y un volumen muerto de 5.3 MMC.</p> <p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				
7/44	SUBMITTED TEXT	29 WORDS	100% MATCHING TEXT	29 WORDS
<p>embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 3,642.0 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 3,666.0 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 3,668.5 msnm •</p> <p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				
8/44	SUBMITTED TEXT	17 WORDS	100% MATCHING TEXT	17 WORDS
<p>El embalse tiene una capacidad útil de 76.8 MMC, y un volumen muerto de 3.24 MMC.</p> <p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				
9/44	SUBMITTED TEXT	28 WORDS	100% MATCHING TEXT	28 WORDS
<p>embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,355.8 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,374.5 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,376.5 msnm •</p> <p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				

10/44	SUBMITTED TEXT	16 WORDS	100% MATCHING TEXT	16 WORDS
<p>El embalse tiene una capacidad útil de 40.17 MMC, y un volumen muerto de 1.12 MMC.</p>				
<p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				

11/44	SUBMITTED TEXT	29 WORDS	100% MATCHING TEXT	29 WORDS
<p>embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,587.5 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,597.5 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,599.0 msnm •</p>				
<p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				

12/44	SUBMITTED TEXT	16 WORDS	100% MATCHING TEXT	16 WORDS
<p>El embalse tiene una capacidad útil de 25.2 MMC, y un volumen muerto de 0.4 MMC.</p>				
<p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				

13/44	SUBMITTED TEXT	40 WORDS	100% MATCHING TEXT	40 WORDS
<p>embalse son: • Nivel de agua mínimo (NAMI) 4,292.4 msnm • Nivel de agua máximo ordinario (NAMO) 4,307.8 msnm • Nivel de agua máximo extraordinario (NAME) 4,309.2 msnm</p>				
<p>SA 31466-Oviedo Tejada, Juan Manuel_.pdf (D88723492)</p>				

14/44	SUBMITTED TEXT	1661 WORDS	100% MATCHING TEXT	1661 WORDS
<p>Ene 7.085 2.816 1.618 4.434 1.126 0.603 Feb 9.756 4.172 2.660 6.831 2.324 1.283 Mar 7.225 2.543 1.770 4.313 2.062 0.927 Abr 3.736 0.966 0.625 1.591 1.122 0.510 May 0.743 0.072 0.408 0.480 0.305 0.121 Jun 0.331 0.026 0.233 0.260 0.245 0.071 Jul 0.305 0.032 0.207 0.238 0.106 0.055 Ago 0.224 0.030 0.297 0.326 0.088 0.060 Set 0.200 0.330 0.727 1.058 0.090 0.046 Oct 0.180 0.696 1.041 1.737 0.087 0.040 Nov 0.226 1.205 1.074 2.279 0.116 0.032 Dic 2.171 1.210 1.154 2.364 0.227 0.126</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

15/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

16/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 7.085 1.320 0.000 5.765 Febrero 9.756 0.811 0.870 8.945 Marzo 7.225 0.864 2.318 6.360 Abril 3.736 2.756 1.302 0.980 Mayo 0.743 3.057 0.252 -2.314 Junio 0.331 3.979 0.024 -3.648 Julio 0.305 4.151 0.001 -3.847 Agosto 0.224 3.768 0.000 -3.544 Setiembre 0.200 2.760 0.000 -2.560 Octubre 0.180 1.144 0.000 -0.964 Noviembre 0.226 1.032 0.000 -0.805 Diciembre 2.171 1.122 0.000 1.049</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

17/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

18/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 2.816 0.000 0.000 2.816 Febrero 4.172 0.415 0.000 3.757 Marzo 2.543 1.039 0.000 1.504 Abril 0.966 0.945 0.000 0.021 Mayo 0.072 0.524 0.000 -0.452 Junio 0.026 0.000 0.000 0.026 Julio 0.032 0.000 0.000 0.032 Agosto 0.030 0.606 0.000 -0.576 Setiembre 0.330 2.957 0.000 -2.627 Octubre 0.696 4.241 0.000 -3.544 Noviembre 1.205 3.997 0.000 -2.793 Diciembre 1.210 0.968 0.000 0.242</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

19/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	MATCHING TEXT	13 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic		100%		
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

20/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 1.618 0.453 0.034 1.165 Febrero 2.660 0.766 1.051 1.894 Marzo 1.770 0.774 0.648 0.996 Abril 0.625 1.082 0.230 -0.457 Mayo 0.408 0.474 0.000 -0.065 Junio 0.233 0.414 0.000 -0.181 Julio 0.207 0.280 0.000 -0.073 Agosto 0.297 0.180 0.000 0.116 Setiembre 0.727 0.504 0.000 0.223 Octubre 1.041 1.329 0.000 -0.288 Noviembre 1.074 0.914 0.000 0.160 Diciembre 1.154 0.976 0.000 0.178</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

21/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

22/44	SUBMITTED TEXT	1441 WORDS	100% MATCHING TEXT	1441 WORDS
<p>Enero 1.320 2.892 4.212 2.887 0.669 1.325 Febrero 0.811 4.876 5.687 2.983 1.595 2.705 Marzo 0.864 3.600 4.465 2.286 1.364 2.178 Abril 2.756 1.338 4.094 3.285 0.685 0.809 Mayo 3.057 0.140 3.197 3.503 0.000 -0.306 Junio 3.979 0.025 4.004 3.921 0.000 0.083 Julio 4.151 0.038 4.189 4.066 0.000 0.123 Agosto 3.768 0.013 3.781 3.831 0.000 -0.050 Setiembre 2.760 0.142 2.901 3.333 0.000 -0.432 Octubre 1.144 0.285 1.429 1.953 0.000 -0.524 Noviembre 1.032 0.528 1.560 1.557 0.007 0.003 Diciembre 1.122 0.614 1.736 1.149 0.013 0.587</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

23/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

24/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 1.126 0.635 0.377 0.492 Febrero 2.324 1.475 0.925 0.849 Marzo 2.062 1.318 0.579 0.744 Abril 1.122 0.898 0.220 0.224 Mayo 0.305 0.255 0.000 0.051 Junio 0.245 0.227 0.000 0.018 Julio 0.106 0.098 0.000 0.008 Agosto 0.088 0.091 0.000 -0.003 Setiembre 0.090 0.072 0.000 0.018 Octubre 0.087 0.088 0.000 0.000 Noviembre 0.116 0.114 0.000 0.002 Diciembre 0.227 0.245 0.015 -0.017</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

25/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

26/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 0.603 0.537 0.067 0.067 Febrero 1.283 1.068 0.215 0.215 Marzo 0.927 0.743 0.183 0.183 Abril 0.510 0.443 0.066 0.066 Mayo 0.121 0.121 0.000 0.000 Junio 0.071 0.071 0.000 0.000 Julio 0.055 0.055 0.000 0.000 Agosto 0.060 0.055 0.005 0.005 Setiembre 0.046 0.046 0.000 0.000 Octubre 0.040 0.040 0.000 0.000 Noviembre 0.032 0.032 0.000 0.000 Diciembre 0.126 0.116 0.010 0.010</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

27/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

28/44	SUBMITTED TEXT	1921 WORDS	100% MATCHING TEXT	1921 WORDS
<p>Enero 3.166 3.082 0.537 0.453 7.309 5.749 1.560 Febrero 4.282 5.967 1.068 0.638 12.040 9.685 2.356 Marzo 3.581 5.461 0.743 0.756 10.538 9.715 0.822 Abril 4.042 2.873 0.443 0.924 8.311 8.088 0.223 Mayo 3.755 1.201 0.121 0.482 5.643 5.590 0.053 Junio 3.914 1.212 0.071 0.417 5.676 5.578 0.098 Julio 3.956 1.289 0.055 0.297 5.576 5.526 0.050 Agosto 3.705 1.289 0.055 0.187 5.223 5.086 0.137 Setiembre 3.427 1.170 0.046 0.533 5.136 4.703 0.433 Octubre 2.518 1.190 0.040 1.389 5.035 4.170 0.864 Noviembre 1.532 1.554 0.032 0.990 4.227 3.321 0.906 Diciembre 1.511 1.653 0.116 1.047 4.362 3.324 1.038</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

29/44	SUBMITTED TEXT	1181 WORDS	100% MATCHING TEXT	1181 WORDS
<p>Ene 0.850 3.787 7.811 16.986 Feb 0.896 7.801 15.312 35.457 Mar 1.245 3.479 12.079 29.684 Abr 0.336 1.888 4.168 19.283 May 0.100 0.844 1.200 10.732 Jun 0.091 0.703 0.835 11.045 Jul 0.130 0.695 0.919 11.447 Ago 0.177 0.556 0.722 11.067 Set 0.210 0.343 0.730 11.254 Oct 0.164 0.262 0.756 11.938 Nov 0.220 0.255 0.771 11.514 Dic 0.619 1.037 1.951 12.130</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

30/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic</p>				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

31/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 7.811 4.343 0.000 3.468 Febrero 15.312 4.385 0.000 10.927 Marzo 12.079 4.787 0.000 7.291 Abril 4.168 2.081 0.000 2.087 Mayo 1.200 2.083 0.000 -0.882 Junio 0.835 1.741 0.000 -0.906 Julio 0.919 2.253 0.000 -1.334 Agosto 0.722 2.827 0.000 -2.105 Setiembre 0.730 3.807 0.000 -3.077 Octubre 0.756 3.921 0.000 -3.164 Noviembre 0.771 4.120 0.000 -3.349 Diciembre 1.951 4.731 0.000 -2.780</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

32/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	MATCHING TEXT	13 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic		100%		
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

33/44	SUBMITTED TEXT	1441 WORDS	100% MATCHING TEXT	1441 WORDS
<p>Enero 3.673 0.850 4.522 0.358 2.458 4.164 Febrero 9.407 0.896 10.303 0.821 0.000 9.482 Marzo 3.583 1.245 4.828 0.284 0.000 4.544 Abril 0.000 0.336 0.336 0.724 0.000 -0.388 Mayo 0.015 0.100 0.115 0.646 0.000 -0.531 Junio 0.000 0.091 0.091 1.580 0.000 -1.489 Julio 0.000 0.130 0.130 1.272 0.000 -1.142 Agosto 0.010 0.177 0.186 1.135 0.000 -0.949 Setiembre 0.000 0.210 0.210 1.324 0.000 -1.114 Octubre 0.000 0.164 0.164 3.080 0.000 -2.916 Noviembre 0.000 0.220 0.220 3.697 0.000 -3.477 Diciembre 0.243 0.619 0.862 2.184 0.000 -1.322</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

34/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

35/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 3.787 1.828 0.011 1.960 Febrero 7.801 4.008 1.017 3.793 Marzo 3.479 2.178 1.561 1.302 Abril 1.888 0.733 1.338 1.156 Mayo 0.844 0.284 0.469 0.560 Junio 0.703 0.340 0.245 0.364 Julio 0.695 0.382 0.171 0.313 Agosto 0.556 0.288 0.097 0.268 Setiembre 0.343 0.365 0.000 -0.022 Octubre 0.262 2.022 0.000 -1.760 Noviembre 0.255 2.241 0.000 -1.987 Diciembre 1.037 1.057 0.000 -0.021</p>				
<p>SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)</p>				

36/44	SUBMITTED TEXT	13 WORDS	100% MATCHING TEXT	13 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic				
<p>SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D34012614)</p>				

37/44	SUBMITTED TEXT	961 WORDS	100% MATCHING TEXT	961 WORDS
<p>Enero 16.986 12.879 3.044 4.106 Febrero 35.457 15.322 16.142 20.135 Marzo 29.684 15.842 14.549 13.843 Abril 19.283 14.325 5.445 4.958 Mayo 10.732 12.000 0.000 -1.267 Junio 11.045 11.083 0.006 -0.038 Julio 11.447 10.982 0.108 0.466 Agosto 11.067 11.111 0.000 -0.044 Setiembre 11.254 11.495 0.232 -0.241 Octubre 11.938 11.819 0.003 0.119 Noviembre 11.514 12.017 0.000 -0.502 Diciembre 12.130 12.453 0.173 -0.323</p>				
SA 16498-Tamayo Pereyra, Roberto Carlos-1.pdf (D50709866)				

38/44	SUBMITTED TEXT	241 WORDS	100% MATCHING TEXT	241 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC</p>				
SA 32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)				

39/44	SUBMITTED TEXT	241 WORDS	100% MATCHING TEXT	241 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC</p>				
SA 32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)				

40/44	SUBMITTED TEXT	241 WORDS	100% MATCHING TEXT	241 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic</p>				
SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D78318065)				

41/44	SUBMITTED TEXT	241 WORDS	100% MATCHING TEXT	241 WORDS
<p>ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC</p>				
SA 32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)				

42/44	SUBMITTED TEXT	241 WORDS	100% MATCHING TEXT	241 WORDS
<p>Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic</p>				
SA 3192-Dejo Prado, Leonardo Luis Juan.pdf (D78318065)				

43/44	SUBMITTED TEXT	241 WORDS	100% MATCHING TEXT	241 WORDS
ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC				
SA	32557-Sotomayor Berrio, Ramiro Lorenzo_.pdf (D94429008)			

44/44	SUBMITTED TEXT	503 WORDS	90% MATCHING TEXT	503 WORDS
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic En caudal (m ³ /s) 14.37 32.33 23.93 8.36 1.36 0.26 0.49 -0.08 -0.47 -0.39 -0.39 2.12				
SA	1A_Fano_Miranda_Gonzalo_Ramces_Doctorado_2020.docx (D64230480)			