



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## “Modelo hidrogeológico conceptual preliminar de las Relaveras Colquisiri” Lima - Huaral

J. Harrison Ramos Ayala

CICA Ingenieros Consultores Perú S.A.

EAP Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Venezuela Cd. 34 s/n., Ciudad Universitaria, Lima-Perú.

[J.harrison.amos@gmail.com](mailto:J.harrison.amos@gmail.com)

### RESUMEN

La Intercuenca 137559 (Intercuenca Jecuan en adelante) denominada por el ANA, se encuentra entre las cuencas Huara y la Cuenca Chancay – Huaral, donde se ubica las Relaveras Colquisiri.

La Geología predominante en las Relaveras Colquisiri, es el Grupo Casma (Form. Quilmana y Form Hurangal), siendo estas formaciones rocas de baja permeabilidad.

El acuífero en el área de la intercuenca (Acuífero Jecuan en adelante), no tiene recarga por precipitación por ser muy bajo (17.55 mm/año) y alta evapotranspiración (883.01 mm/año), se presume que es alimentado por las cuencas vecinas, como la cuenca Chancay - Huaral en el sur y la cuenca Huara en el límite norte.

El acuífero Jecuan tiene su movimiento en los depósito no consolidados y semiconsolidados aluviales, el movimiento se divide en dos por los afloramientos rocosos, que influyen como barrera del movimiento del acuífero jecuan, siendo su movimiento en dirección de SE a NE y de NE a SW, y dirigiéndose al océano pacífico.

El monitoreo de los pozos de agua indican unas conductividades eléctricas ascendentes en dirección a las Relaveras colquisiri, esto posiblemente debido a alguna filtración de los depósitos de

relaves al acuífero jecuan, asimismo el monitoreo de nivel piezométrico de los pozos monitoreados y mapa de hidroisohipsas muestran una elevación del nivel piezométrico en la zona de las relaveras, evidenciando una posible recarga en esta zona.

**Palabras claves:** Hidrogeología, Recargas piezométrica, acuífero, conductividad hidráulica, precipitación, evapotranspiración.

### ABSTRACT

Inter-basin 137559 (Jecuan Inter-basin onwards), named by the ANA, is located between the Huara basins and the Chancay-Huaral Basin, where the Colquisiri Tailings are located.

The predominant geology in the Colquisiri tails is the Casma Group (Form Quilmana and Form Hurangal), these formations being low permeability rocks.

The aquifer in the inter-basin area (Jecuan Aquifer onwards), has no recharge due to precipitation because it is very low (17.55 mm / year) and high evapotranspiration (883.01 mm / year), it is presumed that it is fed by the neighboring basins, as the Chancay basin - Huaral in the south and the Huara basin in the northern limit.

The Jecuan aquifer has its movement in the unconsolidated and semiconsolidated alluvial deposits, the movement is divided in two by the rocky

outcrops, which influence as a barrier of the movement of the jequan aquifer, being its movement in the direction of SE to NE and of NE to SW, and heading to the Pacific Ocean.

The monitoring of the water wells indicates ascending electrical conductivities in the direction of the Colquisiri Tailings, this possibly due to some filtration of the tailings deposits to the jequan aquifer, also the monitoring of the piezometric level of the monitored wells and hydroisohypses map show an elevation of the piezometric level in the area of the tailings, evidencing a possible recharge in this area.

**Keywords:** Hydrogeology, piezometric recharge, aquifer, hydraulic conductivity, precipitation, evapotranspiration.

## DESARROLLO DEL RESUMEN

### a) Estratigrafía

La geología del área de estudio se encuentra comprendida por la Formación Quilmaná y Huarangal conformada por secuencias volcánicas correspondiente al Grupo Casma, subyaciendo se encuentran los depósitos cuaternarios recientes de gran extensión conformados por los materiales aluviales y eólicos.

### b) Hidrografía e Hidrología

El área de estudio se encuentra sobre un afloramiento, que tienen su nacimiento en los cerros La Mina y La Calera; así mismo pertenece al sistema hidrográfico de la intercuenca 137559, que se encuentra entre las cuencas Huaura y Chancay-Huaral; que a su vez pertenecen a la vertiente hidrográfica del Pacífico.

Climatológicamente la intercuenca es considerada de régimen seco (árido) por tener una deficiencia de lluvias en todas las estaciones, así mismo está considerado como una zona semicálida y húmeda, con precipitaciones anuales promedio entre 16.5 a 18.6mm.

Parámetros de Geomorfológico	Und.	Cuenca 1375592	Intercuenca 1375591
Área de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Km <sup>2</sup>	228.243	84.811
Perímetro de la cuenca	Km	76.478	54.451
Cota máxima	msnm	1120	220
Cota mínima	msnm	8	8
Coefficiente de Compacidad		1.57	1.74
Factor de Forma		0.22	0.34

La comparación de la precipitación, frente a la evapotranspiración (evaporación del suelo más la transpiración de las plantas).

La información básica para la caracterización del clima y la meteorología del área del estudio, proviene de registros de estaciones climáticas y pluviométricas a cargo del SENAMHI. Con información de las siguientes estaciones meteorológicas.

Estación	Ubicación Política			Ubicación Geográfica		
	Dpto.	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud
Huayan	Lima	Huaral	Huaral	11°27'1"	77°7'1"	350
Lomas de Lachay	Lima	Huaura	Huacho	11°22'1"	77°22'1"	300
Alcantarilla	Lima	Huaura	Huaura	11°3'1"	77°33'1"	120
Huaral (Donoso)	Lima	Huaral	Huaral	11°28'00"	77°14'1"	182

Para el análisis de evapotranspiración anual se ha empleado el método Thornthwaite, obteniéndose como resultado para la cuenca 1375592 de 883.01 mm y para la Intercuenca 1375591 de 828.53 mm.

En el análisis de caudal medio se obtuvo un caudal medio anual para la cuenca 1375592 de 16.0 l/s, y para la Intercuenca 1375591 de 14.0 l/s.

En el análisis de caudal base se obtuvo un caudal medio anual para la cuenca 1375592 de 4.0 l/s, y para la Intercuenca 1375591 de 3.0 l/s.

Para la recarga al acuífero en ambas cuencas se han estimado una recarga de 0.0 mm, esto por ser considerado como Intercuenca seca y tener precipitaciones mínimas durante el año, así mismo dicha Intercuenca presentan temperaturas altas generando resultados mayores en la Evapotranspiración potencial.

### c) Hidrogeología

En el ámbito del área de influencia directa del proyecto de las relaveras colquisiri, se identificó flujos de aguas subterráneas en 04 piezómetros y 04 pozos tubulares; en el recorrido de la zona de estudio.

Muestra	Coordenadas WGS 84 (Zona18)	
	Este	Norte
<b>Piezómetros</b>		
P-2	251511.294	8729111.21
P-6	251478.268	8729007.24
P-8	251747.37	8728618.26
P-7	251648.291	8729091.64
<b>Pozos Tubulares</b>		
PT-01	252725.222	8728717.112
PT-02	252779.073	8728877.08
PT-03	252417	8729116
PT-04	253422	8727979

El monitoreo de Nivel freático es parte importante para la caracterización hidrogeológica del acuífero emplazado en la investigación.

Monitoreo de Nivel Freático								
Ptos. De Monitoreo	P-2	P-6	P-7	P-8	PT-01	PT-02	PT-03	PT-04
Prof. (mts)	30	50	50	500	46	46	30	35
N.F. (mis)	23.78	21.00	17.42	20.25	6.32	2.24	3.66	10.38

La profundidad del nivel freático nos indica que el nivel freático es el material no consolidado y semi consolidado.

Se ha realizado 07 perforaciones diamantinas con el fin de realizar las características de la litología y acuíferos.

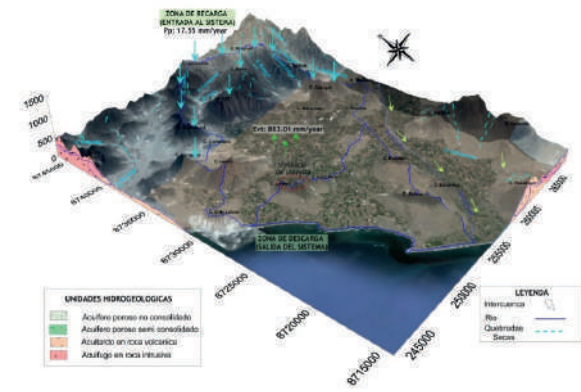
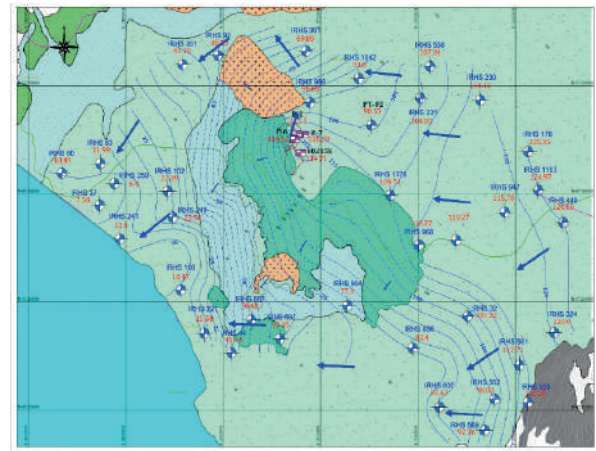
Perforación	Coordenadas		Cota (msnm)	Profundidad Alcanzada (m)
	Norte	Este		
P-1	8729036.69	251486.97	133.8	15
P-2	8729111.21	251511.294	131.2	30
P-3	8729214.98	251454.464	135.5	15
P-4	8729105.81	251410.293	138.5	15
P-5	8729149.09	251611.037	126.5	15
P-6	8729007.24	251478.268	135	50
P-7	8729091.64	251648.291	127	50

Las unidades hidrogeológicas están clasificadas en acuíferos libres no consolidado y semiconsolidado, acuífero fisurado acuitardo; y el acuífero que intervienen como barrera natural al movimiento de acuífero.

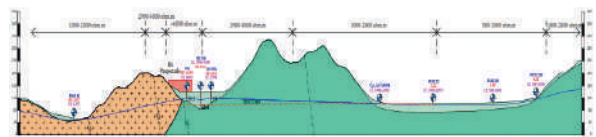
UNIDADES HIDROGEOLOGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO					
Unidades Hidroestratigráficas	Conductividad Hidráulica (m/s)	Espesor (m)	Porosidad Total*	Porosidad Efectiva*	Clasificación
DEPÓSITO EÓLICO, COLUVIAL	$7.1 \times 10^{-7} - 7.1 \times 10^{-6}$ (**)	1 a 3 (**)	20 - 50	10 - 28	Acuífero libre, material suelto no consolidado, arenas de grano fino.
DEPÓSITO ALUVIAL	$1.6 \times 10^{-4} - 1.6 \times 10^{-3}$ (**)	10 a 30 (**)	21 - 50	13 - 26	Acuífero libre, con porosidad granular, gravas angulosas a sub redondeada, grava limosa.
ROCAS					
UNIDADES VOLCÁNICAS (Fracturado)	$2.75 \times 10^{-6} - 6.33 \times 10^{-6}$ (***)	25-30 (**)	08 - 15	0,005	Acuífero Fisurado (roca de tipo andesita alterada y fragmentada)
UNIDADES VOLCÁNICAS (competente)	$6.865 \times 10^{-6} - 1.56 \times 10^{-7}$ (***)	200 - 300 (***)	1 - 10	0,0005	Acuitardo en Roca Volcánica (tobas dacítico-rodolitas con intercalaciones de areniscas y brechas andesíticas)
UNIDADES INTRUSIVAS	$3.2 \times 10^{-7} - 3.2 \times 10^{-4}$ (***)	>300 (***)	0,01-1	0,00005 - 0,01	Acuífero Intrusivo granodiorita-toculita.

\*Valores estimados de porosidad (%), según Sanders (1998)  
 \*\*Valores obtenidos de ensayos de perforaciones diamantinas (2015)  
 \*\*\*Valores referenciales del boletín geológico imgemmet (A26, 1973)

Se evidencia en el siguiente plano las direcciones de flujos subterráneo y; el efecto del acuitardo y acuífero como barrera natural.



Se evidencia la elevación del nivel piezométrico; y la elevación de C.E. en la zona de las relaveras.



**CONCLUSIONES**

- El acuífero de la zona del proyecto se emplaza en los depósitos porosos semiconsolidados, no consolidados y acuífero fisurado.
- La intercuenca no cuenta con recarga por precipitación, por lo cual su recarga al acuífero Jeacuan se debe a flujos subterráneos provenientes de las cuencas adyacentes.
- La elevación del N.F. y la CE. En el área del proyecto podría ser motivado de infiltraciones de la relavera al acuífero, un estudio de isótopos como trazadores daría una exactitud de posibles infiltraciones de parte de los depósitos.

os de las relaveras colquisiri.

## REFERENCIAS

Guttman et al. 1993. Regional precipitation quantile values for the continental US computed from L-moments. *Journal of Climate* 6, 2326–2340.

Gupta R.P. 2010. Applied Hydrogeology of Fractured Rocks. Singhal B.B.S, p.37-52.

WMO. (1986). Manual for estimation of probable maximum precipitation. Operational hydrology, Report.1, WMO-p.332, 269.

Aparicio Mijares, F.J. 1992. Fundamentos de hidrología de superficie. México: Editorial Limusa S.A. de C. V. Grupo Noriega Editores, p.177-201.

Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta 22-h, 22-i, 22-j, 23-h, 23-i, 23-j - [Boletín A 26]. Cobbing, Edwin.