

D-62

# ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO

## DRENAJE Y RECUPERACION DE SUELOS AFECTADOS

VALLE DE PISCO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**CENDRET**



**CENTRO DE DRENAJE Y RECUPERACION DE TIERRAS**

**CONVENIO PERU - HOLANDA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA - LA MOLINA

DIRECCION GENERAL DE AGUAS E IRRIGACION

# ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO

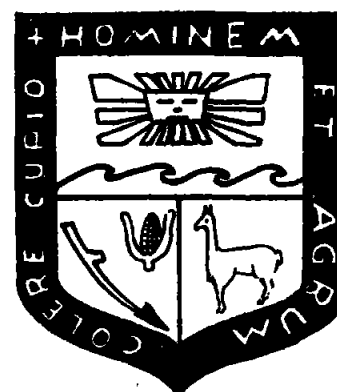
## DRENAJE Y RECUPERACION DE SUELOS AFECTADOS

VALLE DE PISCO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**GENDRET**



**CENTRO DE DRENAJE Y RECUPERACION DE TIERRAS**

**CONVENIO PERU - HOLANDA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA - LA MOLINA**

**DIRECCION GENERAL DE AGUAS E IRRIGACION**

ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LOS PROBLEMAS  
DE SALINIDAD Y DRENAJE - VALLE DE PISCO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Ing. M.Sc. Axel Dourojeanni  
Ir. Johannes van Alphen  
Ing. Carlos Pomareda  
Ing. Truman Cárdenas

DICIEMBRE 1970

ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LOS PROBLEMAS  
DE SALINIDAD Y DRENAJE - VALLE DE PISCO

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	2
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL VALLE	2
2.1 General	2
2.2 Geomorfología y Geología	3
2.3 Hidrogeología	4
3. DELIMITACION DE LAS ZONAS CON PROBLEMAS DE DRENAJE Y SALINIDAD	5
4. JUSTIFICACION DE RECUPERACION	11
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
APENDICE	14

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



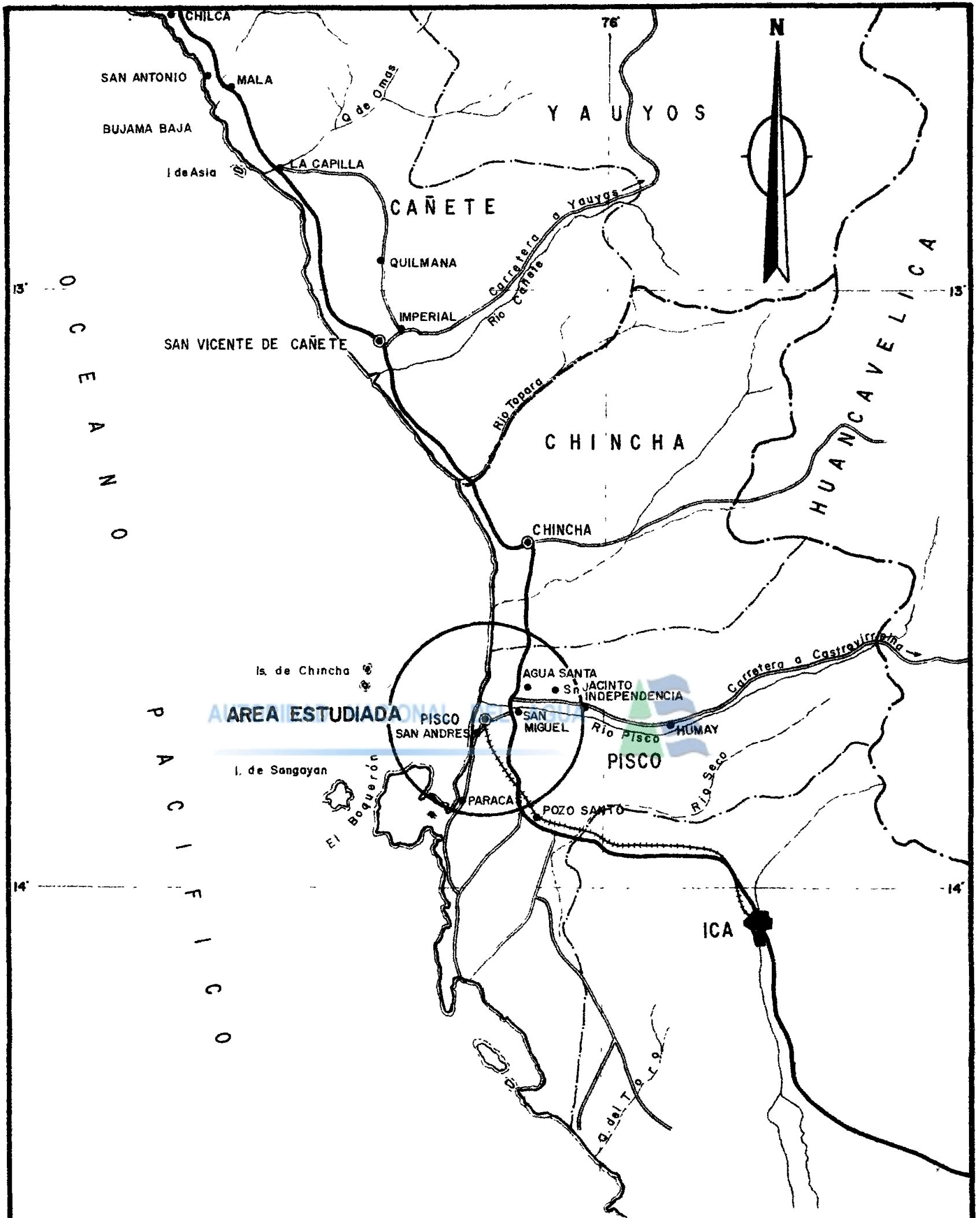
## RESUMEN

El Valle de Pisco tiene una superficie cultivada aproximada de 18,383 Ha de las cuales 7,751 Ha, o sea el 42% del área, tienen problemas de salinidad y/o mal drenaje en mayor o menor grado.

El Valle se caracteriza por presentar tres terrazas diferenciadas, una de ellas salina; afloramientos terciarios y depósitos fluviales fuertemente cementados. Estas formaciones geológicas en general dificultan la evacuación natural de las aguas y originan los problemas de salinidad y mal drenaje encontrados.

La superficie afectada se dividió en 13 zonas de acuerdo a su grado de salinidad y/o mal drenaje y posición fisiográfica. Se encontró que de las 13 zonas, 7 merecen mayores estudios y 6 no lo justifican. De las 7 que merecen mayores estudios, 5 corresponden a zonas más aparentes de recuperar. Estas últimas cubren un total de 2,683 Ha.

En el apéndice se presenta un estimado de drenes requeridos para recuperar las 5 zonas más aparentes. Los espaciamientos entre drenes de campo fluctúan entre 40 y 100 m. La longitud total de drenes de campo requerida se estimó en 292 Km y de drenes colectores y troncales en 85.4 Km.



CENTRO DE DRENAJE Y RECUPERACION DE TIERRAS - CONVENIO PERU - HOLANDA -		
ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE DRENAJE Y SALINIDAD		
<b>VALLE DE PISCO</b>		<b>PLANO Nº 1</b>
PLANO BASE: CARTA NACIONAL (I.S.M.)	ESCALA: 1:1'000,000	FECHA: DIC. 1970



## 1. INTRODUCCION

El presente trabajo ha sido ejecutado de acuerdo a un Convenio de Cooperación firmado entre el Centro de Drenaje y Recuperación de Tierras (CENDRET) y la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos - Naturales (ONERN).

Para realizarlo se ha contado con un mapa de salinidad de suelos del Valle de Pisco confeccionado por ONERN a escala 1/40,000 y un juego de mosaicos aerofotográficos del mismo valle del Servicio Aerfotográfico Nacional (SAN) a escala 1/40,000. Igualmente ha sido valioso aporte para la preparación del informe, el Estudio Hidrogeológico de la Margen Derecha del Río Pisco<sup>1/</sup> y el Estudio Preliminar de Drenaje de la Margen Derecha del Río Pisco<sup>2/</sup>. Para la margen izquierda del Valle, no existen estudios técnicos como los mencionados, por tal motivo esta zona se ha evaluado basándose en observaciones de campo y material aerofotográfico.

El presente estudio realizado a nivel de reconocimiento, tiene como objetivo zonificar las diferentes áreas con problemas de drenaje y/o salinidad, cuantificar el problema de estas áreas, opinar sobre su recuperación y dar pautas generales para lograrla.

## 2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL VALLE

### 2.1 Generalidades

El Valle de Pisco se encuentra al Sur de la Ciudad de Lima, - entre los Kms 225 y 240 de la Carretera Panamericana (Plano 1). La extensión del Valle estudiado incluyendo las Irrigaciones de "Cabeza de Toro" y "Pampas de Manrique" es de 18,383 Ha. El Valle, amplio cerca a la desembocadura del Río, se estrecha fuertemente a los 300 m.s.n.m.

- 
- 1/ Departamento de Geología de la Dirección General de Aguas e Irrigación. (1965)
- 2/ Sub-Dirección de Proyectos de la Dirección General de Aguas e Irrigación.

El clima es característico de la Costa Central. Tiene temperaturas mínimas de 8°C y máximas de 33°C. La precipitación se limita a "Garúas"<sup>1/</sup>. La humedad de la zona varía entre 45% y 80%. Una particularidad de la zona son los fuertes vientos que proceden del mar y que son conocidos como "Paracas"<sup>2/</sup>. Este viento ha originado la formación de dunas que han cubierto gran parte de la margen izquierda del Río Pisco.

El valle presenta características geomorfológicas y geológicas muy especiales que tienen alta incidencia en los problemas de drenaje por lo que es indispensable hacer un análisis más detallado de estos factores.

## 2.2 Geomorfología y Geología

### Margen Derecha

De acuerdo al Estudio Geológico de la Margen Derecha del Río Pisco (1965), en esta zona se observan estratificaciones (Plano 2), que en términos geológicos (de la más antigua a la más reciente), se explican como sigue:

- Afloramientos terciarios. Son constituidos en gran parte, por diatomita blanca con láminas de yeso interestratificadas. Se extienden entre el sector comprendido entre el Puente Huamaní y "Cerro Caucato", observándose a lo largo de la Carretera Panamericana.
- Terraza 3. Es la terraza más antigua del cuaternario en la zona. Está constituida por depósitos fluviales. Está fuertemente cementada por sales ( $SO_4$ , Ca, Cl, Na, etc.), formando un material que se conoce como "Caliche".
- Terraza 2. Está constituida por depósitos fluviales con interestratificaciones lacustres. Es una terraza no salinizada, compuesta en general por arcillas arenosas con capas arcilloarenosa-margosas.

-----  
1/ Garúas: lloviznas ligeras

2/ En relación a la Península y Bahía de Paracas al Sur Oeste del Valle.



- Terraza 1. Es la Terraza más reciente. Está constituida solamente por depósitos fluviales. No es salinizada.
- Conos de Deyección. Están constituidos por materiales coluviales. Se encuentran con las Terrazas 3, 2 y 1 cubriéndolas y/o formando parte de ellas. Se aprecian en la Irrigación "Cabeza de Toro".
- Playa de Arena. Es una franja angosta localizada a lo largo de la línea costera y que se amplía en dirección al Valle de Chíncha.

#### Margen Izquierda

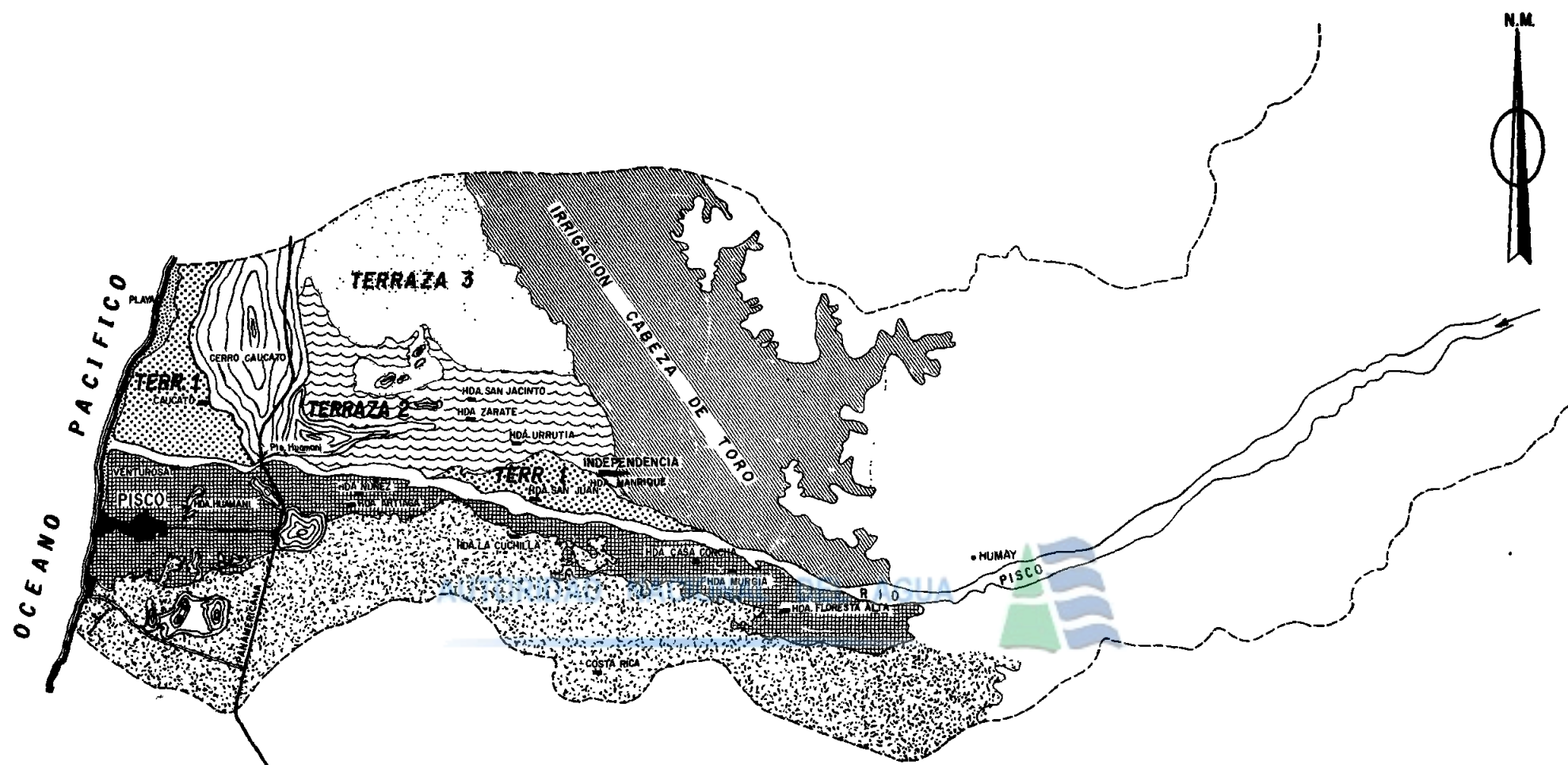
Debido a la falta de estudios geológicos en la Margen Izquierda del Valle, se hicieron las siguientes apreciaciones:

- Existen afloramientos terciarios similares a los descritos para la margen derecha. Estos afloramientos aparecen a la altura de la Hacienda Huamaní y al Este de la Ciudad de Pisco.
- Se observa la Terraza 1 descrita anteriormente, a lo largo del Río Pisco.
- Al Sur de la Terraza 1 se aprecia una terraza alta (posiblemente Terraza 2), cubierta de dunas de arena (que se originan y desplazan debido al fuerte viento predominante, proveniente del Sur-Este de la zona). En esta área se observan afloramientos de agua dulce. Aparentemente, se trata de un antiguo cauce del Río Pisco en dirección Sur-Oeste, cuyo origen se encuentra cerca de la Hacienda "Floresta Alta" y que desemboca en la Bahía de Paracas.

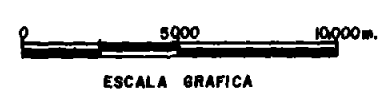
#### 2.3 Hidrogeología

Las formaciones geológicas anteriormente descritas tienen un fuerte efecto sobre la circulación del agua subterránea y superficial del Valle de Pisco.

- Los afloramientos terciarios constituyen una capa impermeable para las aguas freáticas y barreras naturales en el sector del Puente Huamaní y al Este de Pisco.
- La Terraza 3, impermeable y fuertemente salinizada, origina la salinización del agua que escurre sobre ella.
- La Terraza 2, es ondulante e impermeable en los sitios donde --



- |             |  |  |
|-------------|--|--|
| CUATERNARIO |  | TERRAZA 1 (Depósitos Aluviales)  |
|             |  | TERRAZA 2 (Depósitos Fluvio - Lacustres)                                       |
|             |  | TERRAZA 3 (Depósitos Fluviales - Salinizados)                                  |
|             |  | CONOS DE DEYECCION (Depósitos fluvio - aluviales, tiene como banco: TERRAZA 3) |
|             |  | DEPOSITOS ALUVIALES (Terrazas 1 y 2)   |
|             |  | DEPOSITOS EOLICOS ENCIMA TERRAZA 2   |
|             |  | DEPOSITOS MARINOS (Playa)  |
| TERCIARIO   |  | MIOCENO CALCAREO   |



APRECIACION GEOLOGICA DEL VALLE DE PISCO OBTENIDA DE INFORMACION PROCEDENTE DE ONERN, DEL DPTO. DE GEOLOGIA DE LA DIRECCION DE AGUAS E IRRIGACION DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DE LOS MOSAICOS DEL S. A. N.

CENTRO DE DRENAJE Y RECUPERACION DE TIERRAS - CONVENIO PERU - HOLANDA -		
MAPA GEOLOGICO DEL VALLE DE PISCO		
VALLE DE PISCO		PLANO Nº 2
PLANO BASE: D. G. A. e I.	ESCALA: 	FECHA: DIC. 1970



hay capas margosas. Estos dos fenómenos originan problemas de drenaje localizados.

- La Terraza 1, tiene buena permeabilidad por lo que tiene pocos problemas de drenaje y salinidad.
- Los Conos de Deyección se encuentran recubriendo a la Terraza salina 3 y la Terraza 2. El agua de riego, que se infiltra en esta zona y escurre sobre la Terraza 3 es fuertemente salinizada. Los problemas de salinización y exceso de agua en la margen derecha se originan mayormente por la Irrigación "Caboza de Toro" localizada en el área de los conos de deyección. Los suelos altamente permeables de esta Irrigación favorecen una baja eficiencia de riego y altas pérdidas de agua. Las zonas más bajas, por lo tanto, reciben el agua salinizada lo que explica los problemas de mal drenaje y salinidad de las mismas.

### 3. DELIMITACION DE ZONAS CON PROBLEMAS DE DRENAJE Y SALINIDAD

Para la zonificación de las áreas afectadas se han considerado básicamente los grupos de suelos con salinidad evidente y con drenaje moderado a imperfecto, imperfecto a pobre y drenaje muy pobre. El área así clasificada por ONERN se ha dividido en 13 zonas que cubren un total de 10,505 Ha de las cuales 7,751 Ha están afectadas en mayor o menor grado con problemas de salinidad y/o mal drenaje.

(Cuadro 1 y Plano 3)

Zona Pisco (1)	Otras Zonas-Margen Izquierda (7)
Zona Huamaní (2)	Zona de Dunas (8)
Zona Pachinga (3)	Zona San Andrés (9)
Zona San Emilio (4)	Zona San Fernandito (10)
Zona Manrique (5)	Zona Dadelso (11)
Zona San Juan (6)	Zona Playa (12)
	Zona de Inundación (13)

ZONA PISCO (1). Se encuentra localizada en la parte baja del Valle, margen izquierda, entre la Ciudad de Pisco, el Océano Pacífico y el río.

Tiene topografía plana. Cubre una extensión de 1,090 Ha, de las cuales 994 Ha se encuentran afectadas con problemas de salinidad y drenaje. Sus suelos son profundos a excepción de aquellos cerca

CUADRO 1 ZONAS AFECTADAS CON PROBLEMAS DE MAL DRENAJE  
Y/O SALINIDAD

<u>Nombre</u>	<u>Nº</u>	<u>Area Total (Ha)</u>	<u>Area Afectada (Ha)</u>
Zona Pisco	1	1,090	994
Zona Huamaní	2	35	35
Zona Pachinga	3	328	328
Zona San Emilio	4	1,130	798
Zona Manrique	5	528	528
Zona San Juan	6	126	126
Otras Zonas			
Margen Izquierda	7	314	314
Zona de Dunas	8	237	237
Zona San Andrés	9	643	643
Zona San Fernandito	10	1,512	629
Zona Dadelso	11	902	902
Zona Playa	12	445	445
Zonas de Inundación	13	1,772	1,772
		<hr/>	<hr/>
	TOTAL:	10,505	7,751



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

del río que son pedregosos.

La salinidad del agua del freático es de aproximadamente 5 mmhos/cm a 25°C. La profundidad de la napa freática en la zona varía entre 0.4 m y 1 m.

Existe un área drenada en la Hacienda Gallinazo (Plano 3). En la zona drenada, que tiene drenes a 2 m de profundidad y un espaciamiento de 200 m se estima el valor  $K_d$  (transmisibilidad) en  $10 \text{ m}^2/\text{día}$  con un valor  $K$  de 2 m/día y profundidad del impermeable a 5 m debajo del nivel de los drenes. Se ha tomado el valor promedio de 6 m debajo del terreno como profundidad de la capa impermeable y una conductividad hidráulica promedio de 2 m/día para toda la zona.

ZONA DE HUAMANI (2). Es una pequeña zona ubicada al Nor-Este de la Ciudad de Pisco. Está encajonada entre una terraza alta (Terraza 2) y un afloramiento del Terciario. Estas dos barreras forman un embudo dificultando el paso del agua. El agua proviene de las filtraciones de las irrigaciones más altas y del exceso de riego en la zona misma. La napa freática aflora o se encuentra muy cerca de la superficie en casi toda la zona.

El área de la zona, que se encuentra totalmente afectada, tiene una extensión de 35 Ha. En esta zona el CENDRET ha hecho anteriormente un estudio de drenaje por lo que se cuenta con mayor información.

Los suelos de la zona son profundos y de textura media siendo un perfil representativo el siguiente:

<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Textura</u>
0 - 50	Fr
50 - 140	Fr L
140 - 215	Fr
215 - 280	Fr L
280 - 320 +	Fr A

El agua del freático tiene una C.E. que varía entre 4 y 16 mmhos/cm a 25°C.

La conductividad hidráulica medida varía entre 1 y 2 m/día. La profundidad de la capa impermeable se estima que es de 3.5 m.

ZONA PACHINGA (3). Se encuentra ubicada al lado Sur del camino que une la Carretera Panamericana con la Ciudad de Risco y a lo largo de esta. En el límite Oeste, con la Zona San Andrés (9), existen afloramientos impermeables que hacen difícil la evacuación de los excesos de agua.

La topografía de la zona es irregular debido a depósitos eólicos estabilizados que forman hondonadas o depresiones donde se localizan los problemas de drenaje y salinidad.

El área de la zona es de 328 Ha totalmente afectadas con problemas de salinidad y drenaje. Los suelos son mayormente de textura gruesa. A continuación se presenta un perfil representativo:

<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Textura</u>
0 - 30	A Fr
30 - 200 +	A media. Moteaduras de Fe desde 50 cm

La conductividad eléctrica del agua del freático es menor de 2 mmhos/cm a 25°C. Esto indica que la fuente de abastecimiento es agua no salinizada. De acuerdo al análisis de las características geológicas y geomorfológicas de la margen izquierda (Capítulo 2), estas aguas provienen de filtraciones que escurren por un antiguo cauce, actualmente subterráneo, del Río Pisco.

La napa freática se encuentra entre 0.3 y 1 m de profundidad. Se estima que la capa impermeable está a un promedio de 4 m. La conductividad hidráulica se calculó en 2 m/día.

ZONA SAN EMILIO (4). Se encuentra ubicada en la parte central de la margen derecha del Río Pisco.

La topografía de la zona es mayormente plana. Tiene una extensión de 1130 Ha, de las cuales 798 Ha se encuentran afectadas por salinidad y mal drenaje.

El área restante tiene solo problemas de salinidad, debido al uso de agua de riego de mala calidad, no observándose problemas de drenaje.

La C.E. del agua del freático es de 14 mmhos/cm a 25°C. La napa freática se encuentra en algunos lugares a 1 m de profundidad.

Los problemas de drenaje se originan por las filtraciones pro

venientes de la Zona de San Fernandito (10) y las pérdidas locales de agua.

En la parte Norte, la capa impermeable está compuesta por el caliche de la Terraza 3. En la parte Sur, la capa impermeable está compuesta por los elementos margosos de la Terraza 2. Se estima la profundidad promedio del impermeable en 4 m.

ZONA MANRIQUE (5). Se encuentra localizada en la margen derecha del Valle y en su parte Contral-Este.

La zona es bastante plana con ligeras depresiones. Su superficie de 528 Ha está totalmente afectada con problemas de drenaje y salinidad.

En esta zona se cuenta con mayor cantidad de información debido a que el CENDRET hizo un estudio de drenaje anteriormente.

Los suelos tienen una capa superficial de 0.6 a 1 m con textura Fr á A Fr. El subsuolo está conformado por A y grava.

La salinidad de los suelos medida en el extracto de saturación varía con la profundidad. En la capa de 0 a 20 cm la salinidad es muy alta con valores promedio de C.E. de 50 mmhos/cm a 25°C. En la capa de 30 a 40 cm la C.E. varía de 5 a 10 mmhos/cm a 25°C.

La napa freática está a una profundidad menor de 1 m y aflora en gran parte de la superficie de la zona. En el transcurso del tiempo la napa ha ido subiendo alimentada por las filtraciones de la Irrigación "Cabeza de Toro".

La conductividad hidráulica de la zona varía entre 0.6 y 8.6 m/día, con un valor promedio de 4 m/día. La capa impermeable, posiblemente compuesta por sedimentos lacustres que integran la Terraza 2, se estima que está a 4 m de profundidad. En la parte Oeste de la zona la capa impermeable se encuentra en algunos lugares en la superficie, dificultando la evacuación de las aguas.

ZONA SAN JUAN (6). Esta zona actualmente tiene en general pocos problemas de drenaje y salinidad evidente, pero se prevee que, por las filtraciones de la Irrigación "Cabeza de Toro", los problemas en esta zona se pueden agravar.

A la fecha se notan problemas en los alrededores del Pueblo In dependencia y las zonas más bajas cubriendo un total de 126 Ha.

ZONAS AISLADAS - MARGEN IZQUIERDA (7). Son pequeñas zonas aisladas con problemas de drenaje y/o salinidad originados principalmente por el abandono temporal de los suelos. La superficie total de suelos afectados es de 314 Ha.

El grado de afectación de cada zona no ha sido evaluado. Es muy variable y cada caso debe ser analizado en forma particular mediante un estudio de mayor detalle.

ZONAS DE DUNAS (8). Se encuentran localizadas en las partes más altas de la margen izquierda del Valle que se ha evaluado como Terraza 2 y antiguo cauce del río Pisco. La zona en general, se encuentra cubierta de dunas.

En aquellas zonas donde las dunas no han cubierto las tierras se encuentran pequeñas irrigaciones. El agua de riego proviene del actual cauce del río Pisco. El agua del freático tiene una conductividad eléctrica menor a 2 mmhos/cm a 25°C, y la napa freática se encuentra en o cerca de la superficie. La extensión de suelos afectados por mal drenaje es de 237 Ha.

ZONA DE SAN ANDRES (9). Se encuentra ubicada al Sur de la Ciudad de Pisco, extendiéndose hasta el Pueblo de San Andrés. En su lado Este existen afloramientos calcáreos que limitan la zona.

El área de la zona es de 643 Ha. El total se encuentra afectado con problemas de salinidad y mal drenaje.

Tiene suelos de textura gruesa y de poca profundidad. El subsuelo es gravoso y en algunos lugares se nota la presencia de un estrato calcáreo (presumiblemente la Terraza 2).

La salinidad del agua del freático es media, de alrededor de 5 mmhos/cm a 25°C. La napa freática está a una profundidad variable de 0.4 a 1 m.

La conductividad hidráulica se estima entre 3 ó 4 m/día para las partes con subsuelo gravoso. En lugares con subsuelo calcáreo o con "caliche", la conductividad es muy baja con valores inferiores a 0.5 m/día.

La capa impermeable se encuentra a un promedio estimado de 4 m de profundidad con excepción de aquellas zonas donde hay estratos impermeables más cerca de la superficie.



ZONA DE SAN FERNANDITO (10). Se encuentra ubicada en la margen derecha del río Pisco, en el extremo Nor-Oeste de la Irrigación Cabeza de Toro.

La superficie del área es ondulante. La zona tiene una extensión de 1,512 Ha, de las cuales 629 Ha se encuentran afectadas con problemas de salinidad y mal drenaje.

Los suelos de esta zona son poco profundos y pedregosos. Tienen como origen de formación conos de deyección. Los conos de deyección se encuentran en esta parte por encima de la Terraza 3 que es fuertemente salina.

La salinidad del agua del freático es alta con C.E. que varía de 12 a 16 mmhos/cm a 25°C. La profundidad de la napa varía entre el nivel de la superficie y 0.8 m.

La capa impermeable es un "caliche" que se encuentra a poca profundidad en la Terraza 3. Su profundidad, con respecto al nivel de la superficie, varía según el espesor del cono de deyección que se encuentra recubriendo dicha terraza. Se estima su profundidad -- promedio en 4 m.

El agua del subsuelo proviene de las filtraciones y de las recargas ocasionadas por el agua de cola de la Irrigación Cabeza de Toro. La salinidad alta del agua se debe a que el agua de filtraciones se encuentra en contacto con la Terraza 3, disolviendo y transportando las sales de esta Terraza.

ZONA DADELSD (11). Se encuentra ubicada en la margen derecha del río al Este de la Carretera Panamericana, a lo largo de la cual hay una falla geológica. Se caracteriza por tener lagunas, totorales y grama salada.

Toda la zona pertenece geológicamente a la Terraza 3. Los suelos son mayormente ligeros con un "caliche" impermeable a poca profundidad.

La extensión del área es de 902 Ha totalmente afectada con problemas de salinidad y mal drenaje. La salinidad del agua del freático es muy alta. Los valores de C.E. son mayores de 60 mmhos/cm a 25°C. La profundidad de la napa freática varía entre 1 m y la superficie.

La salinidad del agua se explica debido a que la napa alimentada por filtraciones salinas de la Zona San Fernandito se saliniza aún más al escurrir sobre la Terraza 3. Estas filtraciones se encuentran represadas por la falla geológica no teniendo así salida al mar.

ZONA PLAYA (12). Se encuentra ubicada en la parte baja del Valle, en la margen derecha del río y colindante con el Océano Pacífico. Limita al Este con afloramientos del Terciario. Al Norte se prolonga hasta el Valle de Chíncha.

La topografía es plana, considerándose como una playa marina elevada. El área de la zona es de 445 Ha, totalmente afectadas con problemas de mal drenaje y salinidad.

Los suelos de la zona son de textura media y poco profundos. Un perfil representativo es el siguiente:

<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Textura</u>
0 - 50	Fr á Fr A
50 +	A con capas de Fr L

En la parte Sur de la zona hay suelos de textura media algo más profundos.

El agua freática tiene una C.E. mayor de 5 mmhos/cm a 25°C. La profundidad de la napa freática es menor de 1 m.

ZONAS DE INUNDACION (13). Estas zonas se encuentran a lo largo del río en sus márgenes derecha e izquierda. Tienen una superficie total de aproximadamente 1772 Ha.

Los suelos de estas zonas son en su mayoría de baja productividad con una capa arable de poco espesor.

La napa freática fluctúa con el nivel del agua del río. Es una zona sujeta a posibles inundaciones en épocas de avenidas.

#### 4. JUSTIFICACION DE RECUPERACION

A nivel de reconocimiento es arriesgado justificar o no la recuperación de zonas afectadas mediante obras de drenaje, debido a la poca profundidad del estudio y los escasos elementos de juicio disponibles. Sin embargo, se ha hecho un breve análisis de las posibilidades de recuperar las zonas (Cuadro 2). El resultado de este análisis está basado en:

- Características físicas de los suelos y aptitud agrícola antes y después de la recuperación.
- Grado y tipo de afectación por salinidad y mal drenaje.
- Posibilidades de evacuación del exceso de agua.
- Disponibilidad de agua para su recuperación.
- Requerimientos de drenaje (Ver Apéndice).

De las observaciones presentadas en el Cuadro 2 se estima que 7 de las 13 zonas justifican mayores estudios que en orden de importancia son: Zona Pisco (1), Zona Huamán (2), Zona Pachinga (3), Zona San Emilio (4), Zona Manrique (5), Zona San Juan (6) y Otras Zonas Margen Izquierda (7). Las 5 primeras zonas tienen un área total de 2,683 Ha afectadas. Las 2 restantes cubren 440 Ha. En la zona San Juan (6) se requirieron principalmente estudios preventivos. Las Otras Zonas - Margen Izquierda (7) se incluyen por no haber sido analizadas en este estudio a nivel de reconocimiento.

Los estudios más detallados de drenaje que se hagan en el Valle deben efectuarse en función de una reestructuración del sistema de riego.

##### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A. De las 18,383 Ha estudiadas del Valle de Pisco, se ha encontrado que 7,751 Ha se encuentran afectadas en mayor o menor grado con problemas de drenaje y salinidad. De éstas, 2,683 Ha merecen mayores estudios debido a que tienen suelos agrícolas que presentan mejores condiciones de recuperación y 440 Ha merecen estudios de prevención de salinización y análisis más detallados.
- B. Los graves problemas de drenaje del Valle de Pisco, son causados básicamente por condiciones geológicas y geomorfológicas -- particulares de esta zona.
- C. Para el diseño del sistema de drenaje debe verse con detenimiento los problemas de evacuación de los drenes troncales. Existen dos alternativas: la primera, evacuar el agua hacia el mar y la segunda, evacuarla hacia el río Pisco. La elección de una de ellas depende de la ubicación de las tomas de agua para el riego en el Valle. No se deben evacuar los drenes troncales río

arriba en una toma.

- D. Todo diseño de un sistema de drenaje en el Valle debe hacerse - conjuntamente con un nuevo diseño de sistema de riego.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



## A P E N D I C E

### ESTIMADO DE LOS REQUERIMIENTOS DE DRENAJE

#### Generalidades

Los requerimientos de drenaje se dan como un estimado previo a los cálculos a ser hechos en un estudio de mayor profundidad.

El estimado de los requerimientos de drenaje se han hecho sólo para las zonas afectadas que se consideran tienen posibilidades favorables de recuperación. Estas zonas son las siguientes:

- Zona Pisco (1)
- Zona Huamaní (2)
- Zona Pachínga (3)
- Zona San Emilio (4)
- Zona Manrique (5)

En el diseño de un sistema de drenaje se consideran básicamente los drenes troncales, colectores y de campo. Los drenes troncales sirven para evacuar los excesos de agua, de una zona afectada, hacia el mar o río. Los drenes colectores recogen las aguas de los drenes de campo. El drenaje de campo, abierto o subterráneo, sirve para bajar el nivel de la napa freática, disminuir el ascenso capilar y la salinización y hacer posible la recuperación de las tierras.

#### Drenaje de Campo

El drenaje de campo consiste en drenes contruidos a un espaciamiento y profundidad tales que permitan mantener la napa freática por debajo de las raíces de las plantas a cultivarse.

El cálculo de espaciamiento de drenes (L) se ha hecho utilizando la fórmula de Hooghoudt, para lo cual fue necesario evaluar cada uno de los elementos de diseño:

- La descarga normativa (R)
- La profundidad permisible de la napa freática
- La profundidad de la capa impermeable
- La profundidad de los drenes
- La conductividad hidráulica (K) del subsuelo

La descarga normativa (R) se ha calculado considerando las pérdidas de agua por mala eficiencia de riego en la zona misma y la descarga por filtraciones de zonas más altas. Para cada una de las zonas se ha considerado la pérdida por mala eficiencia de riego como de 2 mm/día.

Para la Zona de Pisco (1) se ha considerado además, una recarga por filtraciones de 1 mm/día.

Para la Zona de Huamaní (2), se ha estimado una recarga por filtraciones de 4 mm/día. Este alto valor se debe a que la zona está encajonada, acumulando gran cantidad de agua.

Para la Zona Pachinga (3), se ha estimado una recarga por filtraciones de 2 mm/día. Esta recarga por filtraciones proviene principalmente de la zona alta de la margen izquierda del río Pisco.

Para la Zona de San Emilio (4), que se encuentra adyacente a la Irrigación "Cabeza de Toro", se ha considerado una recarga por filtraciones de 2 mm/día, debido a que en esta zona la napa freática no aflora a la superficie como en el caso de la Zona Manrique.

Para la Zona de Manrique (5) se ha considerado una recarga de 4 mm/día debido a que la napa freática aflora en varios sitios en la superficie.

La profundidad permisible de la napa freática se ha considerado para todas las zonas como de 1.2 m que es un valor promedio requerido para evitar un proceso de salinización por ascenso capilar con una adecuada frecuencia de riego. La profundidad de los drenes de campo se ha considerado para todas las zonas en 1.8 m. La profundidad de la capa impermeable para las zonas de Padinga (3), San Emilio (4) y Manrique (5), se ha considerado en 4 m. Para la Zona de Huamaní (2) se ha considerado en 3.5 m y para la Zona de Pisco (1) en 6 m.

### Sistema de Evacuación

En el sistema de evacuación se consideran los drenes colectores y los drenes troncales.

Los drenes colectores sirven para recibir las aguas de los drenes de campo y conducirlos hacia los drenes troncales. En su diseño deben considerarse los siguientes puntos:

- a. Dar la suficiente profundidad que permita las salidas libres del agua de los drenes de campo y facilite su mantenimiento. Esta profundidad se estima para el Valle de Pisco en 2.5 m como promedio.
- b. El espaciamiento de los drenes colectores se estima en 500 m, considerando una longitud de drenes de campo de 250 m por razones de mantenimiento.

Los drenes troncales sirven para evacuar el agua proveniente de los drenes colectores hacia un punto donde no sea perjudicial, que es generalmente el mar o un cauce natural.

En el diseño del sistema de evacuación se deben considerar -- los siguientes puntos:

- c. Se requiere un plano topográfico con curvas de nivel cada 50 cm y un plano catastral que permita orientar los drenes de acuerdo a las pendientes y límites de propiedad hasta donde sea posible.
- d. Al diseñar un dren troncal se debe tener presente las salidas o puntos de evacuación del agua de éstos hacia el mar o río. Hacia el mar hay que tener presente los problemas de empedramientos que obstruyen las salidas. Hacia el río, hay que evitar evacuar agua salina en las partes altas antes de las tomas de captación de agua para el riego.

En el Valle de Pisco se han considerado varios factores para estimar los requerimientos de drenes troncales y colectores en cada zona.

Para la Zona Pisco (1) y Huamaní (2) la longitud de drenes -- troncales y/o colectores se considera en 25 y 30 m/Ha respectivamente, debido a que la evacuación se puede hacer hacia el mar.

Para la Zona de Pachanga (3), la longitud de drenes troncales y colectores se estima en 40 m/Ha debido a que para evacuar el agua hacia el mar debe atravesarse la Zona de San Andrés.

Para las Zonas de San Emilio y Manrique, existen dos alternativas: La primera consiste en construir drenes troncales hacia el Río Pisco que tiene la desventaja de salinizar el agua del río. Esta alternativa puede ser aceptada únicamente si la última toma de

agua para riego se encuentra río arriba de las desembocaduras del dren troncal. La segunda alternativa consiste en construir un dren troncal a lo largo de la margen derecha del río Pisco hasta desembocar en el mar, o en el río más abajo del Puente Huamaní.

Para estas zonas se ha considerado desembocar los drenes troncales en el río Pisco debido a que la ONERN va a recomendar que las tomas de agua para riego se hagan más arriba de estas desembocaduras. En este caso se ha considerado una longitud de drenes troncales y colectores de 35 m/Ha.

El Cuadro 4 presenta las estimaciones de espaciamento y longitud de drenes de campo y longitud de drenes colectores y troncales.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





CUADRO 2

## JUSTIFICACION DE MAYORES ESTUDIOS PARA LA RECUPERACION DE LAS ZONAS AFECTADAS

NOMBRE DE LA ZONA	JUSTIFICACION DE MAYORES ESTUDIOS	OBSERVACIONES
Zona Pisco (1)	SI	Tiene en general suelos profundos con buena aptitud de riego una vez recuperados. La evacuación de los excesos de agua es factible. Tiene drenes en funcionamiento que aparentemente dan buenos resultados.
Zona Huamaní (2)	SI	Tiene suelos profundos con buena aptitud de riego una vez recuperados. Asimismo, tiene facilidad de evacuación de los excesos de agua. Existen algunos drenes en funcionamiento. El estimado de espaciamiento de drenes de campo poco distanciados puede ser una limitación económica para la recuperación de la zona (Ver Apéndice)
Zona Pachinga (3)	SI	Tiene suelos de regular aptitud para el riego. Presenta dificultades de evacuación que requieren mayores estudios.
Zona San Emilio (4)	SI	Tiene suelos que una vez recuperados tendrán regular aptitud para el riego. Para su recuperación se requiere además de drenaje, agua de riego de buena calidad.
Zona Manrique (5)	SI	Tiene suelos que una vez recuperados tendrán regular aptitud para el riego. Están gravemente afectados con problemas de salinidad y mal drenaje, pero puede ser factible su recuperación.

Cont. Cuadro 2

NOMBRE DE LA ZONA	JUSTIFICACION DE MAYORES ESTUDIOS	OBSERVACIONES
Zona San Juan (6)	SI	Tiene suelos de regular aptitud para el riego. Justifica mayores estudios, principalmente para prevenir una salinización progresiva causada por las filtraciones de la Zona Manrique e Irrigación Cabeza de Toro
Otras Zonas, M.I. (7)	SI	Son zonas aisladas con problemas variables de afectación. Requieren estudios específicos para cada zona.
Zonas de Dunas (8)	NO	Son zonas muy pequeñas y aisladas en la margen izquierda. Su recuperación sería muy costosa debido a las dificultades de evacuación.
Zona San Andrés (9)	NO	Tienen suelos arenosos de baja aptitud para el riego y alta salinidad.
Zona San Fernandito (10)	NO	Tiene suelos de baja aptitud para el riego localizados sobre un terreno salino.
Zona Dadelso (11)	NO	Tiene suelos no aptos para el riego. Es una zona con graves problemas de salinidad y drenaje. Tiene graves problemas de evacuación.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Cont. Cuadro 2

NOMBRE DE LA ZONA	JUSTIFICACION DE MAYORES ESTUDIOS	OBSERVACIONES
Zona Playa (12)	NO	Tiene suelos arenosos de baja aptitud para el riego en su mayoría.
Zona Inundación (13)	NO	Tiene en general suelos de regular aptitud para el riego. Los problemas de drenaje son originados por las fluctuaciones en el nivel del río y además la zona está sujeta a frecuentes inundaciones en época de avenidas.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

CUADRO 3

ESTIMADO DE REQUERIMIENTOS DE DRENAJE Y CALCULO DE ESPACIAMIENTO DE DRENES

Z O N A	D A T O S			D E		L A S		Z O N A S	
	R mm/día	Profundidad capa imper- meable (m)	Profun- didad dren	K m/día	Profundidad napa permisible	Espaciamiento (L) *			
PISCO (1)	3	6	1.80	2	1.20	110			
HUAMANI (2)	6	3.5	1.80	1	1.20	40			
PACHINGA (3)	4	4	1.80	2	1.20	70			
SAN EMILIO (4)	4	4	1.80	4	1.20	100			
MANRIQUE (5)	6	4	1.80	4	1.20	80			

\* Según la Fórmula de Hooghoudt, Abacos de Boumans (CENDRET - III Curso de Drenaje - 1969)

Fórmula de Hooghoudt:

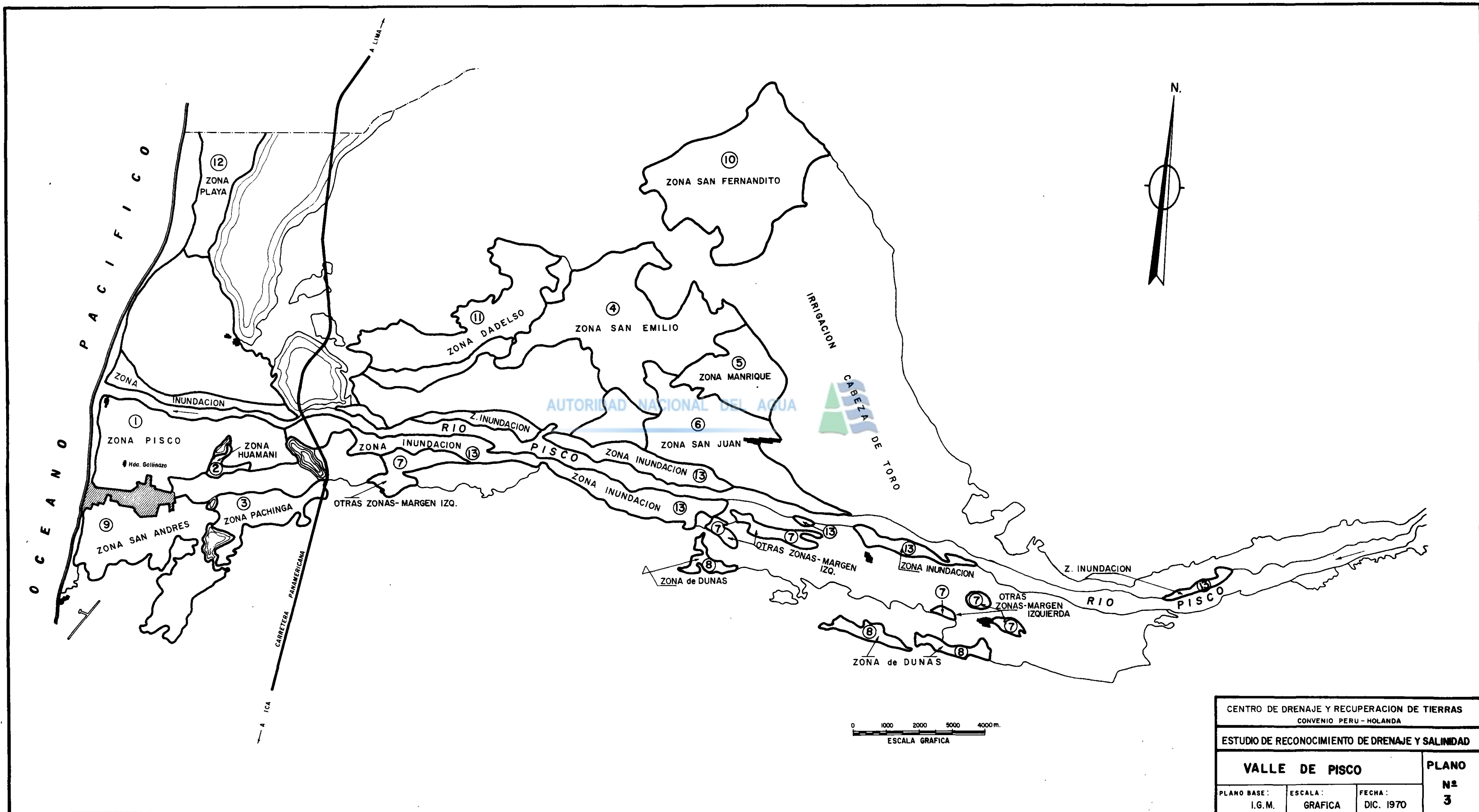
$$L^2 = \frac{BK d \Delta h + 4K \Delta h^2}{R}$$

CUADRO 4

ESPACIAMIENTO Y LONGITUD DE DRENES DE CAMPO, DRENES COLECTORES Y DRENES TRONCALES

Z O N A	Area (Ha)	Espaciamiento drenes de campo (m)	L/Ha Drenes de campo (m)	L/Ha Drenes Colectores (m)	Total Drenes de Campo (m)	Total Drenes Colocadores y Troncales <sup>1/</sup> (m)
PISCO (1)	994	110	91	25	90,454	24,850
HUAMANI (2)	35	40	250	30	8,750	1,050
PACHINGA (3)	328	70	143	40	46,904	13,120
SAN EMILIO (4)	798	100	100	35	79,800	27,930
MANRIQUE (5)	528	80	125	35	66,000	18,480
TOTAL: 2,683 Ha					291,908	85,430

<sup>1/</sup> Las Zonas San Juan (6) y Zonas Aisladas de la Margen Izquierda (7) no están incluidas por falta de datos.



C.S.S.

CENTRO DE DRENAJE Y RECUPERACION DE TIERRAS CONVENIO PERU - HOLANDA		
ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE DRENAJE Y SALINIDAD		
VALLE DE PISCO		PLANO Nº 3
PLANO BASE: I.G.M.	ESCALA: GRAFICA	FECHA: DIC. 1970



INVENTARIO DE BIENES CULTURALES



11891

2008

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

