



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE CONSERVACIÓN Y PLANEAMIENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CHAPARRA - CHINCHA



“ESTUDIO DE DRENAJE Y SALINIDAD DE LA ZONA DE OCUCAJE – ICA”



Agosto, 2017



**Ministerio de Agricultura y Riego
Autoridad Nacional del Agua
Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
Autoridad Administrativa del Agua Chaparra Chincha**

PERSONAL DIRECTIVO

Ing. Abelardo de La Torre Villanueva	Jefe de la Autoridad Nacional del Agua
Ing. Paola Chinen Guima	Directora de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos.
Ing. Gaston Pantoja Tapia	Coordinador del Área de Evaluación de Recursos Hídricos
Ing. Edwin Zenteno Tupiño	Responsable de la Unidad de Aguas Subterráneas
Ing. Jorge Ganoza Roncal	Director de la Autoridad Administrativa del Agua Chaparra-Chincha

EJECUTOR

Ing. Eduardo Leveau Ruiz	Especialista hidrogeólogo-geofísico
--------------------------	-------------------------------------

PERSONAL PARTICIPANTE

Ing. Edwin Zenteno Tupiño	Especialista hidrogeólogo-geofísico
Ing. Marko Castañeda Zavaleta	Especialista en hidrogeología
Ing. Humberto Torres Giraldo	Especialista SIG
Sr. Cesar Tueros Giler	Estudiante UNALM

“ESTUDIO DE DRENAJE Y SALINIDAD DE LA ZONA DE OCUCAJE – ICA”

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCIÓN

La Autoridad Nacional del Agua, constituida como el órgano técnico y normativo de la Gestión de los Recursos Hídricos, fue creada bajo el amparo de la Ley de los Recursos Hídricos (Ley N° 29338), norma que en su Artículo 79° establece que la ANA puede declarar zonas de veda y zonas de protección del agua para proteger o restaurar el ecosistema y para preservar fuentes y cuerpos de agua, así como los bienes asociados al agua. En estos casos se puede limitar o suspender de manera temporal los derechos de uso de agua. Cuando el riesgo invocado para la declaratoria señalada afecte la salud de la población, se debe contar con la opinión sustentada y favorable de la Autoridad de Salud.

Mediante la Resolución Jefatural N° 162-2017-ANA, se aprobó el Plan Operativo Institucional para la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, con ello se validó la ejecución del “Estudio de Drenaje y Salinidad de la Zona de Ocucaje – Ica” correspondiente a la Tarea N° 02 de la Meta 165: Conservación de los Recursos Hídricos, con el objetivo de determinar, mediante estudios técnicos, las condiciones físicas de los terrenos en el área de Ocucaje, para evaluar la factibilidad del desarrollo de sistemas de drenaje, con fines de mejora de la calidad del suelo y el potencial uso sostenido de las aguas subterráneas.

2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

2.1 Estudio de Salinidad de Suelos

Los ensayos de laboratorio fueron desarrollados en la Universidad Nacional Agraria de La Molina, desarrollando la Clasificación visual de los suelos con fines de riego y drenaje, en una profundidad mínima para 31 perforaciones. Adicionalmente se utilizó el criterio SUCS, así se ejecutaron:

Análisis Granulométrico por tamizado de 6 muestras representativas

Medición de la concentración de sales en el suelo, para 31 zonas

Análisis de acidez – alcalinidad para 31 muestras

Análisis químico en 02 muestras de agua de riego, tomadas en el inicio del Canal de Derivación Pinilla – Margen Derecha y 01 muestra del río Ocucaje.

Análisis químico en 6 muestras de suelos, identificando los parámetros para el análisis de calidad de agua para riego (según los Estándares de Calidad Ambiental)

Los resultados del análisis ejecutado por el Laboratorio, brindaron las siguientes informaciones. Los suelos de la zona vadosa, se constituyen en su mayoría por arena limosa o limo arenoso (Franco Limoso).

Los resultados de la conductividad eléctrica indican suelos ligeramente salinos, no obstante, existen sectores aislados de salinidad alta.

Se detectaron niveles de agua subterráneas próximos a superficie en 11 sondajes, siendo que para los 20 sondajes restantes, el nivel de aguas supera los 1.50 m.

Las aguas provenientes del canal de derivación Ocucaje Pinilla-Margen Derecha, tienen una conductividad eléctrica de 3.49 dS/m, es decir alta salinidad, al igual que las aguas del río Ica, con conductividades eléctricas de 2.58 dS/m.

2.2 Estudio de las Condiciones de Drenaje

Luego de haber desarrollado el análisis de la calidad de los suelos en la zona de Ocucaje, en el que se obtuvieron datos sobre la salinidad en la zona no saturada, a fin de conocer la factibilidad

y la implicancia de los trabajos de drenado en el sector, a fin de restaurar o mitigar la mala calidad del terreno y el agua subterránea.

El análisis del régimen de las aguas subterráneas y los niveles medidos

El nivel freático está relacionado al régimen de las avenidas del Río Ica, cuyos máximos se presentan en los meses de enero a abril, descendiendo los mismos para las épocas de estiaje. La profundidad de los niveles de aguas subterráneas varían desde los 3 hasta los 10 metros, la gradiente del flujo sigue la tendencia de la topografía superficial.

La calidad de las aguas es regular a mala, variando su conductividad eléctrica de 0.75 a 2.25 dS/m.

El análisis de la evolución del uso de las tierras y cultivos en el tiempo

El uso de las tierras del valle de Ocucaje es temporal, coincidente con el periodo de avenidas, que ocurre entre enero y abril, con cultivos de corto periodo vegetativo, como zapallo, pallar, garbanzos, frejoles y otros, cubriendo un área del 95% del total, siendo el resto correspondiente a frutas como mango, paca y otras variedades de raíces profundas, capaces de captar el agua de horizontes más profundos.

Los análisis de laboratorio de calidad de suelos y agua de la zona de Ocucaje

Los suelos en el área de estudio hasta la profundidad investigada están constituidos por depósitos de arena limosa o limo arenosos.

Respecto a la salinidad, la conductividad eléctrica es menor a 4 dS/m, correspondiendo a suelos ligeramente salinos, no obstante, existen zonas aisladas en las que se tienen conductividades mayores (4-8 dS/m).

La evaluación de las Fuentes de Recarga Subsuperficial

La fuente principal de la recarga subsuperficial son las filtraciones del río en las épocas de avenidas, la que se estima en 2mm/día, otra fuente en esta misma época lo constituye las pérdidas de los canales de distribución que en su mayoría no son revestidos y las pérdidas de las aplicaciones de riego, que en el caso particular del valle de Ocucaje son significativas, debido al método de riego que consiste en regar por pozas de grandes dimensiones y con láminas de alrededor de 1 metro, con la finalidad de humedecer un mayor perfil del suelo, con la finalidad de suplir el estrés hídrico que se produce al no haber un riego regulado, las recargas estimadas en total han sido estimadas en 3 y 4 mm/día.

3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

De acuerdo a los resultados del estudio, se establece que el área de estudio no tiene problemas de salinidad en el suelo, en la medida que los valores encontrados son menores a 4 mmhos/cm y en lo que se refiere a la presencia del nivel freático elevado, el área con esta problemática es pequeña con respecto al área total, por lo que se concluye que para fines agrícolas no es necesario realizar obras de drenaje subterráneo en el área de estudio de Ocucaje, salvo en áreas muy localizadas (300 hectáreas). El sistema recomendado de drenado de las áreas es mediante bombeo, encareciendo sustantivamente el costo de inversión por el tamaño del área a drenar.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

CONTENIDO

CAPÍTULO	N° pág.
I. Objetivos.....	1
II. Ubicación geográfica.....	1
III. Evaluación del relieve y condiciones topográficas.....	1
IV. Elaboración y evaluación de los estudios realizados y relacionados a la técnica del drenaje.....	1
V. Análisis de la evolución del uso de las tierras y cultivos en el tiempo, en el área de evaluación.....	4
VI. Caracterización de las condiciones de drenaje de los suelos del Valle de Ocucaje.....	4
VII. Conclusiones del estudio: Evaluación de las condiciones de drenaje valle de Ocucaje – Ica.....	4
Anexos	
Anexo 1: Cuadros.....	7
Anexo 2: Planos.....	45
Anexo 3: Servicio de ensayos de laboratorio de suelo y agua.....	46
Anexo 4: Álbum fotográfico.....	95

ANA	FOLIO N°
DCPRH	

3

ESTUDIO: EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE DRENAJE DEL VALLE DE OCUCAJE - ICA

I. Objetivo

Evaluar las condiciones físicas que permitan definir si existen reales posibilidades de establecer medidas estructurales y no estructurales, que permitan resolver el problema de mal drenaje y salinidad, de las tierras agrícolas del Valle Ocucaje.

II. Ubicación geográfica

El área de Estudio se ubica entre las coordenadas geográficas del Sistema WGS 84 Zona 18S, entre las coordenadas 8415500 – 8407500 y 424000 – 430000, área que políticamente corresponde al Departamento de Ica, Provincia de Ica, Distrito de Ocucaje, el cual se encuentra ubicado en la parte sur de la Provincia de Ica, a una distancia aproximada de 28 a 29 km de la ciudad de Ica, en el Plano N° 1 se presenta la ubicación del área de Estudio.

III. Evaluación del Relieve y Condiciones Topográficas

La topografía utilizada en el presente estudio ha sido elaborada en base a las imágenes satelitales de Google Earth, las mismas que han sido georreferenciadas, tanto en lo que se refiere al posicionamiento en el sistema de coordenadas WGS 84, y en lo que se refiere a los niveles topográficos, han sido amarrados a la red de nivelación del Instituto Geográfico Nacional. El plano resultante nos permite tipificar el área de estudio como de topografía plana, presentando unas depresiones de poca magnitud (< 1.50 m.)

La gradiente topográfica principal, como es natural, tiene la tendencia u orientación principal similar al del río Ica, y se presenta en la dirección NOROESTE-SURESTE, con un valor aproximado de 0.0035 m/m., y en el sentido transversal a esta orientación, está comprendido entre los valores de 0.002 a 0.0015 m/m. Es importante señalar que el valle de Ocucaje presenta un angostamiento a la altura de la zona Chiquerío (al final del valle), esto definitivamente tiene influencia en el tránsito del flujo sub-superficial del valle, que podría eventualmente ser un factor que no facilita el tránsito del flujo.

En el Anexo N° 2 Planos, se presenta el Plano N° 2 Topografía y en el Plano N° 3 la ubicación de Infraestructura hidráulica del Valle de Ocucaje en el cual se han georreferenciado los sondajes realizados para el Estudio de las Condiciones de Drenaje del valle.

IV. Elaboración y Evaluación de los Estudios Realizados y Relacionados a la Técnica del Drenaje

Los estudios realizados nos proporcionan los elementos de juicio necesarios para un diagnóstico del problema existente, como identificar sus causas y proporcionar la solución técnica-económica más apropiada para mejorar las condiciones actuales, planteando así, si fuera necesario, el sistema de drenaje

ANA	FOLIO N°
DCPRH	

4

4.1 Caracterización del suelo

Dada la estrecha interrelación entre el perfil activo de raíces y el perfil de la zona esperada de fluctuación de la superficie freática, se consideró realizar un estudio de suelos a las capas que se presentan entre 0.00m – 1.50m. En razón a esto, se tomó la determinación de contratar los servicios del laboratorio de Agua y Suelos de la Universidad La Agraria La Molina, mediante el orden de servicio 401452, Servicios de Ensayos de Laboratorio de Suelos y Agua del proyecto: Evaluación de las Condiciones de Drenaje en el Sector de Ocucaje Ica, para lo cual se ejecutaron 31 sondajes hasta una profundidad de 1.50 m distribuidos sistemáticamente con el objetivo de abarcar todo el área de estudio, en cada uno de los sondajes realizados se clasificaron los estratos encontrados visualmente, y se tomaron muestras representativas de cada clase o tipo para realizar los ensayos de laboratorio correspondientes, así como también, los ensayos de laboratorio relacionados con la salinidad y la calidad del agua de riego, cuyos resultados y determinaciones, se presentan en el Anexo 3, en el cual se concluye lo siguiente:

- **“Los suelos en el área de estudio hasta la profundidad investigada, están constituidos mayormente por depósitos de arenas limosas o limos arenosos (franco limosos). Solamente se localizaron en zonas aisladas, depósitos de arenas medias a finas (franco), sondajes S-4, S-15, S-17, S-21, S-25, S-28, S-30.**
- **“Con respecto a la salinidad, la conductividad eléctrica es menor a 4 mmhos/cm, correspondiendo a suelos ligeramente salinos, sin embargo, se presentan zonas aisladas, donde se tienen conductividades eléctricas, entre 4 y 8 mmhos/cm, correspondiendo a suelos moderadamente salinos (sondajes S-1 y S-30), y en el sondaje S-16, se tuvo suelos con conductividad eléctrica de 11.61 mmhos/cm, correspondiendo a un suelo fuertemente salino”.**

4.2 Régimen Freático

En relación al comportamiento del freático superficial, está íntimamente relacionada al régimen de avenidas del Río Ica, el cual presente un periodo de avenidas en los meses de Enero, Febrero Marzo y Abril y un periodo de estiaje en el los 8 meses restantes.

Para la evaluación se ha utilizado la información existente en la AAA Chaparra – Chíncha, dentro del marco de los trabajos de Monitoreo del Plan de Gestión de los Acuíferos de Ica, Pampas de Villacuri y Lanchas, cuyas determinaciones más sustantivas están referidas a la elaboración de planos de Hidroisohipsas, planos de Isoprofundidad, planos de Isoconductividad eléctrica del agua subterránea, velocidad de descenso de la napa, Isopermeabilidad de acuífero de Ica y mediciones de calidad del agua superficial del riego.

Sobre la base de esta información existente se ha elaborado los planos correspondientes que nos permiten evaluar el comportamiento y características de la superficie freática, los que a continuación se detallan:

2

ANA	FOLIO N°
DCPRH	

5

Plano N° 4.1 Hidroisohipsas 1º Campana

Plano N° 4.2 Hidroisohipsas 2º Campana

Plano N° 5.1 Isoprofundidad de la Napa 1º Campana

Plano N° 5.2 Isoprofundidad de la Napa 2º Campana

Plano N° 6.1 Isoconductividad del Agua (dS/m) 1º Campana

Plano N° 6.1 Isoconductividad del Agua (dS/m) 2º Campana

Plano N° 7 Velocidad de Descenso de la Napa (m/año)

Plano N° 8 Isopermeabilidad del Acuífero de Ica (m/día) x 10

El análisis y evaluación contenida en los planos antes mencionados se puede resumir en lo siguiente:

Como criterio general se ha centrado el análisis en la información generada para la 1era campana en lo que se refiere a los planos de Hidroisohipsas, e isoprofundidad, en la medida que este periodo constituye el periodo o situación más desfavorable desde la perspectiva del drenaje, de acuerdo a esto, se observa que en lo que se refiere a las curvas Hidroisohipsas solo se han podido graficar las curvas de cota 320, 310 y 300 m, solo las 2 últimas están involucradas con el área de estudio, por lo que inferir a partir de estas, valores de gradientes y dirección de flujo subsuperficial no es pertinente, debido al tamaño del área de estudio en relación a un análisis macro del comportamiento del acuífero del valle, que para este nivel la densidad de los puntos de control escogidos si es el adecuado. En general se puede inferir que la dirección del flujo y su gradiente sigue la tendencia de las curvas de nivel topográfico.

En lo que se refiere a las curvas de isoprofundidad de acuerdo a la profundidad del nivel de la superficie freática esta entre 3.00 a 5.00 y entre 5.00 y 10, en consecuencia no hay problema de drenaje.

En relación a la calidad del agua de subsuelo no es buena, en razón de que la mayor parte del área esta entre los 0.75 a 2.25 dS/m.

La conductividad hidráulica de los suelos en el área estudiada varía entre 7 y 190 m/día

Se ha elaborado también en base a la información existente un plano de descenso de la napa freática, el valor no es significativo en la mayor parte del área esta entre de 0.00 a 0.50 m

ANA	FOLIO N°
DCPRH	

4.3 Evaluación de las Fuente de la Recarga Subsuperficial

La fuente principal de la recarga subsuperficial son las filtraciones del rio en las épocas de avenidas, la que por experiencia del consultor se estima en 2 mm/día, otra fuente en esta misma época lo constituye las pérdidas de los canales de distribución que en su mayoría no son revestidos, y las pérdidas de las aplicaciones de riego, que en el caso particular del valle de Ocucaje son significativas, debido al método de riego que consiste en regar por pozas de grandes dimensiones y con láminas de alrededor de 1.00 m, con la finalidad de humedecer un mayor perfil de suelo, con la finalidad de suplir el estrés hídrico que se produce al no haber un riego regulado. Esta situación a criterio del consultor produce una recarga puntual cada vez que se riega y entre esta fuente y las recargas externas de áreas vecinas se estima en una recarga de 1 a 2 mm/día. Dando una recarga de entre 3 y 4 mm/día.

V. Análisis de la Evolución del uso de las Tierras y Cultivos en el tiempo, en el área de evaluación

el uso de las tierras en el valle de Ocucaje es y ha sido siempre temporal, coincidente con el periodo de avenidas que acontece en los meses de Enero, Febrero , Marzo y Abril, lo que los cultivos que se siembran en el valle son aquellos de corto periodo vegetativo tales como zapallo, pallar, garbanzos, frejoles etc, estos cultivos corresponden aproximadamente un 95 % del total del área cultivada y el 5 % restante son frutales como, mango, paca y otras variedades de raíces profundas que pueden captar agua de horizontes más profundos.

VI. Caracterización de las Condiciones de Drenaje de los Suelos del Valle de Ocucaje

El régimen de la superficie freática está íntimamente relacionado al régimen hidrológico del rio, cuyas filtraciones constituyen la principal fuente de recarga del área estudiada, este efecto se aprecia con toda claridad en los planos de isopropundidad, correspondiendo los niveles más altos (3.00 m) a la época de avenidas y la mediciones en el mismo año y en el mismo sector solo varían aproximadamente 0.50 m, y al otro año se mantiene la profundidad en 3.00 m lo que es un índice de la buena dreanabilidad del área.

VII. Conclusiones del Estudio: Evaluación de las Condiciones de Drenaje Valle de Ocucaje-Ica

Que el nivel de estudios es la necesaria y suficiente para realizar un diagnóstico de las condiciones de drenaje en el sector de Ocucaje, Ica esto incluye los realizados por la Entidad a través del servicio contratado de Ensayos de Laboratorio de Suelos y Agua por la Universidad Nacional Agraria "La Molina", y la revisión de la información existente en la AAA Chaparra – Chincha, dentro del marco de los trabajos de Monitoreo del Plan de Gestión de los acuíferos de Ica, Villacuri y Lanchas, cuyas determinaciones más sustantivas están referidas a la elaboración de planos de Hidroisohipsas, planos de Isopropundidad, planos de Isoconductividad eléctrica del agua subterránea, y mediciones de calidad del agua superficial del riego, cuyas mediciones se realizan

ANA	FOLIO N°
DCPRH	

7

en 2 campañas: la primera, que corresponde a la época de avenidas meses de Enero, Febrero, Marzo, y Abril, cuyas mediciones se llevan a cabo entre el 15 de abril y el 15 de mayo del 2016, aproximadamente; y la segunda campaña correspondiente al periodo de estiaje, es decir, en los ocho meses restantes, cuyas mediciones se hacen entre el 15 de octubre al 15 de noviembre del 2016.

Los aspectos más importantes a resaltar de los ensayos del Laboratorio de Suelos y Agua, realizados por la Universidad Nacional Agraria "La Molina", se pueden resumir en lo siguiente:

Los suelos investigados en el área de estudio están constituidos sustantivamente en depósitos de arenas limosas o limo-arenoso (franco limoso), solamente se localizaron en zonas aisladas depósitos de arena media a fina en los sondeos S-4, S-15, S-17, S-21, S-25, S-28, y S-30.

Con respecto a la salinidad de los suelos, la conductividad eléctrica es menor a 4 mmhos/cm (2875.40 ha), lo cual califica a los suelos como ligeramente salinos, sin embargo, se presentan zonas aisladas donde se tienen valores de salinidad entre 4 y 8 mmhos/cm, lo cual los tipifica como suelos moderadamente salinos (sondeos S-1 y S-30, (aproximadamente 100 ha), y en el sondeo S-16, se determinó valores de conductividad eléctrica de 11.71 mmhos/cm (aproximadamente 50 ha), lo cual lo califica como un suelo fuertemente salino. Se realizaron 31 sondeos en el área estudiada (3 025.40 ha), lo que da una densidad de sondeos de aproximadamente un sondeo cada 100 ha.

En lo que se refiere al nivel freático, de acuerdo a las determinaciones realizadas por el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria "La Molina" en el mes mayo del 2017, esta se presenta superficial en la parte sur del área estudiada, en la zona donde están localizados los sondeos S-1, S-2, S-3, S-5, S-7, S-8, S-12, S-13, S-16, S-17 y S-20 (aproximadamente 300 ha). En el resto del terreno, el agua se encuentra por debajo de 3 m. del nivel del terreno; sobre el particular, debemos comentar que existe en los estudios de nivel freático realizados por la AAA Chaparra - Chincha (Abril y Mayo del 2016), las profundidades del nivel freático están en toda el área estudiada por debajo de los 3 m del nivel del terreno

En relación a la calidad del agua de riego por gravedad, se realizaron 2 muestreos o mediciones, a las cuales se hicieron análisis de agua completos: una en el canal de derivación Ocucaje Pinilla, en el inicio del canal, el cual tiene una conductividad eléctrica de 3.49 dS/m, correspondiente este valor a una alta salinidad, y una medición de Relación de Adsorción del Sodio (RAS) de valor 5.06; y una segunda muestra tomada en el río cerca del sondeo S-3, en la parte sur y final del área, cuyo valor es de 2.58 dS/m, este valor es igualmente altamente salino. Considero que estos valores obtenidos son mayores del que normalmente se tienen en la época de avenidas, en razón de que han sido realizados en la época de estiaje y el pequeño caudal que discurría era producto de filtraciones de aguas de cola de riego por gravedad de las partes altas, las mismas que probablemente estén contaminadas con minerales de los fertilizantes que se usan y de otros muchos factores relacionados. Las mediciones efectuadas de calidad de agua de riego del

EJ

ANA	FOLIO N°
DCPRH	

8

monitoreo, que se realizan en épocas de avenidas, definitivamente tienen menores valores que los obtenidos en los ensayos realizados por la Universidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas por la Universidad Nacional Agraria "La Molina", en general se puede concluir que sustantivamente el área de estudio no tiene problemas de salinidad en el suelo, en la medida que los valores encontrados son menores a 4 mmhos/cm, y en lo que se refiere a la presencia del nivel freático elevado, el área con esta problemática es pequeña con respecto al área total, lo cual se puede verificar en los planos de isoprofundidad elaborados por la AAA Chaparro-Chincha, primera campaña 2016 donde no se grafica áreas con nivel freático alto por lo que se concluye que para fines agrícolas no es necesario realizar obras de drenaje subterráneo en el área de estudio de Ocucaje, salvo en áreas muy localizadas (que suman un área menor a 300 ha). En el caso que se quisiera drenar estas pequeñas áreas se tendría que evacuar por bombeo, lo que encarece sustantivamente el costo de inversión por el tamaño del área a drenar.

[Handwritten signature]