



Municipalidad Distrital de Olmos  
Proyecto Especial Olmos Tinajones - PEOT



## Volumen I



# Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Olmos

## *Presentación*

El Ordenamiento Territorial es una política de Estado, siendo un proceso político y técnico administrativo de toma de decisiones concertadas entre los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, orientadas a la ocupación ordenada, uso sostenible del territorio y el desarrollo físico espacial sobre la base de la identificación de potencialidades y limitaciones, considerando criterios ambientales, económicos, socio culturales, institucionales y geopolíticos.

El objetivo del presente documento es ofrecer una herramienta de utilidad al Gobierno Local de Olmos y a las entidades comprometidas e interesadas en la ejecución de los Planes de Ordenamiento Territorial Municipal y Regional.

En tal sentido, el presente es una herramienta de consulta y de orientación para la planificación y gestión estatal, que contiene líneas básicas de acción de carácter conceptual y metodológico, resultantes de un proceso concertado con la sociedad civil organizada y población en general del distrito de Olmos, interesados en el crecimiento ordenado haciendo uso racional de los recursos naturales.

Este documento incluye los aportes recibidos de las entidades públicas y privadas de la Región Lambayeque, de los especialistas en el tema, de la población urbana y rural del distrito de Olmos que participaron en los 42 Talleres Informativos llevados a cabo en todo el territorio del distrito. Así mismo incluye las disposiciones legales en torno al Ordenamiento Territorial, el desarrollo municipal y las herramientas metodológicas básicas pertinentes.

En la elaboración de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial, se han considerado los lineamientos de la normatividad nacional afines y las experiencias en otras regiones del país y extranjeras; participando en dicha labor un equipo multidisciplinario de especialistas.

## **EQUIPO DE PROFESIONALES PARTICIPANTES EN LA ELABORACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

1. Arq. CARMEN VILLALOBOS TELLO, especialista en Urbanismo, con Diplomado en Ordenamiento Territorial, extendido por la Universidad Alicante de España y la UNPRG.
2. Ing. DAMIAN VASQUEZ BERNAL, Ingeniero Hidrotécnico e Ingeniero Civil, Master en Ciencias técnico-agrícolas.
3. Ing. EDUARDO WILLIS ARAUJO, Ingeniero Mecánico Eléctrico e Ingeniero Civil.
4. Ing. RUBÉN MENDOZA SAMILLÁN, Ingeniero Civil, especialista en carreteras.
5. Ing. DAVID RONCAL MIÑANO, Ingeniero Agrícola, con Diplomado en Economía Agrícola.
6. Ing. ANTONIO PUELLES RAMIREZ, Ingeniero Agrícola, especialista en costos y presupuestos.
7. Ing. EDUARDO MERA ALCANTARA, Ingeniero Agrícola, con diplomado en Gestión de Recursos Hídricos.
8. Ing. MARCO TELLO HUAQUISTO, Ingeniero Agrícola, especialista en mapas temáticos.
9. Ing. JULIANA ISABEL ACCINELLI OLIVA, Ingeniera Agrícola, Especialista en Tecnología de Riego y Desarrollo Rural.
10. Ing. JORGE CASTAÑEDA BARBA, Ingeniero Agrónomo, Especialista en Medio Ambiente, Master en Ciencias Ambientales.
11. Lic. MILTON GAMARRA RODRIGUEZ, Licenciado en Sociología, especialista en Desarrollo Rural.
12. Lic. PRISCILLA SOLORZANO LARREATEGUI, Licenciada en Sociología.
13. Econ. JESUS ARANDA CARITA, Economista con Post Grado en Ejecución de Programas y Proyectos de Desarrollo Regional.
14. Abog. ALADINO ROJAS CUSMA, especialista en Derecho Rural.
15. Lic. Jorge Olazábal, Licenciado en Sociología, encargado de la Unidad de Ordenamiento Territorial de la Municipalidad Distrital de Olmos.

16. Pedro Mío Chunga; Coordinador Técnico por parte de la Municipalidad Distrital de Olmos
17. APOYO de considerable grupo de practicantes en las especialidades de: Ingeniería Agrícola, Civil, Arquitectura, Sociología, Economía, Derecho y Ciencias de la Comunicación.
18. Aportes recibidos de experimentados especialistas de otras entidades públicas y privadas como son:

Municipalidad Provincial de Lambayeque, Gerencia de Planificación, Presupuesto y Ordenamiento Territorial del Gobierno Regional de Lambayeque, Gerencia de Recursos Naturales del GRL, Dirección Regional de Agricultura, Dirección Regional de Energía y Minas, Dirección Regional de Turismo, Dirección Regional de Producción, Dirección Regional de Salud, Colegio de Arquitectos, INRENA, INIA, CICAP, CES Solidaridad, entre otras.

## **INDICE DE CONTENIDO**

### **PRESENTACION**

### **EQUIPO DE PARTICIPANTES**

### **INDICE DE CONTENIDO**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. ANTECEDENTES   | 2         |
| 1.2. MARCO CONCEPTUAL DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL  | 3         |
| 1.2.1. La Zonificación Ecológica Económica (ZEE)  | 4         |
| 1.2.2. Propuesta de Ordenamiento Territorial  | 4         |
| 1.2.3. Instrumentos de política de implementación y gestión del<br>Plan de Ordenamiento Territorial | 6         |
| 1.3. MARCO LEGAL  | 8         |
| <b>CAPITULO II: OBJETIVOS</b>   | <b>9</b>  |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL   | 10        |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS  | 10        |
| <b>CAPITULO III: METODOLOGIA</b>  | <b>12</b> |
| 3.1. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE LA METODOLOGIA  | 13        |
| 3.2. SECUENCIA DE PASOS METODOLOGICOS   | 13        |
| <b>CAPITULO IV: DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA</b>  | <b>15</b> |
| 4.1. UBICACIÓN  | 16        |
| 4.1.1. Localización y características generales del departamento<br>Lambayeque                      | 16        |
| 4.1.2. Distrito de Olmos  | 18        |
| 4.2. ASPECTOS FISICOS, AMBIENTALES Y RECURSOS NATURALES   | 20        |
| 4.2.1. Geología   | 20        |
| 4.2.2. Geomorfología  | 45        |
| 4.2.3. Condiciones hidrogeológicas  | 52        |
| 4.2.4. Condiciones edafológicas   | 66        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.2.5. Fisiografía   | 101        |
| 4.2.6. Hidrografía   | 102        |
| 4.2.7. Climatología  | 105        |
| 4.2.8. Ecología  | 109        |
| 4.3. ASPECTOS SOCIO CULTURALES   | 113        |
| 4.3.1. Características socio culturales de la población                                    | 113        |
| 4.3.2. Estructura demográfica  | 118        |
| 4.3.3. Organización social   | 120        |
| 4.4. ASPECTO SOCIO ECONOMICO   | 125        |
| 4.4.1. Consideraciones generales   | 125        |
| 4.4.2. Actividades económicas productivas  | 128        |
| <b>CAPITULO V: INFRAESTRUCTURA ACTUAL</b>  | <b>144</b> |
| 5.1. INFRAESTRUCTURA VIAL  | 145        |
| 5.1.1. Caminos de herradura  | 145        |
| 5.1.2. Trochas carrozables   | 145        |
| 5.1.3. Carretera asfaltada   | 146        |
| 5.2. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO  | 147        |
| 5.2.1. Sector de Riego Olmos   | 148        |
| 5.3. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS  | 151        |
| 5.3.1. Energía eléctrica   | 151        |
| 5.3.2. Agua y desagüe  | 151        |
| 5.4. INFRAESTRUCTURA DE SALUD  | 151        |
| 5.5. INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA   | 153        |
| 5.6. INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDA   | 158        |
| 5.7. INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACION   | 159        |
| 5.7.1. Radio y televisión  | 159        |
| 5.7.2. Periódicos  | 159        |
| 5.7.3. Teléfonos   | 159        |
| 5.8. INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL  | 160        |
| <b>CAPITULO VI: MICROZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE OLMOS PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES</b> | <b>161</b> |
| 6.1. GENERALIDADES   | 162        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.2. ESTUDIO GEOTECNICO  | 162        |
| 6.2.1. Microzonificación geotécnica  | 162        |
| 6.2.2. Mapa geotécnico   | 162        |
| 6.2.3. Peligro sísmico regional  | 164        |
| 6.2.4. Peligro sísmico local   | 167        |
| 6.3. MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS   | 168        |
| 6.3.1. Recorridos predominantes de aguas pluviales                                 | 168        |
| 6.3.2. Acequias y drenes locales   | 168        |
| 6.3.3. Peligros por inundación   | 169        |
| 6.4. FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO – CLIMÁTICOS                                    | 171        |
| 6.4.1. Zonas de probable licuación   | 171        |
| 6.4.2. Zonas con problemas de expansión de suelos                                  | 172        |
| 6.5. SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE OLMOS                                     | 172        |
| 6.5.1. Situación del recurso suelo   | 172        |
| 6.5.2. Situación del agua  | 173        |
| 6.5.3. Situación del Aire  | 173        |
| 6.6. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA URBANA  | 174        |
| 6.6.1. Uso actual del suelo y su problemática                                      | 174        |
| 6.6.2. Características de la estructuración urbana                                 | 176        |
| 6.7. MICROZONIFICACION DE PELIGROS, VULNERABILIDAD, RIESGOS Y SECTORES<br>CRÍTICOS | 177        |
| 6.7.1. Mapa de micro zonificación de peligros                                      | 177        |
| 6.8. EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD                                  | 181        |
| 6.9. EVALUACIÓN DE RIESGO  | 181        |
| 6.9.1. Escenario de riesgo ante fenómeno de origen geológico<br>- climático.       | 182        |
| 6.9.2. Escenario de riesgo ante fenómeno de origen climático.                      | 183        |
| <b>CAPITULO VII: PLAN BASE DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL</b>                         | <b>186</b> |
| 7.1. VISION DE DESARROLLO  | 187        |
| 7.2. CRITERIOS PARA FORMULAR EL PLAN BASE DE ORDENAMIENTO<br>TERRITORIAL           | 187        |
| 7.3. ORDENAMIENTO TERRITORIAL: IMAGEN OBJETIVO A LARGO<br>PLAZO                    | 188        |

|   |            |
|---|------------|
| 7.4. ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA                 | 189        |
| 7.4.1. Alcance conceptual                             | 189        |
| 7.4.2. Finalidad de la ZEE                            | 189        |
| 7.4.3. Objetivos de la ZEE                            | 189        |
| 7.5. ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA – PROPUESTA     | 190        |
| 7.5.1. Zona de productivas                            | 191        |
| 7.5.2. Zona de protección y conservación ecológica    | 198        |
| 7.5.3. Zona de tratamiento especial                   | 203        |
| 7.5.4. Zona urbana industrial                         | 207        |
| <br>  |            |
| <b>CAPITULO VIII: INFRAESTRUCTURA PROPUESTA</b>       | <b>210</b> |
| 8.1. NUEVOS CENTROS URBANOS                           | 211        |
| 8.2. INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA                       | 212        |
| 8.2.1 . Infraestructura de transporte                 | 212        |
| 8.2.2. Infraestructura energética                     | 214        |
| 8.2.3. Infraestructura de riego                       | 215        |
| 8.3. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS                     | 215        |
| 8.3.1. Infraestructura de saneamiento: agua y desagüe | 215        |
| 8.3.2. Infraestructura de salud                       | 216        |
| 8.3.3 . Infraestructura Educativa                     | 217        |
| 8.3.4 . Infraestructura Turística                     | 217        |

**BIBLIOGRAFIA**

# Capítulo I

## ASPECTOS GENERALES

## **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES**

El Ordenamiento Territorial es un instrumento básico del planeamiento físico y económico del territorio, para poder realizar una mejor gestión en cuanto a la distribución del territorio, para una ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, así como para propiciar la promoción de las inversiones públicas y privadas.

El impacto positivo con la puesta en marcha del Proyecto Olmos, por la magnitud de sus objetivos y obras, permitirá el desarrollo económico de la Región Lambayeque y el norte del país, mejorando el nivel de vida de los pobladores del ámbito de influencia directo e indirecto.

La ausencia de un planteamiento para el Ordenamiento Territorial en el Distrito Olmos y con el fin de crecer ordenadamente, ha conllevado a generar e implementar un instrumento para el planeamiento físico y económico del territorio, que luego de ser discutido con los involucrados (participación ciudadana) será aprobado por el Gobierno Provincial de Lambayeque.

El Ordenamiento Territorial permitirá establecer los parámetros para un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y del territorio distrital, de acuerdo con los planes de Desarrollo Provincial y de la Región Lambayeque, para así afrontar los posibles problemas socio ambientales en la Región que podrían surgir como reacción a la realización del Proyecto Olmos - Zona de Riego, donde se desarrollará una agricultura de agroexportación.

### **1.1. ANTECEDENTES**

La Propuesta de Ordenamiento Territorial, logra dentro del marco de los principios de sostenibilidad, equidad y competitividad, de modo tal que se pueda promover el mejoramiento de las condiciones ambientales y el incremento de la calidad de vida de las comunidades vecinas al área de intervención.

Una de las herramientas fundamentales para implementar con proyectos de desarrollo es la planificación, la misma que para el caso específico de proyectos Hidroenergéticos y de Irrigación, se fundamenta en la zonificación de sus recursos, base para la formulación y diseño de proyectos, materia del presente estudio.

Como herramienta político – administrativa, la Zonificación Ecológica Económica permitirá alcanzar objetivos y metas de desarrollo, para la Municipalidad Distrital de Olmos y la Comunidad Santo Domingo de Olmos, así mismo para el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), en lo que se refiere el desarrollo ordenado.

El modelo territorial propuesto busca reflejar la capacidad de carga del ecosistema en función del análisis de las actividades programadas dentro de su ámbito, señalando una zonificación y reglamentación de usos del suelo y bases específicas para una red vial,

creación de nuevos centros poblados, plan de gestión ambiental, plan de servicios públicos y otras facultades especiales necesarias para una supervisión integral eficiente.

El proyecto de Ordenamiento Territorial ha sido concebido como instrumento para el acondicionamiento del territorio, así como para propiciar la promoción y concentración de inversiones públicas (obras de infraestructura económica y de servicios básicos) y privadas (inversiones productivas), a partir del **Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Olmos**, con mecanismos de carácter institucional, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población que habita en el área.

Para el desarrollo del estudio se ha tenido en cuenta la problemática del distrito involucrado en los aspectos económico-productivo, social, físico y de vulnerabilidad ante riesgos de desastres y medio ambiente, sus potencialidades así como el impacto de los proyectos a nivel regional y local, que incidirá en el desarrollo de los distritos al momento de estudiar y ordenar su territorio.

## **1.2. MARCO CONCEPTUAL DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

El Plan de Ordenamiento Territorial es un instrumento técnico que sienta las bases para el planeamiento físico, biológico y socioeconómico de un espacio territorial determinado y cuenta con un soporte legal e institucional; por lo tanto, constituye un documento de gestión de mediano y largo plazo, que orienta el desarrollo sostenible de la región, gobiernos provinciales o distritales y demás agentes. Su objetivo es alcanzar un modelo de ordenación y planificación del territorio de acuerdo a sus potencialidades y sus recursos naturales, a fin de optimizar su uso ambientalmente adecuado para las actividades económicas, plantear propuestas de ordenamiento, de aprovechamiento y tratamiento adecuado del uso de las tierras y otros recursos, regular o controlar usos indiscriminados y degradantes del territorio rural y urbano. Así mismo, el Plan de Ordenamiento Territorial como instrumento de gestión, permite orientar los recursos económicos (inversiones) sobre espacios territoriales específicos, también facilita la integración económica y territorial.

De esta manera, el Plan de Ordenamiento Territorial, facilita el trabajo de los actores públicos y privados bajo el enfoque del desarrollo territorial sostenible y equilibrado a favor del conjunto de la población, especialmente a las poblaciones más vulnerables, otorgando un énfasis especial en el uso racional y sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente en general.

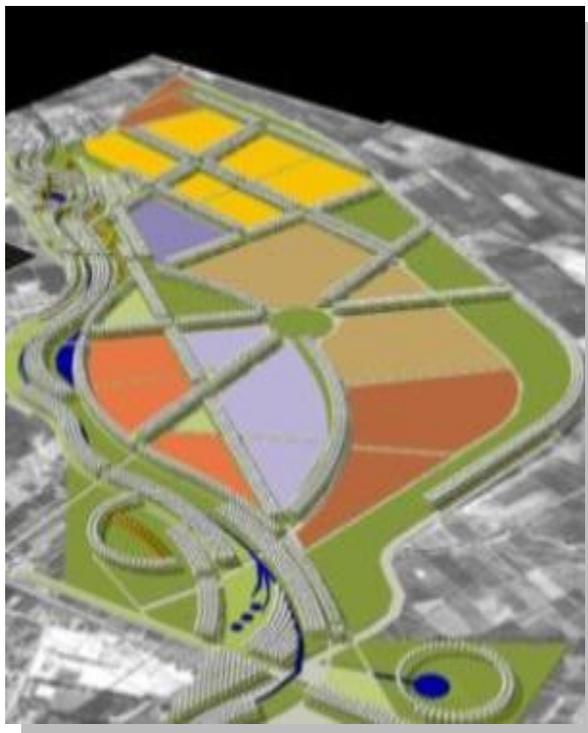
En síntesis, el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Olmos, viene a ser un instrumento de planificación de carácter técnico, político y administrativo, con el cual se busca configurar, una organización de la ocupación, uso y aprovechamiento de un espacio

territorial, ecológico, económico y social, en función de sus potencialidades y limitaciones, tratando de satisfacer en forma óptima las aspiraciones de la población y los objetivos del desarrollo sostenible. Se concretiza en la gestión de programas y proyectos que expresan un modelo territorial que la sociedad percibe como deseable y se plantean las estrategias y la institucionalidad a adoptarse para lograr los objetivos previstos.

Los componentes principales del Plan de Ordenamiento Territorial, son tres:

### **1.2.1. LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA (ZEE)**

Es una herramienta técnica de evaluación y análisis, base para el Ordenamiento Territorial, que permite identificar las potencialidades y limitaciones de los diferentes espacios del territorio, como también las distintas alternativas de uso sostenible (actividades agrícolas, forestales, mineras, pesqueras, etc). La ZEE, al proporcionar esta información actualizada e integrada del territorio (aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos), nos abre un abanico de posibilidades de uso, sin que esto tenga carácter definitivo y normativo, contribuye además al desarrollo de la competitividad, a la planificación del desarrollo territorial sostenible, facilita las negociaciones entre los gobernantes y la sociedad civil y representa un instrumento importante para una adecuada gestión del territorio, dando respuesta a interrogantes como: ¿Qué zonas poseen mayor vocación natural para actividades productivas?; ¿Qué zonas, por sus características ecológicas, son más propicias para la conservación?.



### **1.2.2 PROPUESTA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

El Ordenamiento Territorial (OT) es un proceso dinámico y participativo que contempla un conjunto de acciones orientadas a la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos. El Ordenamiento Territorial, con vista a alcanzar el desarrollo territorial sostenible, requiere de la toma de una serie de

decisiones donde, la población a través de sus diferentes formas de organización social, política, administrativa, económica, ambiental y sus propias visiones culturales del mundo, disponen, a partir del conocimiento del territorio en que viven y sus propias necesidades y prioridades, su uso adecuado; implica además, que éstas acciones sean concertadas. Estos dos aspectos son condiciones necesarias para la ocupación ordenada y uso sostenible de los recursos naturales.



La información generada en el proceso de la ZEE y OT nos sirve para armonizar las actividades económicas y la utilización de los recursos naturales con las características, cualidades y capacidades de los diferentes ecosistemas que se manifiestan dentro de un espacio geográfico determinado.

***¿Por qué hacemos OT?***

- Por la inadecuada localización de las actividades y usos del territorio
- Para que no exista anarquía en la utilización del espacio
- Por que un uso desordenado no es sostenible
- Por la distribución no equitativa de los recursos
- Por los conflictos existentes.

***¿Para qué hacemos OT?***

- Para inducir un desarrollo territorial del distrito equilibrado y sostenible
- Ubicar y reglamentar adecuadamente las actividades socioeconómicas
- Mejorar la gestión y la administración del territorio
- Mejorar las condiciones y calidad de vida de la población.

***¿Qué esperamos con el OT?***

- El control en el uso y ocupación de la tierra en el ámbito del distrito de Olmos

- La integración social, económica y geográfica
- Mejorar la productividad
- Optimizar la inversión pública y privada
- Orientar el proceso de desarrollo.

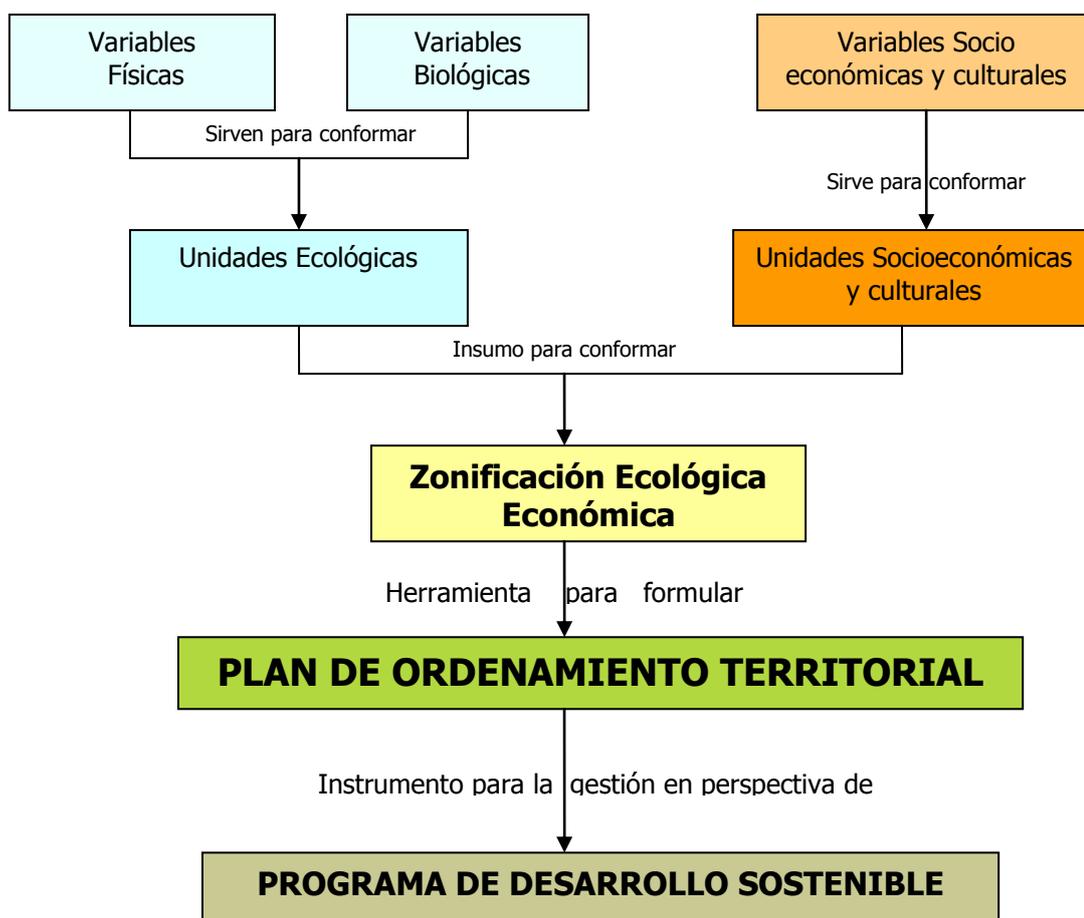
En conclusión ordenamos nuestro territorio para alcanzar el desarrollo sostenible, que dentro de la constitución política se expresa como **la modalidad de desarrollo capaz de utilizar los recursos naturales para satisfacer las necesidades de la población de esta generación y las futuras**. Eso a través de la justicia social, estabilidad política, equilibrio ecológico y crecimiento económico con equidad.

### **1.2.3 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Es la propuesta relacionada a los mecanismos para una adecuada implementación del Plan, eficiencia de la gestión, y para una orientación y promoción de la inversión pública y privada. Así mismo, prevee la generación de instrumentos legales para el uso sostenible de los recursos naturales (RR NN), para la ocupación ordenada del territorio y la amplia participación ciudadana y de las instituciones en el proceso de implementación y gestión del Plan de Ordenamiento Territorial.

Esquema Grafico N° 1.1.

### CONCEPTUALIZACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



### **1.3. MARCO LEGAL**

- A. A nivel nacional, el MINAM tiene como función establecer la política, criterios y procedimientos para el Ordenamiento Territorial Ambiental (Ley 28245)
- B. A nivel regional, la Ley N° 27867, establece como una de las funciones de los Gobiernos Regionales formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los planes y políticas en materia ambiental y de ordenamiento territorial, en concordancia con los planes de los Gobiernos Locales.
- C. A nivel local, la Ley N° 27783, establece como una de las competencias exclusivas de los gobiernos locales normar la zonificación, urbanismo, acondicionamiento territorial, y ejecutar sus planes correspondientes.
- D. Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (Ley N° 26839 del 16/07/97). La incorporación de criterios ecológicos para la conservación de la diversidad biológica en los procesos de Ordenamiento Ambiental y Territorial.
- E. El DS 045-2001-PCM, declara de interés nacional al Ordenamiento Territorial sobre la base de la ZEE.
- F. Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) aprobado por DS N° 087-2004-PCM, creación del Comité Técnico Consultivo de la ZEE y Ordenamiento territorial (OT).
- G. El 28 de Enero del 2005 fue aprobado el reglamento de la ley marco del sistema nacional de gestión ambiental mediante DS N° 008-2005-PCM, donde toman al ordenamiento ambiental como parte del ordenamiento territorial para una gestión sostenible del ambiente.
- H. En la Ley General del Ambiente 28611, aprobado en Octubre 2005, toman como instrumentos de gestión ambiental al ordenamiento territorial.
- I. Resolución Ministerial N°026-2010 – MINAM del 23 de Febrero 2010, Lineamientos de Política para el Ordenamiento Territorial.

# Capítulo III

## **METODOLOGIA**

## **CAPITULO III: METODOLOGIA**

La formulación del Plan de Ordenamiento Territorial es un proceso participativo subdividido en fases, las mismas que comprenden diversas actividades, que han requerido la aplicación y combinación de varias metodologías entre ellas el planeamiento estratégico con sus respectivas técnicas, herramientas e instrumentos operacionales.

### **Proceso de ejecución del Plan de Ordenamiento Territorial**

Dada la naturaleza del estudio y la formulación del Plan, ha sido necesario planificar el trabajo como procesos participativos que incluyen actividades concretas en cada una de las fases que se han abordado.

### **3.1. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE LA METODOLOGÍA**

- Información y estudios afines ejecutados en la zona, su sistematización y procesamiento.
- Ejecución de nuevos estudios
- Superposición de mapas y su respectivo análisis y tratamiento cartográfico para la obtención de mapas temáticos.
- Fichas de información para recopilar información básica.
- Entrevistas a actores locales.
- Mapas temáticos SIG.

### **3.2. SECUENCIA DE PASOS METODOLÓGICOS**

#### **A. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN**

- Diseño de la metodología general y preparación del plan de trabajo
- Recopilación de información
- Reconocimiento del espacio territorial por el equipo técnico y verificaciones en campo
- Coordinación e intercambio de información con los actores regionales y locales
- Difusión a la población sobre el trabajo a realizar

#### **B. CARACTERIZACION PARTICIPATIVA REGIONAL**

- Evaluación del potencial y limitaciones del territorio y sus recursos naturales y de los aspectos socioeconómicos y ambientales.
- Acción conjunta con los actores regionales y locales para identificar la problemática regional actual, las potencialidades y limitaciones, la situación socioeconómica y cultural, así como las posibles propuestas de solución.

### **C. FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

- Análisis, síntesis e integración de la información de los 4 ejes temáticos: Sistema físico ambiental, económico productivo, socio cultural y desarrollo institucional, y ocupación poblacional, infraestructura productiva y de servicios.
- Propuesta de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE).
- Identificación conjunta con los agentes regionales y locales de posibilidades de desarrollo.
- Formulación del Plan y su discusión

### **D. REVISION Y PRESENTACION FINAL DE RESULTADOS**

- Revisión de los documentos.
- Corrección y redacción del Plan de Ordenamiento Territorial
- Presentación final del Plan.
- Gestión para la aprobación del Plan por el Gobierno Provincial.

# Capítulo IV

## DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

## CAPITULO IV: DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

### 4.1. UBICACIÓN

#### 4.1.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

El departamento de Lambayeque está situado en la región norte y occidental del territorio peruano y tiene como puntos extremos las coordenadas siguientes:

**Cuadro N° 4.1.**

#### DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE: UBICACIÓN PUNTOS EXTREMOS

| ORIENTACION    | NORTE   | ESTE   | SUR   | OESTE  |
|----------------|---|--|---|--|
| Latitud Sur    | 05°28'37"   | 06°46'30"  | 07°10'27"   | 06°22'12"  |
| Longitud Oeste | 79°53'48"   | 79°07'09"  | 79°41'18"   | 80°37'24"  |
| Lugar          | Punto en el C° El Duque, cerca a las nacientes de las Odas. El Salado y El Duque. | C° Colpayaco, entre los CC.PP. La Central, el Cedro, La Chapa y El Lloque. | Punta de Chérrepe en el litoral sobre el Océano Pacífico. | Cabo Verde en el litoral sobre el Océano Pacífico. |

Fuente: INEI

Sus límites son: por el Norte con el departamento de Piura; por el Este con el departamento de Cajamarca; por el Sur con el departamento de la Libertad y por el Oeste con el Océano Pacífico o Mar de Grau.

El departamento de Lambayeque tiene una superficie continental de 14213.30 Km<sup>2</sup> (1.10% del territorio nacional) en el que vive 4.1 % de la población del país. Desagregado por provincias el territorio corresponde a: Chiclayo 3161.48 Km<sup>2</sup>; Ferreñafe 1705.19 Km<sup>2</sup> y Lambayeque 9346.63 Km<sup>2</sup>.

Frente a las costas del departamento de Lambayeque se ubican las islas de Lobos de Tierra y Lobos de Afuera las que en conjunto poseen una superficie de 18.00 km<sup>2</sup>.

Según el Censo del 2,007 la Región de Lambayeque cuenta con una población de 1'112,868 habitantes.

Políticamente se encuentra dividido en tres (03) Provincias y treinta y ocho (38) Distritos, distribuidos de la siguiente manera, ver Cuadro.

Cuadro N° 4.2.

**DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE: DIVISIÓN POLÍTICA EN PROVINCIAS Y  
DISTRITOS**

| DEPARTAMENTO | PROVINCIAS | DISTRITOS |
|--------------|------------|-----------|
| LAMBAYEQUE   | Chiclayo   | 20        |
|              | Lambayeque | 12        |
|              | Ferreñafe  | 6         |
| <b>TOTAL</b> | <b>03</b>  | <b>38</b> |

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

La provincia de Chiclayo, se encuentra conformada por los distritos: Chiclayo, Chongoyape, Eten, Puerto Eten, Leonardo Ortiz, La Victoria, Lagunas, Monsefú, Nueva Arica, Oyotún, Pisci, Pimentel, Reque, Santa Rosa, Zaña, Cayalti, Pátapo, Pomalca, Pucalá y Tumán.

La provincia de Lambayeque, se encuentra conformada por los distritos: Chóchope, Illimo, Jayanca, Lambayeque, Mochumí, Mórrope, Motupe, Olmos, Pacora, Salas, San José y Túcume.

La provincia de Ferreñafe, se encuentra conformada por los distritos: Cañaris, Incahuasi, Ferreñafe, Manuel Mesones Muro, Pueblo Nuevo y Pítipo.

**DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**



La mayor parte del territorio regional, el 94% de su superficie, se ubica en la zona costera, desde el litoral marítimo hasta la zona andina. Los únicos distritos localizados en zona andina son Cañaris e Incahuasi, ubicados en el extremo este regional.

El relieve es poco accidentado, relativamente llano, con pequeñas lomas y planicies amplias llamadas pampas, formadas por ríos que nacen en los contrafuertes andinos.

Los principales valles de la Región Lambayeque son: Zaña, Chancay-Lambayeque, La Leche, Salas, Motupe y Olmos-Cascajal.

Para el presente Plan se detalla lo referente al distrito Olmos.

#### 4.1.2. DISTRITO DE OLMOS

El distrito de Olmos se localiza en el extremo norte de la Provincia y Departamento de Lambayeque.



Se sitúa entre los 5° 24' 41" y los 6° 0' 26" de latitud Sur con relación a la ecuatorial y entre los 79° 28' 03" y 80° 37' 43" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

De acuerdo a la clasificación sustentada por el geógrafo Javier Pulgar Vidal, el territorio olmano, se localiza en la región Chala y una pequeña porción de Yunga Marina.

La capital del distrito se localiza a 115 Km. hacia el Norte de la ciudad de Chiclayo, siguiendo por la Panamericana Norte Antigua, se encuentra a una altura de 175 msnm.

Según el INEI - Censo del 2007, el distrito tiene una población total de 36,595 habitantes y su densidad poblacional es de 6.8 pobladores por Km<sup>2</sup>.

El distrito de Olmos tiene la mayor extensión territorial del departamento de

Lambayeque, con un área de 5,335.25 Km<sup>2</sup>, representando el 51% del territorio de la provincia de Lambayeque y el 33% del departamento de Lambayeque.

El distrito de Olmos, reconocido como el segundo desierto más extenso del Perú, tiene los siguientes límites:

**Norte;** los distritos de Catacaos (provincia de Piura), Matanza y Salitral pertenecientes a la provincia de Morropón del departamento de Piura.

**Este;** el distrito de Huarmaca, perteneciente a la provincia de Huancabamba, departamento de Piura y los distritos de Salas, Motupe, Jayanca y Pacora de la provincia de Lambayeque

**Sur;** con el distrito de Mórrope, de la Provincia y Departamento de Lambayeque.

**Oeste;** con el Océano Pacífico (Punta Cabo Verde) y la provincia de Sechura del departamento de Piura.

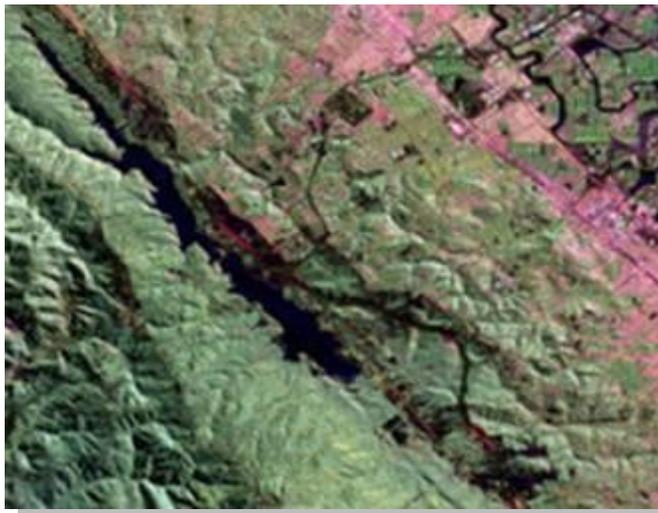


## **4.2. ASPECTOS FISICOS, AMBIENTALES Y RECURSOS NATURALES**

### **4.2.1. GEOLOGIA**

El presente acápite es un resumen parcial del estudio geológico ejecutado para sustentar el Estudio Definitivo – Parte Irrigación del Proyecto Olmos, que abarca gran parte del territorio del distrito de Olmos.

La conformación geológica del Noroeste del Perú ha sido condicionada por una sucesión de ciclos de sedimentación y de orogénesis en el transcurso de un tiempo geológico prolongado. El depósito de sedimentos se dio en condiciones propias a un geosinclinal y en condiciones semejantes a las continentales. Lo último se revela en el intenso



cambio facial de los depósitos. Los ciclos orogénicos recientes y de tiempos geológicos pasados condicionaron la formación de una compleja estructura fallada (fallamiento en bloques grandes) y plegada, acompañado de una intensa actividad magmática.

La región que abarca el presente estudio se caracteriza por una amplia distribución de formaciones del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico de diferentes génesis, presentes en forma de secuencias potentes, complejamente estratificadas y diferenciadas; sobre los cuales a continuación se sintetizan sus características geólogo-estructurales.

#### **A. Estratigrafía**

La región mencionada está conformada por rocas metamórficas del Paleozoico, rocas metamórficas, sedimentarias, sedimentarias-tobáceas y volcánicas del Mesozoico y Cenozoico. Las formaciones del Paleozoico y Mesozoico con frecuencia han sido dislocadas por intrusivos derivados del Batolito Andino de edad Cretáceo – Neógeno.

Debido a que los estudios geológicos tuvieron por finalidad el mejoramiento de suelos, para sustentar el estudio definitivo del Proyecto Olmos, la mayor atención se ha dedicado al estudio de los depósitos sueltos del Cuaternario durante el

reconocimiento ingeniero-geológico de la región, por lo que los depósitos precuaternarios se describen, principalmente en base a trabajos publicados y existentes de la geología del Noroeste del Perú, de acuerdo a un esquema estratigráfico reconocido por la mayoría de estudios que realizaron trabajos en esta región.

## **B. Unidades Estratigráficas**

### **Precámbrico**

Sobre la existencia de depósitos precámbricos en el Noroeste del Perú se han pronunciado afirmativamente muchos estudiosos. Así en su último trabajo Ch. Velásquez señala que el núcleo del anticlinorium "Illescas", situado al Oeste de la región en estudio, está conformada por gneiss de anfibolitas y otras rocas intensamente metamorizadas, probablemente de edad precámbrica.

### **Paleozoico (Pz)**

Las rocas del Paleozoico están ampliamente difundidas y sus afloramientos están situados en la parte central de la región.

Debido a que los estudios geológicos del Noroeste del Perú son insuficientes, el Paleozoico se divide solo en Inferior y Superior, diferenciados por una fase tectogenética de plegamiento en las postrimerías del Devónico.

Paleozoico Inferior (Pz<sub>1</sub>).- Comprende dos formaciones: "Olmos" y "Salas". La edad de ambas formaciones se supone como Devónico o predevónico.

Formación Olmos (Pz<sub>1-o</sub>).- Esta formación está representado por intercalación de esquistos, areniscas y cuarcitas. Los esquistos filitiformes, arcillo-micáceos, tienen color que varía de gris amarillento y gris oscuro hasta negro, las areniscas están metamorizadas y presentan cierta esquistosidad, a menudo son cuarcitas de color gris y gris oscuro; las cuarcitas son microgranulares grises.

Las rocas están plegadas y fracturadas, con moderada frecuencia presentan venas y vetas de cuarzo de color blanco lechoso y el espesor máximo es 0.5 m.

El rumbo preponderante de las capas es submeridional, el ángulo de buzamiento varía de 25° - 90° (las capas yacen invertidas sobre sus "crestas"). El espesor de los depósitos varía de algunos cientos a más de 2,000 m, especialmente en la parte central de la región donde forman parte de los cerros: Tres Batanes, Mano de León, Mina, Juliana y muchos otros.

Formación Salas (Pz<sub>1-s</sub>).- Preponderantemente está conformado por filitas y esquistos. Las filitas son grises, con superficie intensamente meteorizadas; los

esquistos son laminares, cloríticos y cloritosericíticos, de color gris claro y gris verdoso. Con moderada frecuencia, se encuentran capas laminares gruesas de areniscas, de color gris y gris pardo, menos frecuente se presentan conglomerados, conglomerados gravosos, esquistos gráficas y tobas volcánicas. Las rocas están intensamente deformadas en forma de pliegues pequeños de rumbo variado y fracturado por una red de grietas rellenas a menudo con cuarzo blanco lechoso.

El espesor de estos depósitos varía de 500 – 800 m. Los afloramientos de estas rocas se encuentran, mayormente al Sur de Motupe, a lo largo de la vertiente pacífica de la Cordillera Occidental, formando estribos o contrafuertes de rumbo sublatitudinal, entre estos: Sonolipe, Trompetero, Dos Cerritos y otros.

Paleozoico superior (Pz<sub>2</sub>).- Como depósitos del Paleozoico superior se ha supuesto a una secuencia de rocas metamórficas, en base a la fauna del Carbonífero hallado en el desierto de Sechura. Probablemente estas rocas pertenecen al grupo Ambo y Tarma, denominándose Formación Ñaupe.

Formación Ñaupe (Pz<sub>2-f</sub>).- Está conformada por cuarcitas que se intercalan con esquistos y areniscas metamorfizadas de color gris y gris oscuro. Las rocas están intensamente deformadas y presentan gran cantidad de venas de cuarzo blanco lechoso con espesor máximo de 10 cm.

El rumbo de las rocas varía de NNO a NE, el espesor alcanza más de 1000 m. Las principales elevaciones formadas por estos depósitos se encuentran en el curso alto del río Ñaupe, al Norte de la región en estudio (Cajalobos).

Es importante señalar, la existencia de un paquete de conglomerados y areniscas gris púrpura en el Sureste de la región estudiada, en el curso medio del río La Leche.

Estos depósitos tienen un espesor aproximado de 200 m y suprayacen discordantemente sobre filitas grises, probablemente del paleozoico inferior lo cual presupone que los conglomerados y areniscas representan facies continentales pertenecientes al grupo Mitu del Paleozoico Superior.

### **Mesozoico (Mz)**

Por primera vez la estratigrafía del Mesozoico en el Noroeste del Perú fue establecida por A. Fischer, quien basándose en los fósiles encontrados y en la correlación de cortes geológicos diferenció los depósitos Triásico-Jurásicos (indivisos) y Cretácicos, los cuales suprayacen con gran discordancia angular sobre el basamento del paleozoico.

Rocas del Triásico inferior y medio no se conocen en el Perú, el triásico superior está representado por capas del Cristóbal, cubiertos casi en toda su extensión por depósitos del Jurásico Inferior (Liásico) sin discordancia visible, por lo que en los mapas geológicos y en las observaciones aclaratorias estos depósitos se presentan como Triásico – Jurásico no diferenciado.

Sistema Triásico – Jurásico no diferenciado (T<sub>3</sub>-J<sub>1</sub>).- El complejo T<sub>3</sub> – J<sub>1</sub> no diferenciado fue ubicado en el Norte de la región, referida donde se encuentran depósitos de la formación Sábila perteneciente al grupo Zaña.

Formación Sábila (T<sub>3</sub> – J<sub>1zs</sub>).- Mayormente, esta formación está compuesta por areniscas grises, grises oscuras que forman paquetes potentes de diferente rumbo y con ángulos de buzamiento considerables; se presentan además algunas capas delgadas de calizas y tobas volcánicas.

Estos depósitos contienen amonites pequeños del triásico Superior, su espesor varía entre 250 a 300 m. Afloran en el curso superior del río Inculás en la zona donde forma los cerros La Virgen, Mirador y Marambato y otros.

Estos depósitos se encuentran cubiertos por materiales volcánicos y subyacen a las areniscas cuarzosas, Cretácicas de la formación Chimú.

Sistema Jurásico (J) .- Los depósitos de este sistema consiste de un paquete de rocas compuestas por vulcanitas y calizas del Triásico – Jurásico, en base a los fósiles (corales y amonites del Jurásico Inferior) hallados en la parte superior de la secuencia. Sin embargo, hacia el Este, mas allá de la región en estudio estos depósitos suprayacen sobre las rocas de la formación sábila; por el cual, la edad de los depósitos en mención se considera como Jurásico Inferior – Medio. Se agruparon estos depósitos en una formación denominada “La Leche”, la cual se describe a continuación.

Formación La Leche (Jz – l) .- Forma parte del Grupo Zaña, por lo general consta de una intercalación de calizas con algunas capas delgadas de aglomerados y lutitas. Cabe destacar que es característica la presencia de karsts (cavernas, dolinas, grutas, etc) en las calizas.

Las rocas sedimentarias por lo general son grises con tonalidades claras y oscuras; las rocas volcánicas, por el contrario, son abigarrados (de tonos purpúreos a verdes), su almacenamiento se ha dado en condiciones submarinas y constan principalmente de tobas andesíticas con mantos de cenizas silíceas y lavas volcánicas.

Las rocas yacen casi horizontalmente, con ángulos de buzamiento que por lo general varían de 20 – 25°. El espesor de la formación según estudiosos en la materia alcanza los 2,700 m.

Los depósitos de la formación La Leche, se difunden en el Sureste de la región en estudio, preponderantemente en la del valle La Leche donde forman los cerros La Traposa, Calabozo y otros.

Sistema Cretácico (K)\* .- En la región en mención, los depósitos del sistema Cretácico están representados por formaciones del cretáceo inferior que yacen con discordancia angular sobre depósitos del Jurásico, Triásico – Jurásico y Paleozoico.

En la serie inferior del sistema cretácico están incluidas las formaciones: Chimú (Barremiano Inferior – Medio) y Mauro (Neocomiano).

Formación Chimú (K<sub>1</sub> – ch) .- Esta formación pertenece al grupo Goyllarisquizga, definida primero por diversos estudiosos quienes describieron las rocas de esta formación en el curso medio del río La Leche, donde estas son cuarcitas blancas, sacaroides de grano fino, a veces con tonalidades rosadas, con intercalación de areniscas silicificadas grises y grises oscuras, presentándose intensamente fracturadas y yacen casi horizontalmente, con ángulo de buzamiento entre 10 – 25°. El espesor total en esta formación varía de 100 – 800 m.

En el Sureste de la región en estudio, en ambas márgenes del valle La Leche, al Noroeste y Sureste de Motupe y al Oeste y Suroeste de Olmos, las rocas de la formación Chimú afloran y forman parte del relieve en la zona de los cerros Pelado, Salinas y otros.

Formación Mauro (K<sub>1</sub> – m).- la formación Mauro es análoga a la formación Tinajones establecido en el Noroeste del país por los geólogos de Petroperú en base a los fósiles encontrados, supuestamente del Neocomiano – Aptiano.

Mayormente, la formación está compuesta por cuarcitas de grano fino y calizas con algunas capas delgadas de areniscas, conglomerados y rocas metamórficas de metasomatismo de contacto, según algunos geólogos el espesor total sobrepasa los 2,500 m. En general las rocas son de tonalidad gris oscura y gris lila, para las rocas metamórficas de metasomatismo de contacto es típica la tonalidad verde. Las calizas y cuarcitas en gran parte están fisuradas, las grietas en las calizas están rellenas de calcita y con menor frecuencia de cuarzo. El rumbo de las capas varía de ONO – NE, el buzamiento varía de 50° a más.

En la parte Norte de la región en estudio, las rocas de la formación Mauro forma los cerros La Calera y una fila de islotes que se extiende en dirección Noreste. En el Sur, se encuentran fuera de la región en estudio.

### **Cenozoico (Cz)**

Los depósitos del Cenozoico (Cz) están ampliamente difundidos en la región que se describe y consisten de rocas volcánicas y sedimentarias de los sistemas Paleógeno y Neógeno, así como, depósitos marinos y continentales del cuaternario.

Sistema Paleógeno (P) .- Está representado por rocas efusivas y depósitos sedimentarios marinos del Paleoceno, Eoceno y Oligoceno.

Formación Llama (P<sub>1</sub> -P<sub>1L</sub>).- Los depósitos de esta formación ocupan un área poco considerable en el extremo Este de la región en estudio donde suprayacen con discordancia sobre las formaciones del Paleozoico y Mesozoico.

Las rocas efusivas principalmente son neutras y consisten en tobas volcánicas, tobas de lava y tobas brechosas, con horizontes de conglomerados tobáceos con guijarros y cantos rodados y de areniscas tobáceas; las rocas presentan mayormente tonos grises y lilas, el espesor total llega a 500 m.

Los efusivos de la formación Llama forman los cerros Santo Padre, Mama, Huaca, Tingo y otros.

Formación Porculla (P<sub>1-p</sub>) .- Está difundida en la parte oriental y central de la región en estudio, donde yacen con discordancia sobre las rocas del Paleozoico y Mesozoico y en algunos casos, cubre los volcánicos de la formación Llama.

La formación Porculla está representada por efusivos ácidos, lavas, tobas volcánicas, tobas brechosas, de colores que varían de blancos grisáceos a negros grisáceos. Según datos de informes, el espesor alcanza 500 – 1000 m. Los efusivos de esta formación forman los macizos montañosos Pucalai, Cuziño, Peña Blanca y otros, en la parte oriental de la región y en las estribaciones de orientación sublatitudinal en la parte central de la región, presentando algunas superficies ligeramente inclinadas de forma de mesetas.

Serie Eoceno (P<sub>2</sub>).- Los depósitos de esta serie han sido reconocidos por geólogos de Petroperú, al Oeste de nuestra región, en la flexión de Sechura, donde el espesor alcanza un poco mas de 200 m.

Estos depósitos consisten en lutitas y areniscas pardas o grises claras, suprayacentes discordantemente con formaciones del paleozoico y mesozoico.

Serie Oligoceno (P<sub>3</sub>).- Así como los depósitos del Eoceno, los correspondientes al Oligoceno fueron establecidos mediante pozos perforados por Petroperú, en la flexión de Sechura, no existiendo afloramiento en toda la región estudiada. Los depósitos son lutitas y areniscas, de color pardo grisáceo con guijarros de cuarzo y cuarcitas, el espesor alcanza 500 m. Los depósitos del Oligoceno suprayacen con discordancia en el basamento flexionado Paleozoico-Mesozoico y en los depósitos del Eoceno.

Sistema Neogeno (N).- En la región estudiada consisten de sedimentos del Mioceno, cubiertos por depósitos del cuaternario, sus afloramientos se ubican fuera de la región en estudio y en la zona levantada de las colinas Illescas.

Serie Mioceno (N<sub>1</sub>).- Sus depósitos están difundidos en el Oeste de la región en la flexión de Sechura y en menor proporción en la parte central de la región en estudio, donde el espesor de los depósitos es delgado (10 – 20 m) y yacen con discordancia en una base rocosa Paleozoica – Mesozoica rellenando en parte del fondo del estuario Motupe – Salas. Los depósitos del Mioceno se manifiestan en las formaciones Montera y Zapayal, los cuales se describen a continuación:

Formación Montera (N<sub>1</sub> – mm).- Mayormente consiste en areniscas de grano fino o grueso y argilitas de color amarillento y pardo amarillento con capas delgadas de areniscas carbonatadas y de arena.

Los depósitos de la formación Montera suprayacen a las formaciones del Oligoceno y algunas veces al basamento Paleozoico. La edad de la formación fue establecida como Mioceno Inferior, en base a los fósiles encontrados. El espesor aproximadamente es de 400 m.

Formación Zapayal (N<sub>1</sub> – mz).- Subrayasen a los depósitos de la formación Montera, y consiste en un paquete potente de diatomitas gris oscuro y verde grisáceo, areniscas y limonitas con capas delgadas de calizas, arcillas, limos negros con manchas abigarradas y arena de granos diversos con capas conchíferas delgadas.

Anteriormente la edad de esta formación fue considerada como Mioceno Medio, denominándose más tarde Zapayal. En la parte central de la región yace con discordancia sobre el basamento Paleozoico. Según informes de Petroperú en la parte Sur de la flexión de Sechura el espesor de los depósitos puede ser de 600 m, siendo el espesor máximo establecido de 920 m.

Las formaciones descritas están cubiertas por depósitos del Cuaternario.

### **Depósitos Cuaternarios**

Los depósitos cuaternarios en esta región, han sido estudiados por geólogos de distintas empresas durante las investigaciones geólogo-hidrogeológicas necesarias para sustentar proyectos de mejoramiento de suelos y captación de aguas para riego.

Como resultado de estas investigaciones los depósitos ya sea de génesis marina, lagunar, fluvial, de pendientes y/o eólicas, se han dividido de acuerdo a su edad, en dos formaciones o acumulaciones: Pleistoceno y Holoceno o en su defecto en formaciones: Plioceno-Pleistoceno y Pleistoceno-Holoceno.

De acuerdo a las normas vigentes en la URSS, las investigaciones de mejoramiento de suelos para la sustentación de los proyectos respectivos requieren de una división o clasificación mas detallada de los depósitos cuaternarios, desde el punto de vista estratigráfico y genético, para una evaluación mas detallada y exacta de los índices ingeniero-geológicos de los depósitos.

Para la región en estudio, esta división se ha realizado en base a métodos geólogo-geomorfológicos.

En la costa peruana, mediante métodos geológicos y del Carbono 14 se ha establecido solamente la edad de la primera terraza marina (5,000 años).

En los límites del desierto de Sechura, relacionando las particularidades del relieve de la conformación litogeológica, las diferentes propiedades físico-mecánicas y físico-químicas de los suelos, fueron diferenciadas tres llanuras marinas (terrazas) con cotas absolutas de : 0-15, 15-65, 65-150 m. La primera terraza marina o inferior (0 – 15 m) se extiende en forma de una franja angosta a lo largo del litoral, su datación al Holoceno no deja dudas.

La segunda terraza no tiene configuración nítida en el relieve y su transición a la tercera terraza superior se evidencia principalmente en las aerofotografías.

Conjuntamente a los datos geomorfológicos, los que corroboran el origen marino de esta superficie son los fósiles marinos encontrados en sus depósitos y superficie. Por su génesis y posición se identifica con la segunda terraza marina (oceánica) cuya edad se determina como Pleistoceno Superior – Holoceno.

Es evidente que los depósitos de la segunda terraza se encuentra en otra mas antigua de génesis marina (por fósiles marinos, particularidades litogeológicas, etc) y que forman una superficie con cotas hasta 150 – 160 m.

La interrelación de estas dos últimas superficies (segunda y tercera terraza) demuestran que tuvo lugar un largo hiato sedimentario, correspondiente a una regresión del océano; sucediendo una trasgresión corta, durante el cual se depositaron los sedimentos de la terraza marina del cuaternario superior. La amplia regresión entre la terraza del cuaternario superior y la superficie anterior marina; la posición en el relieve y sus particularidades lito-geológicas, permiten datar esta terraza al Cuaternario Medio.

Es necesario anotar que con la base del borde montañoso, en los depósitos marinos se han encontrado depósitos continentales de espesor considerable, correspondiente al parecer a períodos locales de regresión.

Una terraza mas antigua, correspondiente a la trasgresión del Plioceno – Pleistoceno Inferior, no se ha ubicado en la región dada; sin embargo, en algunos pozos entre los ríos Motupe – Salas y Cascajal – San Cristóbal se han encontrado, debajo de los depósitos marinos y continentales del Cuaternario Medio, depósitos de poco espesor con evidentes caracteres marinos; condicionalmente se les data del Cuaternario Inferior, aunque también puede ser del Mioceno.

Los depósitos continentales proluviales y proluvial – deluviales que se encuentran en la región, forman dos tipos de generaciones, que se diferencian por su morfología, por las particularidades lito-geológicas y por su edad.

La primera generación representa una secuencia de gran espesor (20 – 90 m) consistente en depósitos proluviales y proluvial-deluviales, ubicados mayormente en cotas superiores a la segunda generación; su edad al parecer, es Cuaternario Medio, ya que se interdigitan con capas marinas de esa edad.

Los depósitos de la segunda generación tienen una génesis similar pero generalmente están superpuestas a los depósitos de la primera generación; es decir se encuentran divididos por una superficie de erosión (y/o discordancia), lo cual nos indica con toda probabilidad que corresponde a la gran regresión que diferencia las terrazas del Cuaternario Medio y Superior.

En base a esto los depósitos de la segunda generación se consideran del Cuaternario Superior. Se pueden tratar de depósitos característicos de huaycos, que diferenciarlos resulta casi imposible; en este caso, se les considera como del Cuaternario Medio – Superior.

En el área de estudio no se ha encontrado depósitos continentales anteriores al Cuaternario Medio sin embargo con algunos pozos se ha establecido depósitos con

rasgos continentales debajo de una secuencia de sedimentos marinos del Cuaternario Medio, por lo que se les considera como del Cuaternario Inferior.

Los depósitos recientes de pendiente consistentes en depósitos deluvial-coluviales y proluvial-deluviales, son de poco espesor y determinar el contacto con depósitos más antiguos resulta muy difícil por lo que se les agrupa con los depósitos subyacentes, considerando su edad como Cuaternario Superior – Reciente.

Los sedimentos de corrientes temporales y constantes en la región están representados por depósitos aluvial-proluviales y aluviales propios de ríos montañosos, los cuales prácticamente no se diferencian por su composición de facie y genéticamente se dividen en forma condicional.

Como aluviales se consideran a los depósitos que se formaron y se forman en valles que en la actualidad están siendo lavados por ríos permanentes, al menos en su curso superior.

Los depósitos aluvial-proluviales más antiguos son aquellos que están rellenando los extensos valles desprovistos de terrazas, socavadas en la superficie de una terraza marina del Cuaternario Medio y que terminan al llegar a la zona de contacto de la terraza marina del Cuaternario Superior. Asimismo, en estos valles aluvial-proluvial se formaron los valles aluviales recientes previstos de una terraza de inundación alta y una terraza supranegadiza.

La interrelación geomorfológica de los relieves considerados, permite considerar los valles aluvial-proluviales y sus depósitos como del Cuaternario Superior.

Los depósitos aluvial-proluviales de los valles adyacentes a las laderas montañosas, son producto de una sucesión de ciclos de erosión y acumulación durante el Pleistoceno superior – Holoceno lo cual se manifiesta en la formación de terrazas en varios niveles de estos valles. Distinguir estas terrazas de acuerdo a su edad resulta imposible por lo que se considera estos depósitos como del Cuaternario Superior – Reciente.

En la región en estudio se diferencian dos generaciones de depósitos eólicos con relieve bastante diferenciados por su morfología.

Los depósitos de la primera generación forman taludes de ligera inclinación y están intensamente disectados, ubicados sobre depósitos marinos y proluviales del Cuaternario Medio, interdigitándose a menudo con los últimos. Teniendo en cuenta la edad de los depósitos subyacentes y el carácter del contacto con los depósitos mencionados (arenas) se puede considerar como del Cuaternario Medio – Superior.

Los depósitos eólicos de segunda generación forman taludes ligeramente disectados y llanuras de superficies onduladas (montículos) mayormente desprovistos de plantas. Estos depósitos están compuestos por arenas eólicas acumuladas sobre depósitos de génesis y edades variadas, desde el Cuaternario Medio hasta el Holoceno, optando por considerarlos del Cuaternario Superior – Holoceno. Se consideran depósitos recientes a las arenas que forman barcanas, dunas y montículos aislados y bien configurados. En principio la división estratigráfica de los depósitos eólicos es corroborada por los análisis mineralógicos de las arenas que permite diferenciar dos tipos de arenas “jóvenes” y “antiguos” en base a las fracciones de minerales pesados (circonio y otros).

La estratificación establecida para los depósitos cuaternarios en base a particularidades geólogo-geomorfológicas es bastante condicional; por lo que es necesario un mayor detalle mediante métodos paleontológicos, paleo-litológicos o isotópicos.

A continuación se exponen las características principales de los depósitos del Cuaternario de acuerdo a su división estratigráfica y genética.

Se consideran más antiguos y condicionalmente se les ubica como el Cuaternario, ya que su formación empezó desde fines del Neógeno, es decir, desde los inicios de formación del relieve reciente, perdurando hasta nuestros días bajo influencia de procesos postgenéticos. Según resultados de perforación estos depósitos están compuestos por rocas de basamentos intensamente meteorizados y transformados en comparación a su estado inicial.

Estos depósitos mayormente provienen de esquistos arcillo-micáceos, clorito-sericíticos, filitiformes y de areniscas, ambos tipos de roca han sido alternados por la meteorización hasta transformarlas prácticamente en argilitas, arcillas y arenas de grano fino, conservando solamente la textura de los esquistos o en su defecto los depósitos que se describen representan cascajos gruesos y menudos de las rocas mencionadas, rellenos por material arcillo-arenoso y arcilloso, a veces con lentes arenosos de granos diversos o capas muy delgadas de arcillas-caoliníticas.

Los depósitos eluviales formados a partir de las dacitas, lavas y granodioritas representan acumulación de depósitos sueltos compuestos por detritos de rocas de basamento no descompuestos, en una masa arcillosa y arenosa o en arcillas caoliníticas con inclusiones de fragmentos de cuarzo, observándose manchas oscuras producto de la descomposición de las micas hidratadas.

El espesor de la zona de meteorización varía de 1 – 2 hasta 10 m. Subyacen rocas del basamento intensamente fisuradas por una red menuda con manchas de óxido de hierro, que se desintegran fácilmente en cascajo grueso con detritos menudos y medios, cuyo espesor hasta las rocas duras sobrepasa los 30 m.

Las acumulaciones eluvial-deluviales en la superficie son de menor espesor (1 – 6 m) que en los pozos, por cuanto la mayor parte de estos depósitos sueltos son acarreados por las escorrentías temporales.

El espesor total de la zona de meteorización en las rocas del basamento aflorantes es de 5 – 30 m (resultados obtenidos en una plazoleta de estudio ubicada en la zona del futuro embalse "Olmos").

Serie del Cuaternario Inferior ( $Q_1$ ).- Comprende dos tipos genéticos de sedimentos: marino y proluvial-deluvial, estos depósitos han sido encontrados en muchos pozos y en los sectores a mayor profundidad del basamento presentándose en todos los casos cubiertos por depósitos Cuaternarios más jóvenes.

Los depósitos marinos ( $mQ_1$ ), se encuentran difundidos dentro de los límites de la depresión superpuesta del Terciario, en la depresión adyacente al Pañala y en las partes adyacentes a las entradas de los estuarios. En el interior de los estuarios, los depósitos en mención se ubican en los sectores de mayor profundidad del basamento. Las cotas absolutas del techo de los depósitos marinos varían de 8 m en los estuarios de Cascajal – San Cristóbal hasta 15 – 24 m en los estuarios de Motupe, Salas, La Leche y Olmos. En el desierto de Sechura\* (cerca del litoral) estos depósitos tienen cotas superiores de 10 m y yacen sobre una superficie ligeramente denudada (lavada) de depósitos marinos del Neógeno ( $N_1$ ), diferenciándose estos últimos por el brusco cambio de color y por su composición granulométrica mas gruesa. En los estuarios, estos depósitos se interdigitan con sus correspondientes estratigráficos, depósitos proluvial-deluviales ( $pdQ_1$ ).

Los depósitos marinos forman un paquete sedimentario, que consiste de una intercalación de arcillas con arenas; las arcillas son pesadas de colores marrón claro a oscuro con manchas verde-grisáceas, limosas que están a su vez intercaladas con capas delgadas de guijarros con grava.

Dentro de los límites del desierto de Sechura, en el techo de los depósitos en mención se han encontrado areniscas grises de consistencia media, cementada con carbonatos e intercalados con capas delgadas de conglomerados cuyo espesor total varía de 12-20 m.

La secuencia total en esta parte del corte, presenta intensa carbonatización, observándose en las arcillas venas de calcita, de carbonatos blancos y capas de margas; además se presentan espejos de falla de ángulos ( $8^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ) al eje de los pozos perforados.

Mas hacia el Noroeste, nos acercamos a las elevaciones preandinas, donde la composición litológica de los depósitos cambia a más gruesa (menos desgastado) y disminuye el contenido de carbonatos. El espesor de las capas arcillosas varía de 15 – 30 m y el de las arenosas a 10 – 22 m, en cambio en el desierto de Sechura el espesor de los últimos depósitos desciende hasta 5 m. El espesor total de los depósitos marinos varía de 10 – 20 m en los estuarios, llegando a 65 m en el desierto de Sechura.

Los depósitos proluvial-deluviales ( $pdQ_i$ ) se ubican únicamente en los estuarios y llanuras preandinas, observándose especialmente en los estuarios Cascajal – San Cristóbal y Olmos, lugares donde casi forman un manto único que cubre las rocas del basamento, con espesor que varía de 35 – 60 m. Sin embargo en los estuarios Motupe – Salas y La Leche el espesor no sobrepasa los 36 m yaciendo sobre rocas del Paleozoico y Neógeno, rellenando los sectores mas profundos del basamento; estos depósitos se interdigitan con depósitos marinos ( $mQ_i$ ) distribuidos hasta la entrada de los estuarios.

Las cotas absolutas del techo de los depósitos en mención varían de 0 – 45 a 115 – 120 m.

El corte litológico está formado por bloques angulosos pequeños con rellenos (30 – 40 %) arcillosos y arcillo-arenosos y lentes de cascajo grueso, guijarros y arena gruesa, cuyos espesores llegan a 2 - 3 m. Los depósitos de bloques y guijarros presentan inclusiones de cascajo grueso, cascajo menudo con relleno (20-40 %) areno-arcillosa y arenosa, además se observan capas delgadas de conglomerados (0.5 – 1.0 m) o aglomerados arcillo-arenosos y arena arcillosa con cascajo grueso o menudo y guijarros de colores marrón grisáceos, rojizos, rosáceos, amarillentos, grises y blanquecinos, debido a los diversos productos de su meteorización; agregándose a este abigarramiento, mancha de óxido de fierro y tonalidades oscuras de manganeso.

Por su composición petrográfica los detritos que predominan corresponden a las rocas subyacentes y a las acarreadas desde las elevaciones más cercanas, estos son: esquistos, areniscas, cuarcitas, lavas y rocas intrusivas (granodioritas, andesitas, porfiritas y otros).

En los estuarios Cascajal – San Cristóbal, Olmos y La Leche, la composición litológica del relleno en los depósitos proluvial-deluviales es mas arcilloso; en Motupe – Salas en mas arenoso.

Series del Cuaternario Inferior y Medio no diferenciados (Q<sub>I-II</sub>)

Estas series consisten en depósitos proluvial-deluviales, cubiertos por acumulaciones más jóvenes. Estos depósitos fueron determinados en los límites de todos los estuarios cercanos al borde montañoso, en sectores donde debido a la semejanza de la composición litológica de los depósitos del Cuaternario Inferior y Medio no fue posible diferenciarlos.

El corte está compuesto por acumulaciones de cascajo grueso con bloques pequeños y cascajo menudo y grueso, inclusiones de bloques grandes y pequeños diseminados, el relleno (30 – 40 %) es arcillo-arenoso, areno-arcilloso y arenoso con diferentes tonalidades.

El espesor de estos depósitos varía de 10 – 50 m.

Serie del Cuaternario Medio (Q<sub>II</sub>).- Esta serie consiste en depósitos marinos y proluvial-deluviales estando ampliamente distribuidos en la región y se encontraron en la mayoría de los pozos perforados.

Los depósitos marinos (mQ<sub>II</sub>) de la tercera terraza tienen amplia distribución y afloran en todas partes menos en las llanuras preandinas y algunos sectores donde están cubiertos por depósitos proluviales, de cobertura eólica y marino mas jóvenes (de la segunda terraza mQ<sub>III</sub>).

Estos depósitos mayormente se descubren mediante pozos. Las cotas absolutas del techo varían en 55 m (20 m en caso de un techo denudado) en el desierto de Sechura hasta 140 – 145 m en los estuarios, predominando cotas de 100 – 120 m. Solo en el valle de Olmos y en el curso superior del río Cascajal los depósitos en mención afloran en las cotas de 150 – 160 m. lo cual parece que fue originado por movimientos neotectónicos.

En el desierto de Sechura los depósitos mencionados suprayacen sobre depósitos del Cuaternario Inferior (mQ<sub>I</sub>) que no presentan superficie de denudación visible, ni diferencias en la litología de ambos depósitos, únicamente en los estuarios Motupe – Salas y La Leche se observa en el contacto de estos depósitos un “horizonte basáltico” consistente en arenas con guijarros y grava o guijarros.

En las partes superiores de los estuarios mencionados, los depósitos de la tercera terraza marina (mQ<sub>II</sub>) yacen sobre sedimentos proluvial-deluviales del Cuaternario

Inferior (p d Q<sub>I</sub>). Así como también se observan en algunos sectores de los estuarios Cascajal – San Cristóbal y Olmos, que yacen sobre rocas del basamento (Mz y Pz). En las zonas adyacentes de los márgenes de los estuarios, los depósitos marinos (mQ<sub>II</sub>) generalmente se interdigitan con sus correspondientes estratigráficos, depósitos proluvial-deluviales (pdQ<sub>II</sub>).

Asimismo en estos estuarios se observa una facie aluvial en los estuarios angostos como Olmos y La Leche se tornan en depósitos aluvial-marinos, por lo que es muy difícil diferenciar los depósitos típicos marinos y los aluvial-marinos y debido a la predominancia de los primeros toda la secuencia se considera como marinos.

Estos depósitos se distinguen por tener una composición litológica heterogénea sucediéndose a menudo capas distintas tanto horizontal como verticalmente, distinguiéndose además por su coloración abigarrada y mateada característica, principalmente de tonalidad amarillo-grisáceo y marrón-grisáceo con manchas gris-verdosa y gris claro. El corte litológico en el estuario cambia desde el borde montañoso hacia el desierto de Sechura, de la forma siguiente:

En las partes superiores de los estuarios antes de que los valles grandes (Ñaupe, Cascajal, Chóchope, La Leche) ingresen a la llanura litoral y casi en todo el estuario Olmos se encuentra una secuencia a 8 paquetes de guijarros con cantos rodados formada en condiciones marinas por productos aluviales.

El espesor de esta secuencia en los estuarios del Norte es 15 – 20 m y en el Sur de 30 – 45 m. Para las zonas adyacentes a los bordes de los estuarios es característica la interdigitación de sedimentos marinos con sus correspondientes estratigráficos, depósitos proluviales-deluviales (p d Q<sub>II</sub>), en casi todo el espesor de estos depósitos; esto está determinado al parecer por la frecuente "asilación" del litoral y el intenso acarreo de detritos desde las laderas de las estribaciones andinas. En el corte litológico de estas zonas predominan arcillas con arenas dispersadas, lentes delgadas de arena gruesa, además se presentan inclusiones de grava y guijarros con relleno (40%) arcilloso, capas delgadas de arenas finas con arcillas dispersadas y arenas gruesas; el espesor de estas capas es de 2 – 5 m, a veces llegan hasta 10 m. En las partes "amplias y profundas" de los estuarios el corte litológico presenta una intercalación de arcillas con arenas dispersadas, capas de areno-arcillo limosa.

Las arenas son muy finas (con lentes de limo) o gruesas con capas delgadas de guijarros con grava, los detritos están redondeados, por su composición petrográfica corresponden al cuarzo filoniano y/o rocas metamórficas e intrusivas.

A veces se puede observar hasta 2 – 3 ciclos de cambios litológicos desde guijarros hasta arcillas. El espesor de las capas de arcilla es 10 – 12 m y a veces llega hasta 20 m, el espesor de las arenas tienen un promedio de 10-20 m.

En general, el corte litológico de los depósitos marinos del cuaternario medio en el estuario Cascajal – San Cristóbal es más arcilloso con espesores que varían de 20 – 95 m. En los estuarios Olmos y la Leche es característico el gran contenido de detritos; el espesor de estos depósitos ( $mQ_{II}$ ) no sobrepasa los 46 m. Mas cerca al desierto de Sechura los depósitos marinos cambian a mas arcillosos, presentándose arcillas pesadas de color marrón; y el espesor de las capas arenosas disminuye de 20 m a 5 m, mientras que las capas arcillosas aumentan de 12 – 30 m.

A lo largo del margen Nororiental del desierto de Sechura, en el corte se observa una secuencia de gran espesor (máximo 48 m) que consiste de arenas arcillosas con capas delgadas de arcillas limosas originadas al parecer por la denudación de las lavas y cuarcitas ( $M_2$ ) encontradas en la parte montañosa del lugar mencionado. El espesor de los depósitos marinos ( $mQ_{II}$ ) en el desierto de Sechura varía de 20 m a 85 m. Para todo el corte litológico de la tercera terraza es característico el considerable contenido de carbonatos, a veces se encuentran cristales de yeso.

Los depósitos proluvial-deluviales ( $pdQ_{II}$ ) están distribuidos en las llanuras inclinadas de pie de monte, los cuales se presentan en forma de franjas angostas del borde montañoso asimismo, mediante pozos fueron encontrados en las zonas adyacentes a las márgenes de los estuarios, donde se interdigitan con sus correspondientes estratigráficos, depósitos marinos ( $mQ_{II}$ ).

Los depósitos mencionados forman las partes bajas de los estuarios, rellenando las depresiones interandinas, cubriendo casi totalmente las rocas del Mesozoico, Paleozoico y depósitos sueltos del Cuaternario Inferior ( $mQ_I$  y  $pdQ_I$ ).

Las cotas absolutas de estos depósitos varían de 15 – 20 hasta 220 m. El corte litológico presenta depósitos muy heterogéneos tanto horizontal como verticalmente, éstos son bloques con cascajo grueso con cascajo menudo, capas delgadas de guijarros con cantos rodados, el relleno (30 – 40 %) es arcilloso, arcillo-arenoso, areno-arcilloso y arenoso, o son depósitos arcillo-arenosos, areno-arcilloso con inclusiones de (15 – 20 %) de cascajo gruesos y menudos.

La secuencia es abigarrada producto de la meteorización de los detritos, presentando tonalidades amarillentas, grises, marrones, anaranjadas, violáceos, verdes, blancos. Petrográficamente la composición de los detritos está determinada por la composición de las rocas del basamento de donde provienen; generalmente

éstos son esquistos, areniscas, cuarcitas, andesitas, granodioritas, porfiritas, lavas, tufo-lavas y otros.

En los depósitos de Cascajal – San Cristóbal y Olmos donde están ampliamente distribuidos los detritos de esquistos arcillosos (Pz<sub>1-0</sub>) predomina el relleno de arcilla arenosa; los detritos son pequeños y medianos (hasta 5 cm) y algunos cantos rodados y bloques, el espesor de estos depósitos varía de 20 – 40 m hasta 90 m.

Series del Cuaternario Medio Superior (Q<sub>II-III</sub>) no diferenciados Estas series presentan depósitos proluviales (pQ<sub>II-III</sub>) de huaycos y eólicas (v Q<sub>II-III</sub>).

Los depósitos proluviales (pQ<sub>II-III</sub>) están distribuidos en llanuras inclinadas, intensamente disectadas, formados por huaycos antiguos.

Estos depósitos afloran únicamente en el estuario Motupe – Salas, entre los ríos Olmos y Chiniama, cerca de Salitral (cerro Chalpón) y al Norte del pueblo de Salas. Asimismo, mediante algunos pozos, se encontraron en el estuario Cascajal – San Cristóbal. Las cotas absolutas donde se han reconocido estos depósitos varían de 160 – 240 m.

El corte litológico es de dos tipos:

- El primero es característico para grandes huaycos, ubicados entre los ríos Olmos y Chiniama y en la zona del pueblo Salas. El corte presenta bloques grandes y pequeños de rocas magmáticas (andesitas, dacitas, granodioritas), algunos bloques tienen diámetro hasta de 15 cm, los bloques pequeños sobrepasan 1 cm de diámetro y no tienen orientación, el relleno (hasta 30 %) es arcillo-arenoso o areno-arcilloso, de color gris claro y pardo, además con inclusiones de cascajo menudo-grueso y guijarros producidos por la meteorización de los bloques.

Algunos bloques de dacitas y granodioritas están intensamente meteorizadas, llegando hasta arcillas caoliníticas pero conservan su textura, el espesor de estos depósitos es de 20 – 60 m.

- El segundo tipo es característico de formaciones proluviales (Salitral y valle de Cascajal) y está formado por bloques pequeños con cascajo menudo a grueso, el relleno (hasta 40 %) es arenoso, arcillo-arenoso, y areno-arcilloso. El espesor de estos depósitos es 10 – 45 m. Subyacen a estos depósitos esquistos del Paleozoico o depósitos marinos y proluvial-deluviales del Cuaternario Medio.

Los depósitos eólicos están difundidos en taludes arenosos antiguos, intensamente disectados. Estos se encuentran solo en los estuarios Cascajal – San Cristóbal, en su borde oriental y al pie de las laderas que bordean desde el Noroeste al desierto

de Sechura con cotas absolutas de 140 – 200 m. Las rocas del basamento de las laderas, los depósitos marinos y proluvial-deluviales del Cuaternario Medio están recubiertos por los depósitos en mención. A veces, éstas se interdigitan con sus correspondientes estratigráficos, depósitos.

El corte litológico está formado por arenas finas, de granulometría homogénea de color amarillo grisáceo, con óxidos de fierro, micáceas, macroporosas, a veces con capas delgadas de arena arcillosa limosa macroporosa; el espesor varía de 10 – 20 m hasta 45 m.

Serie del Cuaternario Superior (Q<sub>III</sub>).- Esta serie está ampliamente representada por depósitos proluviales y aluvial-proluviales, así como por sedimentos marinos de la segunda terraza, encontrados al Sur en la zona Jayanca – Túcume.

Los depósitos proluviales están difundidos en llanuras preandinas; ligeramente inclinadas, extendidas a lo largo del borde montañoso de los estuarios. El ancho determinado en dirección del acarreo de sedimentos en los estuarios Cascajal – San Cristóbal, Olmos, La Leche varía de 1 – 2 hasta 5 km. en el estuario Motupe – Salas alcanza 5 – 10 km. Estos depósitos en forma de manto tienen espesor que varía de 3 – 20 m y que cubren los depósitos más antiguos.

Las cotas absolutas de estos depósitos varían de 70 – 90 hasta 280 m. En las cotas mas altas estos depósitos están en contacto con el basamento a menudo se interestratifican en los depósitos proluvial-deluviales del Cuaternario Medio, los mismos que conjuntamente con los sedimentos marinos de la tercera terraza son recubiertos por los depósitos proluviales en las cotas mas bajas.

En las llanuras preandinas, adyacentes al desierto de Sechura, estos depósitos se interdigitan con las arenas eólicas.

El corte litológico es bastante heterogéneo, su composición depende del tipo de rocas que forman las laderas montañosas cercanas.

Si las laderas están formadas por esquistos arcillosos y calizas, los depósitos proluviales (pQ<sub>III</sub>) consisten de cascajo menudo a grueso, predominando el relleno (hasta 30 %) arcillo-arenoso y en menor proporción arenoso y areno-arcilloso.

Cerca a las laderas, formado por rocas intrusivas y volcánicas, los depósitos proluviales son bloques pequeños con cascajos gruesos rellenos mayormente por arena y areno-arcillosa, en menor proporción arcillo-arenosa.

En las llanuras planas, la secuencia litológica de estos depósitos varía y son más arcillosas. Estos principalmente son arcillo-arenosa ligeras y medias, de color pardo-

grisáceo, con lentes de arena y arena arcillosa, además inclusiones (hasta 20 %) de cascajo menudo, cascajo grueso, grava y guijarros.

El espesor de estos depósitos varía de 2 – 5 m hasta 20 m.

Los depósitos aluvial-proluviales (apQ<sub>III</sub>) al igual que los anteriores están ampliamente distribuidos en muchos valles de escorrentías temporales, que cruzan llanuras proluvial-deluviales de pie de monte, proluviales preandinas y eólicas, así como la tercera terraza marina. El ancho de dichos valles varía de 50 – 80 m hasta 2 Km. la profundidad de erosión y en correspondencia al espesor de estos depósitos en quebradas grandes es mucho mayor en las llanuras proluviales (15 – 24 m) que en la llanura marina, disminuyendo en ésta gradualmente de 15 m a 5 m en dirección aguas abajo. Al interrumpirse los valles en el desierto de Sechura, en los límites de la depresión del fallamiento "Pañala", el espesor de estos depósitos es muy delgado.

La composición litológica de los depósitos aluvial-proluviales es heterogéneo y cambia generalmente desde el curso superior al inferior. En el curso superior donde el valle atraviesa las llanuras de pie de monte y preandinos, el corte litológico está formado por guijarros con cantos rodados y guijarros con grava, con relleno (15 a 30 %) arenoso y areno-arcilloso, y además presenta capas delgadas (0.5 – 2.0 m) de arcilla arenosa limosa y arena arcillosa, inclusiones de residuos vegetales; los detritos provienen de rocas metamórficas, intrusivas y volcánicas subredondeadas; el espesor total de estos depósitos llega a 10 – 15 m. En la parte inferior del corte yacen arenas con cantos rodados y guijarros (30 – 40 %), el espesor es de 5 – 10 m, el espesor total de los depósitos aluvial-proluviales en esta zona llega hasta a 20 – 24 m (en el valle La Leche 28 m), solamente en los valles Olmos (mas abajo del centro urbano de Olmos) y Cascajal (mas abajo de la confluencia con el río San Cristóbal) en las quebradas que cortan llanuras eólicas los depósitos son arena con capas de cantos rodados, guijarros y algunos lentes de areno-arcillosas y arcillo-arenosos.

En los sectores donde los valles aluvial-proluviales cortan los depósitos marinos y se une con los proluviales (pQ<sub>III</sub>), el corte litológico de los depósitos en descripción presenta una intercalación de arcilla arenosa, arena arcillosa y arenas, cuyo espesor total varía de 5 a 15 m. Las arenas arcillosas y arcilla arenosa varían de medias a pesadas, pardo grisáceas, micáceas con carbonatos, con inclusiones de residuos vegetales, a veces fragmentos de carbón y detritos arcillosos. Las arenas son de grano fino y grueso, micáceos polimictos de color pardo y amarillo-grisáceo, con inclusiones de grava y guijarros de rocas metamórficas a intrusivas, además se

encuentran lentes de grava y guijarros con diámetros de 2 a 5 cm, redondeados y bien redondeados; de estratificación cruzada cuyo espesor varía de 2 – 4 m.

Los depósitos marinos de la segunda terraza ( $mQ_{III}$ ) están distribuidos solo en el Sur de la región en estudio, afloran al S-SO de Jayanca en el estuario La Leche, encontrándose en casi todos los pozos.

Las cotas absolutas de su techo varían de 10 – 55 m.

Los depósitos descritos yacen sobre una superficie erosionada de depósitos marinos del Cuaternario Inferior y Medio. La presencia de un "horizonte basáltico" en la base de esta secuencia marina, la diferencia litológica comparando con depósitos marinos más antiguos, se observa claramente en la parte superior de la segunda terraza marina. En el desierto de Sechura los depósitos están indicados condicionalmente, debido al abigarramiento de su litología y ausencia de fósiles. En los sectores la línea de contacto entre estos depósitos está indicada por las cotas absolutas del techo de los depósitos del Cuaternario Medio. El corte litológico en el estuario La Leche está representado por guijarros con cantos rodados, con espesor de 25 -28 m; presenta capas delgadas (10 -12 m) de arcillas limosas y arenas arcillosas; cerca al desierto de Sechura los depósitos se tornan más arcillosos. En general estas son arcillas pesadas de color pardo oscuro y gris verdoso, con capas delgadas de margas, concreciones de carbonatos, venas de calcita, y en algunas partes yeso, además se observa capas delgadas (10 – 20 m) de arenas arcillosas y arcillas con arena dispersada. Los depósitos referidos se reconocen por presentar arenas cuarzosas finas y gruesas con inclusiones de guijarros, intensamente carbonatados, a veces cementados (5 – 10 m).

El espesor de los depósitos marinos alcanza 40 m cerca al contacto con la tercera terraza y 10 m en el contacto con la primera terraza marina.

**Series del Cuaternario Superior y Reciente ( $Q_{III-IV}$ ) no diferenciados.-** Está representado por cinco tipos genéticos de sedimentos. Estos son: lacustre-lagunares, de cobertura, eólicos, proluvial-deluviales y aluvial-proluviales.

Los depósitos lacustre-lagunares (II  $Q_{III-IV}$ ) se encuentran al Oeste y Sur de Jayanca y ocupan, las partes inferior y central del estuario La Leche, formando una llanura plana baja, aflorando en toda la zona y algunos casos se hallan cubiertos por arenas eólicas. Las cotas absolutas de su techo varían de 35 a 120 m.

Estos depósitos cubren principalmente la segunda terraza marina y parcialmente la tercera estando en contacto en algunos lugares con depósitos proluviales ( $pQ_{III}$ ) y aluvial-proluviales ( $pdQ_{III}$ ). Estos, por lo visto, se han depositado en una laguna y/o

lago residual, transportados por los caudales de los ríos Olmos y Cascajal. El corte litológico consiste en una secuencia de capas muy delgadas de sedimentos con espesor variable de 3 – 5 m hasta 32 m. Además en la parte inferior del corte se encuentran arenas gravosas y en el techo arenas finas, muy finas, arcillosas y micáceas.

Las arenas son grises y gris amarillentas, polimictas, el espesor varía de 2 – 3 m hasta 9 m. Cubren a estas arenas, arcillas arenosas medias a pesadas, sedimentados como una sucesión de capas muy finas, con lentes limosos de color azul grisáceo, pardo grisáceo, con inclusiones de residuos vegetales en descomposición, carbón vegetal y capas orgánicas antiguas, con presencia de arenas muy finas en los contactos. En algunos lugares se encontraron capas muy delgadas (1-5 cm) de arcillas pesadas, grises, con concreciones de carbonatos de color blanco y gravas cuarzosas. El espesor total de las arcillas arenosas llega de 2 – 9 m.

El espesor total de los depósitos descritos en estos sectores disminuye algunas veces de 14 – 8 m y generalmente de 4 – 2 m.

Los depósitos eólicos (VQ<sub>III-IV</sub>) se encuentran prácticamente en casi toda la región en estudio, cubriendo depósitos de diferentes edades, las áreas mas grandes de su distribución se encuentran en el desierto de Sechura formando taludes de gran espesor (hasta 50 m) al pie de las laderas montañosas. Las arenas son finas y muy finas de granulometría uniforme cuarzosas de colores grises y amarillo-grisáceos, en algunos lugares están semifijas por plantas. En los estuarios los depósitos arenosos se encuentran en sectores abiertos al viento que sopla hacia el Norte; por ejemplo en el valle de Olmos. Las arenas transportadas por el viento forman en el lecho opuesto de los cerros y laderas montañosas, lomas eólicas alargadas de 8 – 10 m de altura o acumulaciones en forma de montículos grandes delante de los estrechos ubicados en la parte inferior del valle de Olmos y en la confluencia de los ríos San Cristóbal y Cascajal. Aquí las arenas son finas, limosas, cuarzosas, ligeramente micáceas, con un espesor de 2 – 8 m.

Los depósitos de cobertura (pr Q<sub>III-IV</sub>) son posiblemente de origen eólico y fluvial o eólico y aluvial. Están ampliamente distribuidos formando depósitos de poco espesor. Se diferencian mejor en la superficie de terraza marina, alcanza espesores de 4 – 16 m en la tercera terraza y 2 m como máximo en la segunda terraza. El corte presenta principalmente arcillo-arenosas ligeras a pesadas, de color pardo y pardo grisáceo, limosos, macroporosos con residuos de plantas, óxidos de fierro, ligeramente carbonatados, además se observan inclusiones de grava y guijarros pequeños, capas delgadas de arenas arcillosas limosas, macroporosas y lentes

delgados de arena fina limosas. En general, tienen un espesor de 2 – 4 m y en algunos lugares llegan a 16 m.

Los depósitos proluvial-deluviales y deluvial-coluviales están distribuidos a lo largo de las laderas montañosas en forma de franjas angostas de 0.1 – 0.2 Km. hasta 1.0 Km. en las llanuras proluvial-deluviales de pie de monte, formando pequeños conos de deyección actuales y taludes deluvial-coluviales angostos, al pie de cerros aislados y laderas de suave pendiente. Las cotas absolutas de su techo varían de 110 – 400 m.

El corte litológico de los depósitos deluvial-coluviales y taludes deluviales en laderas compuestas por cuarcitas, intrusivas y rocas volcánicas está conformado de bloques angulosos grandes y pequeños, cascajo grueso con relleno (15 – 20 %) arenoso-arcilloso y arena. En laderas formadas por esquistos y calizas son característicos los depósitos de cascajo menudo y grueso con bloques, cuyo relleno (25 – 30 %) es arcillo-arenoso. El espesor de estos depósitos varía de 1 – 5 m.

La litología de los depósitos que forman las llanuras proluvial-deluviales, de pie de monte inclinados y los pequeños conos de deyección actuales mayormente están conformados por detritos gruesos, con relleno (20 – 25 %) arcillo-arenosos y arenas. En los bordes de las llanuras y de los conos de deyección, los detritos son más pequeños y aumenta el porcentaje de relleno (30 – 35 %). El espesor de depósitos es de 5 – 10 m.

Los depósitos aluvial-proluviales. Están ampliamente distribuidos en las llanuras proluvial-deluviales de pie de monte y llanuras proluviales preandinas, formando valles angostos de escorrentías temporales que cortan las llanuras mencionadas.

El ancho de los valles varía de 10 – 50 m hasta 500 m; el espesor de estos depósitos correspondientes a valles angostos es de 3 – 5 m y a valles anchos llega a 10 m. En los valles se diferencian bien el cauce y un conjunto de terrazas, de ancho variable de algunas decenas a algunas centenas de metros. El cauce de las escorrentías en los cursos superiores del valle, está formado por guijarros y cantos rodados con inclusiones de cascajo grueso y menudo, el relleno (10-15 %) es arenoso; en cambio, en los cursos medio o inferior, los depósitos son guijarros y arenas con inclusiones de cascajo grueso y menudo y capas delgadas (1.0 – 1.5 m) de arena arcillosa y arcilla arenosa. El espesor total es 1 – 3 m. Los depósitos del cauce se encuentran en los depósitos de las terrazas.

Serie Reciente (Q<sub>IV</sub>).- está representada por cuatro tipos genéticos: depósitos marinos, aluvial-proluviales, aluviales y eólicos.

Los depósitos marinos de la primera terraza ( $mQ_{IV}$ ) se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, fuera de la región en estudio. Estos depósitos están distribuidos en la primera terraza marina y se encontraron durante la perforación de los pozos 2<sup>R</sup>, 19<sup>R</sup>, 27<sup>R</sup>; según los cortes regionales éstos terminan en el Océano. Las cotas absolutas de techo de los depósitos varían de 0 – 10 m. En gran parte del área en estudio, los depósitos marinos suprayacen sobre una superficie denudada de depósitos marinos del Cuaternario Inferior y en la parte superior de las terrazas sobre depósitos de la segunda terraza marina; el espesor según resultados de perforación y geofísica llega a 10 – 15 m.

El corte litológico presenta arenas heterogéneas, pardos y gris claros, cuarzosos, con inclusiones (10 – 15 %) de guijarros y grava bien redondeadas, capas delgadas arcillo-arenosas de color pardo grisáceo y espesor de 0.5 -1.0 m; además se encontraron lentes de yeso blanco, amorfo o cristalino de espesor entre 0.2 – 1.0 m.

En los depósitos se encuentran conchas marinas de moluscos. Debajo de las arenas subyacen arenas y conglomerados o arcillas y arenas más antiguas; mientras que algunos sectores se encuentran cubiertos por arenas eólicas recientes.

Los depósitos aluviales están difundidos por toda la región en estudio, en los valles de los ríos Ñaupe, Cascajal, San Cristóbal, Olmos, Motupe, Salas, La leche (y tienen un ancho que varía entre 0.1 – 1.5 Km.).

Todos los valles aluviales se encuentran cortando los valles aluvial-proluviales. De igual manera todos los niveles de terrazas entre los valles fluviales se encuentran distribuidos uno sobre otro. Las cotas absolutas del techo de los depósitos aluviales varían en un gran intervalo de 60-700 m.

Los depósitos de cauce y de la terraza de inundación baja.- Se describen conjuntamente, ya que el ancho total del cauce y de la terraza de inundación baja (presente en remanentes) no sobrepasa los 200 m; además, la litología en ambas partes es similar.

El corte de los depósitos está compuesto por guijarros con grava y guijarros con arenas, además en la parte superior de las terrazas de inundación se observa capas delgadas de arenas arcillosas ligeras, arcillo-arenosas y arenas muy finas limosas con residuos de plantas. En el curso medio e inferior de los ríos San Cristóbal, Cascajal, Olmos, Motupe, Salas y La Leche los depósitos del cauce y terraza de inundación baja con arenas heterogéneas, cuarzosas, de estratificación cruzada, con lentes de guijarros con grava y capas delgadas de arena arcillosa, areno-limosa. El color predominante es gris y gris amarillento, los detritos son redondeados y bien

redondeados en su composición petrográfica predomina el cuarzo, las areniscas y rocas intrusivas. El espesor total es 1 – 10 m.

Los depósitos de la terraza de inundación alta se reconocen en todos los valles de remanentes de la terraza en mención; en una extensión de 2.0 – 2.5 Km., variando el ancho de las mismas de 5 – 8 m hasta 250 m. En su parte superior, el corte litológico está representado por arenas muy finas, cuarzosas, micáceas, de estratificación delgada o son arena-arcillosas limosas con lentes de arcilla arenosa e inclusiones de residuos vegetales. En la parte inferior del corte se encuentran arenas finas y gruesas, cuarzosas, de estratificación cruzada, con lentes de grava, guijarros e inclusiones de cantos rodados. El color característico es el amarillento, amarillo-grisáceo y gris claro.

Los detritos tienen un grado de redondez medio en su curso superior y bueno en su curso medio. El espesor de los depósitos varía de 2 – 6 m.

Los depósitos de la primera terraza están ampliamente distribuidos en los valles de los ríos Cascajal, Olmos, Salas, La Leche. En estos valles, el ancho de la terraza varía de 100 – 700 hasta 1,000 m y en el caso de los ríos pequeños dicha terraza se presenta en forma de pequeñas acumulaciones, variando el ancho de 5 – 8 hasta 200 m.

Estos depósitos consisten en una intercalación de arenas y arcillo-arenosas con inclusiones de residuos vegetales y lentes (0.2 – 1.5 m) de arena arcillosa. Las arenas son de grano fino, medio y muy finos, limosos, micáceos, polimictos, de colores amarillo-grisáceo y amarillentos.

Las arcillas arenosas son pesadas y ligeras, de estratificaciones delgadas, pardo-amarillentas y amarillo-grisáceas. En la base del corte yacen generalmente una capa de arenas con guijarros y grava. El espesor total varía de 4 – 16 m.

Los depósitos aluvial-proluviales se encuentran en todas partes de la región en estudio, formando los talwegs de quebradas pequeñas y valles pequeños de acumulación, erosionados por escorrentías temporales. El ancho de estos valles varía de 5 – 10 m hasta 70 m y a veces llega a 150 m. Las cotas absolutas del techo de los depósitos varían de: 60 – 140 m en las llanuras y 700 – 800 m en los pie de monte.

El corte litológico y espesor de estos depósitos varía desde el pie de monte a las llanuras, de detritos gruesos angulosos o detritos pequeños bien redondeados. En las zonas de laderas montañosas y en las llanuras de pie de monte y preandinas, éstos son bloques pequeños con cantos rodados y guijarros y el relleno (30 %) es

arenoso, consistente en arenas con cascajo menudo e inclusiones de cascajo grueso y guijarros. Mas alejados de las laderas montañosas en el corte predominan las áreas heterogéneas con inclusiones de guijarros y grava, además capas delgadas (0.5 – 1.5 m) de arena arcillosa y arcilla arenosa. El espesor de los depósitos disminuye en el curso inferior de 8 – 5 m en el curso superior.

Los depósitos eólicos ( $vQ_{IV}$ )- se encuentran principalmente en los estuarios, en las zonas que limitan con el desierto de Sechura y en el mismo desierto, formando una cobertura de arenas errantes, que rellenan los valles, quebradas y montículos de arenas semifijadas por plantas.

El corte litológico presenta arenas finas, cuarzosas, amarillo-grisáceos, seco, homogéneo, y pulverulentas. El espesor varía de 0.5 a 3.0 m.

### **Rocas Intrusivas y Filonianas**

En la región en estudio las rocas intrusivas están ampliamente distribuidas especialmente en la parte oriental, donde forman un macizo alargado de dirección submeridional (cerros: Lucho Potrero, Pucará, Chonta, Octurca y otros) en la parte central los afloramientos representan algunos lacolitos descubiertos por la erosión, ocupando áreas poco considerables (cerro La Vieja).

Las rocas intrusivas principalmente son plagiogranitos, granodioritas (de horblenda con biotita), dioritas y sus respectivos derivados; mayormente son de composición ácida y neutra.

Todas las rocas encontradas en la región genéticamente están relacionadas con la intrusión del Batolito Andino de la Costa, cuya edad inicial establecida por interrelación geológica y métodos radiométricos y considerados por la mayoría de geólogos, es Cretácico Superior, la edad final en el Noroeste se considera como Neógeno.

En base a estos resultados no se excluye la posibilidad de que la intrusión de la mayor parte de granitoides haya ocurrido simultáneamente con la formación de una secuencia volcánica.

Al Batolito Andino, en edad y génesis, están unidos otros pequeños intrusivos y diques de composición ácida (pórfidos dacíticos, pórfidos graníticos), medios (andesitas y dioritas porfiríticas) y básicas (gabro basáltico).

La longitud de los intrusivos pequeños y diques, por lo general, son de 50 – 200 m y en algunos casos llegan hasta 1,000 m, mientras que el espesor varía de 0.5 – 20 e incluso a 100 m.

Probablemente, los cuerpos subvolcánicos de efusión se encuentran en relación paragenética con los efusivos de la formación Porculla, dacíticas, liparíticas y mayormente son andesitas porfiríticas, dacitas porfiríticas, liparita-dacita, porfiríticas y pórfido liparítica y andesita-dacita.

#### **4.2.2. GEOMORFOLOGIA**

La conformación geomorfológica de la región en estudio está determinada por el conjunto de procesos endógenos y exógenos, y principalmente por los rasgos predeterminados por los factores endógenos: movimientos en bloques en diferentes direcciones, vulcanismo, dislocaciones disyuntivas, etc, como resultado de los cuales se formaron las estructuras tectónicas principales, mayormente durante el Paleógeno - Neógeno.

La diversidad de estructuras tectónicas, de los cuales dependen las particularidades del relieve, así como las condiciones hidrogeológicas e ingeniero-geológicas, ha determinado la necesidad de una zonificación geoestructural de la región.

##### **A. Zonificación Geoestructural**

En el presente informe se entiende por zonificación geoestructural, a la diferenciación, en los límites de la región investigada, de diferentes estructuras tectónicas, según el carácter de su manifestación en el relieve (morfoestructura), las condiciones de abastecimiento y de descarga de las aguas subterráneas (estructuras hidrogeológicas), etc.

La morfoestructura, es decir, las estructuras tectónicas que resultan en el relieve que han sido originadas por procesos tectónicos recientes con participación de factores exógenos, se clasifican según : los desplazamientos tectónicos mas recientes (positivos o negativos), la correlación con el plano tectónico antiguo (reactivados o superpuestos), su condición activa o pasiva, la correlación con el relieve actual (directas o inversas), su conformación geológica, su edad y por su medidas que determinan el rango taxonómico de la morfoestructura.

La región en estudio está situada dentro de los límites de la zona plegada de los Andes (zona orogénica epigeo-sinclinal) que es la morfoestructura del primer orden en el Noroeste del Perú y que a su vez se subdivide en morfoestructuras del segundo orden "anticlinorios y sinclinorios", que se manifiestan en el relieve a través de elevaciones y depresiones.

En las zonas de investigaciones según criterios antes mencionados, se destacan tres morfoestructuras del segundo orden: La Cordillera Occidental de los Andes, la estructura intermedia (zona de confluencia) y la cuenca superpuesta del terciario.

La Cordillera Occidental de los Andes situada en los límites del área en estudio en la parte de su pendiente al pacífico, es un anticlinorio prolongado submeridionalmente, que se destaca en el relieve por ser un macizo montañoso, cuya altura llega a los 2,500 m y más, es decir, la Cordillera Occidental es una morfoestructura positiva con manifestación directa en el relieve.

Ella se ha formado sobre un basamento Meso-Paleozoico denudado, elevado hasta la altura de 1,000 m como resultado de un levantamiento muy reciente (Mioceno - Plioceno) que aún continúa.

La conformación geológica de la Cordillera Occidental está representado por rocas metamórficas del paleozoico y mesozoico de dislocación compleja, formaciones volcánicas e intrusivas Meso-Cenozoicos y Cenozoicos que originan morfoestructuras de órdenes inferiores, que se manifiestan en diferentes formas en el relieve y no se dan en esta parte del informe.

Cabe anotar que las rocas Paleozoicas, divididas en bloques individuales por fallamientos tectónicos afloran principalmente en la parte inferior de la Cordillera Occidental.

La estructura intermedia (zona de confluencia) ocupa una posición intermedia entre la morfoestructura positiva (Cordillera Occidental) y la negativa (cuenca superpuesta del Terciario) que se caracteriza por su compleja conformación morfotectónica, esto se explica principalmente por su papel de "bisagra" entre las morfoestructuras del II orden, que sufren desplazamientos tectónicos multidireccionales.

Entre ellas se encuentran las estribaciones sublatitudinales de la Cordillera Occidental y las montañas aisladas, morfoestructuras positivas. Las depresiones intermontañosas, situadas entre las estribaciones y la depresión próxima al fallamiento que abarca la zona de confluencia desde el occidente, morfoestructuras negativas.

Estas morfoestructuras se diferencian por su correlación con la antigua forma tectónica y el relieve actual, por su conformación geológica y edad.

#### MORFOESTRUCTURAS POSITIVAS DEL III ORDEN

Estribaciones sublatitudinales compuestas por rocas metamórficas Paleozoicas fuertemente dislocadas, se formaron como resultado de una elevación general de la

región durante el proceso de plegamiento "Peruano" y luego parecen haberse reactivado como resultado de una perturbación tectónica de los bloques durante el Paleógeno - Neógeno.

En la actualidad los bloques elevados de las rocas Paleozoicas se manifiestan en el relieve por cadenas de poca longitud y altura (hasta 1,000 m) intensamente denudadas. Las cadenas son morfoestructuras reactivadas que tienen correlación directa con el relieve.

#### MORFOESTRUCTURAS NEGATIVAS DE III ORDEN

Las depresiones intermontañas están limitadas en su contorno por las estribaciones de la Cordillera Occidental y las disyunciones tectónicas de orientación variada. El basamento en estas depresiones tiene cotas absolutas que varía mayormente de 20 - 50 m y está compuesto generalmente por rocas Paleozoicas. Sobre el basamento se encuentra una capa bastante potente (200 m) de sedimentos arcillo-arenosos continentales y marinos, que forman en el relieve llanuras bajas (cotas absolutas 150 - 160 m). La ausencia de formaciones Paleogénicas y el poco espesor de depósitos de Neógeno en estas depresiones, indican de la reciente formación de estas morfoestructuras negativas.

Las áreas entre los ríos San Cristóbal - Cascajal y Motupe - Salas son depresiones de este tipo. Los valles de dichos ríos coinciden con las disyunciones tectónicas en el contacto montañoso y depresiones.

Cabe anotar que la llanura entre las áreas Olmos - Chiniama compuesto por una capa de formaciones continentales Cuaternarias, tienen origen diferente. Las cotas absolutas de la superficie de la llanura varía de 160 - 220 m y el basamento tiene cotas absolutas de 100 - 150 m y está compuesta exclusivamente de rocas Paleozoicas fuertemente denudadas.

Depresiones formadas en los grandes fallamientos y sistemas adyacentes, debido a una intensa denudación. Estas son morfoestructuras longitudinales negativas, que tienen orientaciones hacia el Noreste.

Los valles de los ríos La Leche y Olmos actualmente coinciden con las zonas axiales de las depresiones, estando formado el basamento por formaciones Paleozoicas y Mesozoicas. Dichas estructuras posiblemente se formaron durante la fase "Peruana" de tectogénesis, por cuanto en algunos casos las fallas han sido rellenadas por intrusivos Cretáceo - Neogénicos. Estas depresiones (morfoestructuras negativas) conservan su estructura originaria y se manifiestan en el relieve en forma directa.

## **B. Conformación Geomorfológica**

Las grandes variaciones de las cotas dentro de los límites de la zona estudiada han sido determinadas por la considerable energía del relieve y la manifestación de varios procesos exógenos. En la zona de elevación (estructuras positivas) predominan los procesos de denudación y transporte mientras que en la zona de las cuencas (estructuras negativas) predominan los procesos de acumulación y en menor proporción se desarrollan procesos de denudación.

Bajo la acción de los procesos exógenos y endógenos, que se manifiestan en la elevación estable de la Cordillera Occidental durante el Cuaternario, en las estructuras positivas se formó un mesorelieve tectónico denudado.

Durante el Cuaternario en las estructuras negativas predominan los procesos exógenos de acumulación y en menor proporción se desarrolla la denudación (erosión y deflación y otros).

Los factores endógenos, fundamentalmente los movimientos epirogénicos, tienen una acción subordinada en las estructuras negativas, habiendo condicionado una serie de ciclos de denudación y acumulación que se manifiesta en el relieve por medio de terrazas marinas, aluviales, aluvial-proluviales y por varias generaciones de sedimentos en las pendientes. La heterogeneidad genética, las diferentes tendencias e intensidades con que se manifestaron los procesos endógenos y exógenos durante el Neógeno - Cuaternario han determinado la variedad de forma de mesorelieve y sus elementos.

## **C. Geomorfología Histórica**

El mar se retiró de la cuenca superpuesta del terciario como resultado de una elevación regional y en la región en estudio se estableció un régimen completamente continental que existió hasta el final del Plioceno.

Al final del Plioceno y comienzo del Pleistoceno se inicia la trasgresión cuaternaria que tuvo carácter mundial, condicionado por una tectogénesis global novísima, la trasgresión existió posiblemente hasta mediados del Pleistoceno temprano. Como resultado de la trasgresión que abarcó la cuenca superpuesta del terciario dentro de la región estudiada y la zona de confluencia, se forma la IV terraza marina, de edad Pleistoceno temprano. Esta terraza fue registrada al Noroeste del área de los trabajos, donde sus cotas absolutas son hasta de 270 - 300 m. En el área estudiada han sido descubiertas sedimentos marinos de dicha edad por una serie de pozos de 60 - 70 m de profundidad, en los estuarios Motupe - Salas y Cascajal, San Cristóbal.

Sedimentos análogos se encuentran en los escarpes litorales de abrasión, en la zona de los poblados Pimentel y Santa Rosa bajo formaciones marinas más jóvenes, con cotas absolutas de 0 - 5m. A su vez, entre los ríos Olmos y Cascajal y por la margen izquierda del río Olmos en cotas absolutas de 300 - 350 m se registran superficies aplanadas originadas en el Paleozoico, con aspecto de "mostradores" a lo largo de las pendientes de afloramientos del basamento. No se excluye que dichas superficies sean sectores de abrasión de la cuarta terraza marina.

Según los expertos la trasgresión mundial del Plioceno - Pleistoceno temprano alcanzó cotas medias de 120 - 140 m. Debido a ello se puede suponer que las cotas más altas 300 m de la cuarta terraza que se dan por todo el litoral del Perú, están ligadas a una elevación novísima que se ha prolongado también durante el Pleistoceno temprano. Los signos coincidentes de los movimientos a nivel mundial del océano y del litoral del Pacífico han condicionado tanto las altas cotas de las terrazas así como las insignificantes (10 - 20 m), así también el escaso espesor de los sedimentos marinos del Cuaternario Inferior a lo largo de la ladera montañosa. En la cuenca superpuesta del Terciario, el espesor de los sedimentos marinos del Cuaternario Inferior aumenta hasta 65 m.

Al Este de la región, en los Andes, en esta época predominó el régimen continental con intensa manifestación de los procesos de tectogénesis. La diferenciación de las cadenas y depresiones intermontañas continuó y en estas últimas se acumuló el material suelto de las laderas. A lo largo de las depresiones se formaron los valles de grandes ríos: Huancabamba y Tabaconas.

A mediados del Pleistoceno temprano comienza la primera regresión del Cuaternario hasta cotas absolutas de 50 - 80 m y en toda la región estudiada se establece un régimen continental. La regresión que continúa hasta el final del Pleistoceno tardío, fue acompañada de intensa erosión de los depósitos marinos continentales del Cuaternario Inferior, los que no se han encontrado en la superficie de la región en estudio.

Al final del Pleistoceno temprano comienza la segunda trasgresión, más prolongada, con una serie de interrupciones hasta el fin del Pleistoceno medio. Como resultado de dicha trasgresión se formó la tercera terraza del Cuaternario Medio llamada en el Noroeste del Perú "Terraza Talara". Las cotas absolutas de las terrazas llegan a 100 - 150 m, en la zona de Paita, 150 - 160 m en la región en estudio y 240 - 260 m al Sur del país; la segunda trasgresión Cuaternaria mundial alcanzó cotas de 100 - 140 m. La comparación de las cotas absolutas de la terraza permite suponer una

pequeña elevación del litoral peruano después del cuaternario Medio, cuya intensidad (altura) disminuía de Sur a Norte.

Sobre la trasgresión del Pleistoceno Medio se formaron por lo menos dos regresiones globales glaciales, condicionadas por los enfriamientos planetarios y acompañados por el establecimiento del régimen continental en la región en estudio.

Las interrupciones de la trasgresión están conformadas por el carácter de los depósitos de la zona de litoral, en donde mediante perforaciones de la capa de depósitos marinos del Cuaternario Medio se han encontrado dos paquetes de depósitos continentales proluvial-deluviales de 15 - 20 m de espesor y ocupan extensiones considerables en planta.

Durante el Pleistoceno Medio, repetidos enfriamientos y aumentos de humedad en la zona de la cordillera, originó el descenso de la línea de hielo y la congelación de las partes altas de las cadenas montañosas, los hielos allá formados descendieron a los valles, lo que se puede ver en los sectores de los valles de perfil transversal en forma de artesa, por ejemplo el de Huancabamba. Como resultado del humedecimiento excesivo de las laderas de los depósitos originado por el deshielo, en algunos valles se produjeron grandes huaycos acumulándose en la premontaña. Semejantes huaycos se han encontrado en la región estudiada en los valles de los ríos Salas, Olmos, Chiniama. En la premontaña en los períodos de enfriamiento y aumento de la humedad se produjo una formación intensa de depósitos de la ladera (proluvial - deluviales).

Durante los períodos cálidos y secos, que corresponden a las épocas de trasgresión, ocurrió a lo largo del litoral un intenso transporte de la arena; en todo caso, en las pendientes del contorno montañoso se encuentran frecuentemente montículos de arenas eólicas, de 3 - 4 m de espesor, en la capa de depósitos proluvial-deluviales del Cuaternario Medio.

A veces dichas arenas forman grandes macizos, pero cabe anotar que es imposible separarlas de los sedimentos eólicos más recientes del Cuaternario Superior.

En la segunda mitad del Pleistoceno Medio, como resultado de la regresión subsiguiente de carácter mundial, por lo visto (hasta cotas absolutas de 100 - 200 m) se establece un régimen continental en la región estudiada. A excepción de las laderas del contorno montañoso, donde están ampliamente desarrollados los taludes proluviales y proluvial-deluviales, la superficie era una gran terraza marina de gran desarrollo de los procesos eólicos y fluviales. Por lo visto, la formación de las

grandes quebradas por las escorrentías temporales y la intensa disección de los taludes proluviales, proluvial-deluviales y eólicos es de esta época.

Como resultado de la elevación general epirogénica de la región se han reforzado los procesos erosivos en la zona montañosa y el deslave de los depósitos acumulados, debido a lo cual, aquí prácticamente no se han conservado los sedimentos de dicha edad.

Por lo visto, al final del Pleistoceno Medio y comienzo del Pleistoceno Tardío, parte de la región estudiada es abarcada por una nueva trasgresión global que alcanza cotas de 60 - 65 m.

En la parte de la región donde se ha conservado el régimen continental predominando los procesos de deflación y acumulación eólica, continúa la formación de amplios taludes eólicos al pie de las laderas del contorno montañoso, llegando el espesor total de las arenas eólicas acumuladas durante el Pleistoceno Medio y el Pleistoceno Tardío a 45 m y más.

La trasgresión del Pleistoceno Tardío no fue prolongado, lo que se deduce del escaso espesor (10 - 40 m) de los sedimentos marinos y fue sustituida por una trasgresión glacial global condicionada por un enfriamiento general. De esta época data la formación de amplios valles aluvial-proluviales del Cuaternario Superior, así como de llanuras proluvial-deluviales en las laderas de la montaña baja.

Generalmente, los depósitos de la ladera del Cuaternario Reciente se han depositado sobre formaciones del cuaternario Medio más antiguo de la misma génesis; rara vez se depositaron sobre formaciones del Cuaternario Medio en forma de manto. En las pendientes se forman valles aluvial-proluviales angostos (quebradas) siendo mas intensa la disección erosiva de los taludes del Cuaternario Medio - Cuaternario Reciente.

El aumento de la humedad del aire y el relativo enfriamiento en la parte montañosa de la región originan un descenso de la línea de hielo hasta 3,200 - 3,400 m y la aparición de centros glaciares en el curso alto del río Huancabamba, en las montañas de Peña Blanca y otros tramos.

La congelación tuvo un carácter montañoso y de valle. La ofensiva de los glaciares fue detenida por el deshielo ligado al aumento de la temperatura y que fue acompañado por la formación del relieve glaciar e hidroglaciar, lo que atestigua las precipitaciones glaciares e hidroglaciares por etapas, como la existencia de diferentes (por su conservación) terraplenes de morenas.

Durante el Pleistoceno Tardío se formaron en los valles montañosos la tercera y segunda terrazas que son frecuentemente de zócalo, lo que muestra la existencia de dos etapas de la elevación neotectónica durante el Pleistoceno tardío, siendo la magnitud del corte o encaje de 60 - 70 m después de la formación de la tercera terraza y de más de 10 m después de la formación de la segunda.

Cabe anotar que la etapa neotectónica (Paleógeno - Cuaternario) de desarrollo de la zona Norte de la Cordillera, se caracteriza por sus elevaciones cíclicas que alterna con etapas de relativa calma durante los cuales se formaron las superficies denudadas de aplanamiento.

Por lo visto, la cuenca superpuesta del Terciario no fue afectada por la elevación del Pleistoceno Tardío, por cuanto las cotas absolutas de la terraza marina del cuaternario tardío (60-65 m) poco se diferencia de las cotas absolutas medias (40-60 m) de las transgresiones mundiales del Pleistoceno Tardío.

Desde mediados del Pleistoceno Tardío hasta la actualidad, existe un régimen continental en la mayor parte de la región en estudio con un gran desarrollo de procesos físico - geológico: eólicos, erosivos, de laderas, de meteorización, etc. Bajo la acción de dichos procesos se formaron los valles actuales, valles aluvial-proluviales, pequeños conos de deyección y muchas otras formas y elementos del relieve.

Como resultado de esta última se formó la primera terraza marina con cotas absolutas hasta 12 m que se prolonga en una franja relativamente angosta a lo largo del litoral actual.

#### **4.2.3. CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS**

Desde el punto de vista geoestructural, la zona de interés forma parte del Plegamiento Andino y dentro de sus límites se diferencian 3 grandes estructuras de primer orden:

La cuenca terciaria superpuesta o depresión tectónica de Sechura, el primer ramal anticlinorio de la Cordillera de los Andes, y entre ellos, la zona de confluencia o estructura intermedia entre las dos primeras.

La estructura de confluencia o intermedia mencionada, constituye un sistema de estribaciones sublatitudinales de la Cordillera Occidental y de cuencas (estuarios) en los que se asientan las Pampas de Olmos.

La Cordillera Occidental de los Andes y sus estribaciones sublatitudinales están formadas por rocas magmáticas que guardan entre sí un gran intervalo de edades: desde el Paleozoico hasta el Paleógeno.

Las complejas condiciones de estas grandes geoestructuras y las diferentes condiciones de acumulación sedimentaria a través del tiempo geológico, determinaron las particularidades de la conformación geológica y geomorfológica de la región. Ante todo estos factores influyeron en la diferenciación litogenética de los depósitos sueltos que rellenan la depresión de la zona de confluencia y la cuenca terciaria superpuesta. Las depresiones de la zona de confluencia están rellenas de sedimentos continentales y marinos de edad Cuaternaria, con espesor de 100-200 m y yacen sobre rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico.

Dentro de los límites de la cuenca terciaria superpuesta, predominan depósitos marinos de edad Cuaternaria con espesor de 150-160 m, que yacen sobre formaciones térreas, marinas del Neógeno-Paleógeno, con espesor que varía de 150 - 300 a 1,000 m ó más, según datos del levantamiento se han establecido, subdivisiones genéticas y estratigráficas de los depósitos Cuaternarios.

Las aguas subterráneas se encuentran en los depósitos Neógeno-Cuaternarios que rellenan las depresiones arriba mencionadas y en la corteza de meteorización de las rocas de basamento. La fuente principal de alimentación o recarga de las aguas subterráneas la constituye la escorrentía superficial distribuida para riego en la parte superior de los valles.

Cuadro N° 4.3.

**RESERVAS DINAMICAS Y EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS**

| DENOMINACION DE LOS FRAGMENTOS DEL MODELO | AÑO DE CALCULO | RESERVAS DINAMICAS m <sup>3</sup> /s |                             |                            |                         |             | Extracción de aguas subterráneas |             |
|---|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
|   |                | Aflujo exterior                      | Infiltración desde el campo | Pérdidas desde los canales | Pérdidas desde los ríos | TOTAL       | m <sup>3</sup> /s                | %           |
| 1   | 2              | 3                                    | 4                           | 5                          | 6                       | 7           | 8                                | 9           |
| Cascajal - San Cristobal                  | 1,976          | 0.17                                 | 0.21                        | 0.14                       | 0.1                     | 0.62        | 0.53                             | 85.5        |
| Olmos                                     | 1,976          | 0.08                                 | 0.07                        | -                          | 0.02                    | 0.17        | 0.13                             | 76.5        |
| Motupe                                    | 1,973          | 0.46                                 | 0.39                        | -                          | 0.43                    | 1.28        | 1.16                             | 90.6        |
|   | 1,976          | 0.3                                  | 0.34                        | -                          | 0.32                    | 0.96        | 0.79                             | 82.3        |
| Salas                                     | 1,973          | 0.18                                 | 0.16                        | -                          | 0.1                     | 0.44        | 0.27                             | 61.4        |
| Jayanca - Pacora                          | 1,973          | 0.21                                 | 0.1                         | 0.22                       | -                       | 0.53        | 0.32                             | 60.4        |
| <b>Total en Promedio 1,973 - 1,976</b>    |                | <b>1.02</b>                          | <b>0.91</b>                 | <b>0.36</b>                | <b>0.59</b>             | <b>2.88</b> | <b>2.18</b>                      | <b>75.7</b> |

En la zona de los valles comprendidos en el Estudio Hidrogeológico ejecutado por Selkhozpromexport se deduce que de las reservas dinámicas totales de aguas subterráneas (2,9 m<sup>3</sup>/s) aproximadamente 1.9 m<sup>3</sup>/s, está constituido por las pérdidas por infiltración en los ríos, canales y en campos bajo riego (excluyendo los gastos de evapo-transpiración) la diferencia (cerca 1.0 m<sup>3</sup>/s) es aportada por el aflujo externo desde el borde montañoso.

Aproximadamente el 75 % de las reservas dinámicas se extrae para riego y abastecimiento doméstico por medio de pozos tubulares de explotación y de norias.

Las reservas estáticas de las aguas subterráneas, según los cálculos efectuados para cada área alcanzan los siguientes valores: Cascajal – San Cristóbal 900 hm<sup>3</sup>, Olmos 200 hm<sup>3</sup>, Motupe – Salas 4,300 hm<sup>3</sup> y Jayanca – Pacora 3,700 hm<sup>3</sup>.

Debido al abastecimiento natural del flujo subterráneo y a la explotación intensiva de aguas para los fines señalados, una parte considerable del área estudiada por Selkhozpromexport se caracteriza por la ubicación profunda del nivel freático de 20 – 50 y más m (en 1976, 44 % del área); de 10 - 20 m, 28 % en menor medida es característica la cercanía de estas aguas a la superficie 5 - 10 m (12 %) y 0.5 m (16 %) en los sectores de anegamiento y sobre humedecimiento natural por estrechamiento de las formas estructurales y artificiales por efecto del riego. Dentro de la zona las aguas subterráneas son predominantemente dulces (hasta 1 gr/l), tipo sódico-hidrocarbonatado, a veces cálcica.

Una mineralización elevada es característica de los sectores con intercambio de flujos, ubicados en los taludes de pie de monte (grava con relleno arcilloso), en las partes centrales de los grandes estuarios, y en las confluencias con el desierto de Sechura, donde la mineralización del agua, en la parte superior del complejo acuífero, aumenta debido a la solución de las sales contenidas en depósitos marinos mas jóvenes.

De igual manera, se nota aumento en la mineralización de aguas subterráneas donde su ubicación es cercana a la superficie (menos en 3 m en áreas de irrigación actual) debido a la intensificación de la evaporación.

Por la presencia predominante de los suelos no salinos y ligeramente salinos en la zona de aeración, por efecto del riego se forman aguas freáticas dulces. En particular, en las condiciones actuales, estas aguas contienen la mas baja concentración de sales en los valles aluvial-proluviales y en diferentes áreas de irrigación actual (donde la profundidad del nivel freático es superior a los 3 m), lo

que constituye una premisa favorable para evaluar la mineralización de las aguas freáticas en las condiciones de proyección.

De acuerdo a los datos de investigaciones realizadas para sustentar el Estudio Definitivo - Parte Irrigación del Proyecto Olmos, se han establecido las regularidades que norman la circulación de las aguas subterráneas, la formación de su régimen, su composición química, la distribución y características de los principales complejos acuíferos correspondientes, etc. Estas regularidades están reflejadas en los mapas analíticos correspondientes y resumidos en el mapa de zonificación hidrogeológica, asimismo, están descritos en el texto del Informe especial Como resultado de las investigaciones ejecutadas, se ha determinado que la transmisibilidad del complejo acuífero (hasta la capa impermeable regional) varía en un amplio intervalo de 10 - 1500 m<sup>2</sup>/día, estableciéndose que las zonas de máxima transmisibilidad se ubican generalmente en los valles aluvial-proluviales y en los sectores de los estuarios donde yacen los horizontes de mayor espesor de los sedimentos gruesos marinos. Se han determinado analíticamente las reservas estáticas de aguas subterráneas y según datos de modelación analógica, se establecieron las reservas dinámicas y de explotación para condiciones actuales y de proyección de calidad de agua y sobre esta base se han diferenciado áreas en las cuales se difunden aguas subterráneas aptas para el riego, aptas condicionalmente y no aptas (de mala calidad).

Las investigaciones realizadas también ha permitido establecer, que en las condiciones de riego por gravedad para la primera etapa del Proyecto, a fin de mantener un estado hidrogeológico favorable en las condiciones de proyección, para posibilitar la utilización de las aguas drenadas para el riego (95 % de extracción), se recomienda para toda la primera etapa, la construcción de 210 pozos de drenaje vertical, principalmente ubicados a lo largo de los canales principales revestidos (140 pozos) con una extracción cercana a los 10 m<sup>3</sup>/s. Se ha examinado también la posibilidad de la construcción de 330 pozos considerando la utilización y capacidad de almacenamiento del complejo acuífero y la intensificación de extracción (15 m<sup>3</sup>/s) durante los períodos de máxima necesidad de agua para riego (4 meses al año), con una variación parcial de la explotación de pozos de drenaje en el resto del período del año.

#### **A. Principales Complejos Acuíferos**

El estudio de los principales complejos acuíferos se basa en la información acerca de las particularidades geólogo-estructurales de la zona, geomorfología, estratigrafía general de los depósitos Neógeno-Cuaternario, documentación geólogo-litológica e hidrogeológica de aproximadamente 300 pozos de explotación, 4 estructurales, 150

de prospección por salinidad, 103 de prospección y 48 de control de régimen. En base a esta información se ha elaborado 67 secciones geólogo-hidrogeológicas (para toda la zona de riego del proyecto), los que se han analizado para definir y sustentar la capa impermeable regional y los principales complejos acuíferos.

La capa impermeable regional en los valles Cascajal, Olmos, Motupe-Salas y La Leche, antes de entrar en contacto con la cuenca de Sechura, está constituida por depósitos relativamente impermeables en la base del complejo acuífero. En relación con esto, en la capa impermeable regional se incluyen:

- Los techos de rocas madres o base de la corteza de meteorización (rocas ígneas y carbonatadas) que sobre ellas, yacen estratos acuíferos de buena permeabilidad y de edad Neógeno - Cuaternarios.
- Los techos de corteza de muy baja permeabilidad formada por depósitos en arcillas, arenas arcillosas  $pdQ_I$  (con inclusiones de bloques y cascajo).

En la cuenca de Sechura, se pudo tomar como capa impermeable regional a un paquete de arcillas de muy baja permeabilidad yacente, en la parte media de la sección  $N_I$ , a profundidades de 150 - 200 m. Por debajo de esta capa impermeable los estratos acuíferos confinados, prácticamente no tienen relación con los complejos acuíferos superiores.

La ubicación de la capa impermeable regional se muestra en las secciones geólogo-hidrogeológicas antes mencionadas.

En la sección del complejo acuífero, sobre la capa impermeable regional, se distinguen además dos capas impermeables relativas. Estas son bien definidas según su extensión, y su presencia permite diferenciar varios complejos acuíferos. La primera capa impermeable relativa (a partir de la superficie) está desarrollada en la parte inferior de una sección de depósitos marinos ( $mQ_{II}$ ) en el techo de los depósitos marinos ( $mQ_I$ ) así como también, en los depósitos de baja permeabilidad que estratigráficamente corresponden al  $pdQ_{I,II}$ . Por encima de esta capa impermeable se extiende un complejo acuífero de aguas freáticas y aguas semiconfinadas (L + Cl) en depósitos de diferente origen y de edad Cuaternario-medio, superior y reciente ( $Q_{II-IV}$ ). La segunda capa impermeable relativa se desarrolla en arcillas, argilitas y limos que yacen en el techo  $N_I$ , como también en los horizontes de baja permeabilidad que estratigráficamente pertenecen a la parte inferior de una sección de depósitos proluviales-deluviales Cuaternarios Inferiores ( $pdQ_I$ ).

Entre estas dos capas impermeables relativas, se difunde el II complejo acuífero confinado (CII) en depósitos marinos y proluviales-deluviales ( $m + pdQ_{I-II}$ ).

En la parte inferior de la sección, entre las capas impermeables segunda y regional, se difunden el III y IV complejos acuíferos en depósitos  $N_1$  y  $pdQ_I$ . Un límite marcado entre los complejos III y IV se observa solo en la cuenca de Sechura.

Es necesario recalcar que los complejos acuíferos enumerados, hidráulicamente se enlazan entre sí, especialmente dentro de los valles y estuarios, a causa del flujo a través de las capas divisorias de baja permeabilidad y a través de las llamadas "ventanas hidrogeológicas" en los sectores donde no existe capa impermeable relativa, acerca de esto, en particular, atestigua la posición cercana de los niveles de carga de los diferentes estratos acuíferos.

Este enlace hidráulico se debilita considerablemente con el desplazamiento de los flujos de aguas subterráneas hacia el Oeste, al introducirse en la cuenca de Sechura, donde como consecuencia, se produce una gran diferencia en la posición del nivel de las aguas freáticas y de los niveles piezométricos, diferencia que alcanza 10 - 15 y más metros.

#### **Complejo Confinado en Depósitos Neógeno - Cuaternarios Inferiores (C III + C IV)**

Este complejo confinado está desarrollado en las partes media e inferior del valle de los ríos La Leche y Cascajal, al Oeste de estas regiones, como también en la zona de contacto con la cuenca de Sechura. En las partes hipsométricas superiores (valles Motupe - Salas, La Leche), este complejo acuífero coincide con la parte inferior de una sección de depósitos Cuaternarios Inferiores proluviales-deluviales. El complejo acuífero, aquí está representado por rocas detríticas grandes con rellenos areno - arcillosos, con espesores de 10 - 50 m.

Las aguas subterráneas son predominantemente dulces con una mineralización de hasta 1 gr/l de tipo hidrocarbonatadas sódicas. Más al Oeste, e hipsométricamente más abajo, el complejo acuífero mencionado está desarrollado en depósitos arenosos (raramente areno-gravosos) de arcillas estratificadas limosas. La mineralización del agua, a medida que se desplaza hacia el Oeste, crece hasta 0.7 - 1.5 y a veces hasta 2 gr/l, las aguas son de tipos cloruro-hidrocarbonatada y cálcico-sódica.

El espesor del complejo varía de Este a Oeste de 20 - 150 y más metros. En la parte Sur de la zona, disminuye hasta 10 - 50 m sobre el eje estructural.

Es preciso señalar que, para el Distrito de Sechura, este complejo acuífero tiene una gran importancia, pues prácticamente constituye una fuente natural de

abastecimiento de agua potable. El caudal en los pozos de prueba alcanzan de 5 - 20 l/s y en la parte occidental hasta 5 - 10 l/s de fluido natural.

### **Complejo Confinado en Depósitos Marinos y Proluviales - Deluviales Cuaternarios Inferiores y Medios (C II)**

Este complejo acuífero está ampliamente difundido en los valles Cascajal, Motupe - Salas, La Leche y en la cuenca de Sechura. Las zonas de distribución y la profundidad a que yacen los techos del C II.

Los tipos genéticos del complejo en referencia, varían a partir de las partes hipsométricamente más altas, en dirección a la cuenca de Sechura, de la siguiente manera:

- Para el valle Cascajal  $pd Q_{I+II} - m Q_{II} + pd Q_{I+II} - m + pd Q_{I+II} - m Q_I$
- Para el valle de Motupe  $pd Q_{I+II} - m + pd Q_{I+II} - m + pd Q_I - m Q_I$
- Para los valles de Salas y La Leche  $m + pd Q_I - m Q_I$
- Para Sechura  $m Q_I$

Los depósitos acuíferos están representados por:

- $p Q_{I+II}$  depósitos de cantos rodados y guijarros con rellenos arcillo-arenosos y areno-arcillosos.
- $m Q_{II}$  arenas y depósitos areno-gravosos, raramente depósitos de guijarros con estratos de arcillas arenosas y limos.
- $m Q_I$  depósitos areno-gravosos con capas de arcilla.

En el valle Cascajal el complejo acuífero mencionado tiene una importancia relativa, su espesor varía de 10 - 50 m con magnitudes mas bajas en las inmediaciones del borde montañoso. El techo yace a una profundidad de 50 - 70 m. El desarrollo mas significativo de depósitos detríticos grandes, de buena permeabilidad se manifiesta solo en la parte central del estuario Cascajal - San Cristóbal. Hay que recalcar que en estas condiciones el complejo acuífero C II tiene un intercambio hídrico débil (tanto horizontal como vertical). En relación con esto, se destaca la mineralización relativamente alta de estas aguas (0.9 - 3.7 gr/l), que predominantemente son de tipo hidrocarbonatadas - cloruradas - sódicas.

En el desierto de Sechura, dentro de la zona en estudio, el complejo acuífero yace a una profundidad de 50 - 90 m, que va disminuyendo en dirección hacia el océano. El espesor del complejo varía, principalmente de 20 - 80 m, siendo en la parte central de la cuenca de 40 - 60 m. La mineralización de las aguas subterráneas crecen en dirección de la cuenca de Sechura alcanzando magnitudes de hasta 1-3

gr/l, pero en los sectores donde se desarrollan lentes semicerrados y humedecidos de rocas detríticas grandes (en el espesor de las arcillas) llega hasta 10 gr/l.

### **Complejos Acuíferos en Depósitos Cuaternarios - Medios - Superiores Recientes (L + CI)**

Este complejo acuífero de aguas freáticas y semiconfinadas, está ampliamente extendido en la zona en estudio y tiene una importancia determinada en la evaluación de las condiciones hidrogeológicas de las obras de irrigación. Las particularidades hidrogeológicas de este complejo. En particular para la determinación de las hidroisohipsas y de las profundidades de niveles freáticos, en toda la zona de riego estudiada del Proyecto Olmos, se han utilizado datos de 560 hidropuntos (una cantidad de 360 norias) de igual manera, para la confección del Mapa de Concentración salina y composición química, se han utilizado datos de 250 análisis - químicos de aguas subterráneas.

Es necesario señalar, que las condiciones de desarrollo de las aguas freáticas estrechamente están relacionadas con las particularidades de conformación de los complejos litológicos - genéticos de los depósitos acuíferos. En relación con esto se examina seguidamente, el complejo acuífero de aguas freáticas y aguas semiconfinadas (L + CI).

El 1º tipo genético de complejo acuífero L + CI en depósitos aluviales y aluviales - proluviales a + ap Q<sub>III+IV</sub>, se extiende principalmente en las partes altas de los valles donde estos depósitos yacen sobre depósitos deluviales - proluviales Cuaternarios Medios o sobre rocas de basamento. En la mayoría de los casos yacen sobre la capa impermeable regional, el espesor del complejo (a partir del nivel freático) es predominantemente de 10 - 50 m, los depósitos acuíferos son por lo general de cantos rodados - guijarros y de sedimentaciones arenosas con capas de arcilla intermedias y arcillas.

Las aguas freáticas y semiconfinadas, por lo general, son dulces alcanzando una mineralización máxima de 1 gr/l con una composición de:



En los sectores ribereños la mineralización llega a 3 gr/l.



El 2º tipo genético del complejo acuífero L + CI en depósitos aluviales-proluviales ap Q<sub>III</sub>, se distribuye en valles mas antiguos de Olmos y Motupe en depósitos areno-

gravosos, de guijarros con inclusiones de cantos rodados y con capas intermedias de arenas arcillosas y arcillas arenosas. Los depósitos subyacentes son los mismos que el 1° tipo genético del complejo; el espesor del complejo en el valle Olmos es de 10 - 30 m, en el valle Motupe 20 - 50 m. Las aguas freáticas se encuentran a diferentes profundidades: en el valle Olmos de 0,5 - 10 m, en el valle Motupe de 3 - 20 m. Las aguas son por lo general dulces y su grado de mineralización alcanzan 1 gr/l  $\frac{HCO_3.Cl}{Na}$ , en las partes ribereñas de los valles y en los sectores donde el nivel freático está cerca de la superficie, llega hasta 3 gr/l  $\frac{Cl.HCO_3}{Na}$

El 3° tipo genético del complejo acuífero L+ Cl en depósitos a + ap Q<sub>III+IV</sub> (los mismos que en el tipo I) y en sus sedimentaciones marinas subyacen Cuaternarios superiores y medias, se extienden principalmente en las partes medias y bajas de los valles Motupe, Olmos y en la parte superior del valle Cascajal. Yace sobre el techo de II complejo acuífero confinado (Motupe) o sobre la capa impermeable regional (Olmos, Cascajal).

Los estratos acuíferos están formados por gravas, guijarros con capas intermedias de arena, arenas arcillosas, arcillas arenosas y arcillas, el espesor del complejo es de 10 - 30 m (Olmos, Cascajal) y 40 - 70 m (Motupe). Las aguas freáticas tienen una mineralización bastante variada, de igual manera, varían también las composiciones químicas de las aguas: desde dulces (Olmos, Cascajal) hasta fuertemente mineralizadas (valles del río Motupe en Sechura).

El 4° tipo genético del complejo acuífero L+Cl en depósitos proluviales - deluviales pd Q<sub>II-IV</sub>, se extienden en las partes ribereñas de los valles al pie del borde montañoso. Los estratos acuíferos están formados por cascajo, guijarro, con cantos rodados y bloques con rellenos de arenas arcillosas y arcillas arenosas. Yacen por lo general sobre la capa impermeable regional, el espesor del complejo es de 10 - 50 m contienen predominantemente aguas poco mineralizadas de 1 - 3 gr/l  $\frac{HCO_3.Cl, Cl.HCO_3}{Na, Ca}$  la profundidad del nivel freático varía, pero generalmente está 10 - 50 m de profundidad.

El 5° tipo genético del complejo acuífero L+Cl en depósitos proluviales - p Q<sub>II+III</sub> y proluviales - deluviales pd Q<sub>II</sub>, se extiende principalmente en las partes ribereñas de los valles y en los estuarios. Frecuentemente contienen lentes de depósitos marinos Cuaternarios medios. El complejo está formado por cascajo - guijarro con cascajo y bloques, con rellenos de arenas arcillosas y arcillas arenosas, y yacen sobre la capa impermeable regional, su espesor en general es de 10-50 m. Las aguas freáticas se

encuentran en distintas profundidades de 10 - 50 m, son dulces y levemente mineralizadas (hasta 3 gr/l).

El 6° tipo genético del complejo acuífero L+Cl en depósitos proluvial p  $Q_{II+III}$  como el tipo 5 y en depósitos subyacentes marinos del Cuaternario Medio, se distribuye en algunos sectores y en la parte media de los valles Cascajal, Olmos, Motupe, al pie del borde montañoso oriental de Sechura. Los depósitos marinos están formados por arenas y guijarros con capas intermedias de arcillas arenosas, el espesor general del complejo es casi siempre de 10 - 40 m, la profundidad del nivel freático es variable con un intervalo de 1 - 20 m. Las aguas son generalmente dulces, mineralizadas hasta 1 gr/l

$HCO_3, Cl, Cl, HCO_3$

$Na, Ca$

El 7° tipo genético del complejo acuífero L+Cl en depósitos marinos m  $Q_{II}$ , está ampliamente difundido en los estuarios de Cascajal, Olmos, Motupe - Salas, La Leche y en la parte Noreste de Sechura. El complejo está formado por arenas y suelos gravo-guijarros con múltiples capas intermedias de arcillas arenosas, yace casi siempre sobre el complejo estudiado, el espesor del complejo es por lo general de 20 - 50 m, sus aguas son dulces o ligeramente mineralizadas hasta 3 gr/l, la composición química es uniforme, la profundidad del nivel freático varía ampliamente de 0,5 - 50 m.

El 8° tipo genético del complejo acuífero L+Cl en depósitos eólicos y en sus depósitos marinos subyacentes, tienen una división limitada en la parte Sureste de Sechura, los depósitos eólicos están constituidos por cuencas arcillosas y arenas, las aguas subterráneas se encuentran cerca de la superficie siendo su grado de mineralización de 0-5 - 10 gr/l.

El 9° tipo genético del complejo acuífero L+ Cl se encuentra en depósitos lacustres-lagunares II  $Q_{III+IV}$  y en depósitos marinos subyacentes (al igual que el complejo 7), se extiende en la parte media del valle del río La Leche y en un pequeño sector de la parte Sureste de Sechura.

Los depósitos lacustre-lagunares están formados por capas superpuestas de arenas, arenas arcillosas, arcillas arenosas, raramente de arcillas con algunos lentes de gravas y guijarros. El complejo yace directamente sobre la capa impermeable regional (La Leche) o sobre el techo del II complejo confinado (Sechura), el espesor del complejo varía de 30 - 100 m. El nivel de las aguas freáticas cambia de 3 - 20 m de profundidad, las aguas son dulces y ligeramente mineralizadas (hasta 3 gr/l).

El 10° tipo genético del complejo acuífero L+Cl se encuentra en depósitos marinos m Q<sub>III</sub> se distribuye ampliamente en la parte Suroeste de la zona en estudio, en el desierto de Sechura y en la zona de contacto con la llanura marina del nivel Cuaternario medio (m Q<sub>II</sub>). Los depósitos m Q<sub>II</sub> en la parte inferior de la sección del complejo pertenecen también a este acuífero, el espesor de estos depósitos va disminuyendo en forma de cuña con dirección Suroeste. El espesor del complejo es de 10 - 40 m, está encerrado en depósitos areno-gravosos con capas arcillosas; intermedias, yace sobre el techo del complejo CII. La profundidad del nivel de las aguas freáticas aumenta de Sur (Taymi) a Norte de 0 - 3 hasta 50 m y su mineralización también aumenta de 0.5 gr/l en el Este  $\frac{HCO_3, Cl, Cl, HCO_3}{Na, Ca}$

hasta 5-10 y más gr/l a medida que el complejo se profundiza en Sechura, de igual manera al Suroeste hacia la zona de aguas freáticas cercanas a la superficie.

El 11° tipo genético del complejo acuífero L+Cl en depósitos lacustres lagunares II Q<sub>III+IV</sub> y en sus depósitos marinos cuaternarios superiores, se extiende en la parte Sureste extrema del proyecto. La parte superior de la sección es análoga al 9° tipo genético del complejo y la inferior al 10° tipo genético del complejo. Su espesor es de 30 - 80 m, yacen sobre el techo del complejo II confinado. El nivel de las aguas freáticas se encuentran a diferentes profundidades de 0 - 20 m, las aguas son casi siempre potables o ligeramente mineralizadas (hasta 3 gr/l).

### **Régimen de Aguas Subterráneas**

Los controles de regímenes iniciados por la firma Italconsult en 1964 con 70 norias, fueron continuados en el proceso de trabajo para la sustentación de los Estudios Definitivos de la zona de riego de 1975 - 1978. Complementariamente en los sectores donde se ha estudiado el régimen de las aguas subterráneas según datos de norias, como también para el estudio del régimen de aguas confinadas, se han construido 70 pozos de control de régimen.

En resumen, dentro de los límites de la zona en estudio es recomendable diferenciar los siguientes tipos de regímenes de aguas freáticas:

- Natural
- De irrigación (en las zonas de riego)
- Combinado (en las zonas cercanas a las áreas de riego)
- Hidrológico (en las zonas de influencia de ríos con aguas de flujos constantes)

El tipo natural del régimen de aguas freáticas está ampliamente difundido en los territorios no irrigados. El abastecimiento de las aguas freáticas, aquí, es determinado por el aflujo externo de aguas subterráneas desde los macizos andinos,

el que, como se demuestra mas adelante es poco considerable en comparación con otras fuentes de abastecimiento. Con esto, a su turno, se explican las pequeñas fluctuaciones del nivel en el transcurso del año 0.5 - 1 m, rara vez hasta 1.5 - 2 m generalmente en las partes cercanas al sector de abastecimiento.

El tipo de irrigación del régimen de aguas freáticas es propio de las regiones de irrigación actual y de las zonas bajo la influencia de canales de riego.

En relación con la influencia de fuente tan intensa de abastecimiento, como es la infiltración de las aguas de riego, aparecen fluctuaciones más pronunciadas del nivel freático, que alcanzan en el transcurso de un año 1-3 m rara vez 5 m. Es necesario señalar, que en muchos casos, en el carácter del régimen se reflejan las particularidades de la explotación de los pozos.

El tipo combinado de régimen de aguas freáticas es característico para las zonas de contacto de tierras irrigables. De acuerdo con esto, son posibles diferentes formas de combinación de los tipos de régimen natural e irrigación en dependencia a la distancia hasta el límite de las zonas irrigables y a su orientación (según el frente del aflujo o según la orientación del flujo de aguas subterráneas).

El tipo hidrológico de régimen de aguas freáticas es característico de los valles de ríos con aguas de flujos constantes. En las zonas donde se extienden (en una faja de 1 - 2 Km. a lo largo de los lechos fluviales), el régimen de las aguas freáticas es determinado por el hidrógrafo del río. Así, en forma respectiva, el carácter de las fluctuaciones del nivel freático puede ser diferente en dependencia de las variaciones del nivel del río y de la distancia del punto de observación hasta la sección del río.

### **Resumen de las Condiciones Hidrogeológicas**

Las condiciones hidrogeológicas de la zona en estudio, conjuntamente con aquellos factores naturales de carácter histórico, como la tectónica, geomorfología y composición litológica, en gran medida se determinan por las condiciones actuales de recargas y gastos de las aguas subterráneas.

La principal fuente de recarga del agua subterránea está constituida por el torrente de los ríos que en su mayor parte es destinada para el regadío. De este modo las pérdidas por infiltración desde los canales y campo pasan a incrementar el flujo subterráneo. Otras fuentes de incremento son las infiltraciones directas desde los cauces de los ríos en las partes altas de los valles y las aguas subterráneas que fluyen desde los macizos andinos.

El gasto o descarga principal de las aguas subterráneas se produce a través de pozos y de emanaciones naturales en la cuenca artesiana de Sechura; en menor proporción, las descargas de aguas freáticas se originan por evaporación y transpiración cuando el nivel freático es alto o directamente cuando hay descargas sobre los lechos de los ríos.

El nivel freático en la zona de estudio se encuentra variablemente a profundidades de 1 a 50 m, puede cambiar de acuerdo a las condiciones del flujo subterráneo y a la ubicación de las fuentes locales de incremento.

Al salir muchos valles de la parte montañosa a los estuarios y como consecuencia de su estrechamiento, se originan sobrecargas en la napa freática lo cual origina el ascenso de su nivel.

En la mayoría de los casos, la influencia de la sobrecarga se refuerza con las aguas infiltradas a consecuencia del riego.

Las zonas con nivel freático cercano a la superficie (hasta 5 m) a consecuencia de las condiciones hidrogeológicas anteriormente anotadas se observan, mayormente, en la parte montañosa de los valles Ñaupe, Cascajal, Olmos y La Leche.

Bajo condiciones naturales en los estuarios y en las llanuras preandinas el flujo de aguas subterráneas está garantizado, estando su nivel a suficiente profundidad (mayormente de 10 a 30 m). No obstante en sectores de intenso regadío multianual, el nivel freático se encuentra cerca de la superficie, lo que se puede observar particularmente, en la parte media del valle Motupe (2 - 5 m).

La mineralización y composición química de las aguas freáticas, se ordenan de acuerdo a una determinada zonificación hidroquímica, que es característica para todo el territorio de investigaciones.

En la parte adyacente el borde montañoso, la mineralización de las aguas freáticas es algo elevada (1 - 3 y 3 - 5 gr/l), predominando en su composición los iones Cl y Na, raramente SO<sub>4</sub> y Ca. Aproximándose a la parte central de los estuarios y los valles aluviales, la mineralización de las aguas freáticas disminuye notoriamente y en la mayoría de los casos no sobrepasa de 0.5 - 1.0 gr/l. Entre los aniones principales predomina el HCO<sub>3</sub> y entre los cationes el Na rara vez el Ca.

En algunos sectores donde las aguas freáticas están cercanas a la superficie, el grado de concentración de sales alcanza de 1 a 3 gr/l, siendo predominante en estas aguas el contenido del ion Cl. De igual modo, en dirección a la parte central de Sechura, la mineralización de estas aguas también se incrementa

considerablemente, llegando hasta 5 - 10 y más gr/l con evidente predominio de los iones Cl y Na.

La salinidad actual en la zona de aeración es determinada principalmente por procesos post-genéticos de afloramiento de sales y de salinización secundaria. En gran parte del territorio con aguas freáticas profundas (más de 3 - 5 m), la zona de aeración ha sido lavada por las infiltraciones periódicas de flujos temporales. Este proceso producido durante un tiempo geológico, es la causa de que estos suelos prácticamente no estén salinizados (el contenido de sales es menor a 0.1 - 0.2 %). La excepción es constituida por algunos horizontes de salinidad antigua (en arcillas marinas principalmente), que tiene difusión esporádica en ciertos sectores de las llanuras marinas.

La salinización secundaria de la zona de aeración, está condicionada por los siguientes factores:

- a) En sectores con aguas freáticas casi superficiales se produce como resultado de la intensa evaporación de las mismas.
- b) En sectores donde las capas impermeables relativas, están cercanas a la superficie, se produce a causa de la intensa evaporación de las aguas suspendidas que se forman, a su vez, por infiltración en los años húmedos (parte baja del valle La Leche y zona de Jayanca, Pacora, zona marginal Sur-Oeste del distrito de Olmos).
- c) La salinización secundaria también es resultado del traslado, hacia la superficie, de sales desde los horizontes con rezagos de salinidad (estuarios Cascajal - San Cristóbal y otros).

El análisis de las condiciones edáficas e hidrogeológicas de la zona en estudio demuestra que con la intensificación de los riegos es de esperarse un rápido ascenso del nivel freático (de 1 - 3 m/año) en dependencia de las variaciones de los flujos subterráneos.

Considerando éstos y para mantener los suelos en condiciones favorables, se hace imprescindible el empleo de drenaje artificial. Del mismo modo, considerando que en casi todo el territorio de investigaciones existen estratos acuíferos de buena permeabilidad, se recomienda principalmente el drenaje vertical.

En los sectores donde es probable la acumulación de aguas suspendidas, deben construirse amplificadores de trasvase (pozos de trasvase). En algunos sectores, especialmente en la parte sur del territorio, donde la profundidad de la capa impermeable no es mayor de 5 m es necesaria la construcción del drenaje horizontal. Los plazos para poner en marcha el drenaje se definen de acuerdo a las profundidades iniciales de las aguas freáticas y a las condiciones de su reflujo.

Teniendo en cuenta el régimen de riego proyectado, aproximadamente, se pueden fijar los plazos siguientes:

**Cuadro N° 4.4.**

**PLAZOS PARA EJECUCION DE SISTEMA DE DRENAJE**

| Profundidad Inicial del Nivel Freático | Plazos de Puesta en Marcha del Sistema de Drenaje |
|--|---|
| Hasta 5 m                              | Debe adelantarse la construcción del drenaje      |
| 5 - 10 m                               |   |
| 10 - 20 m                              |   |
| 20 - 50 m                              |   |
|  | Hasta 5 años                                      |
|  | 5 y más años                                      |
|  | 10 y más años o drenaje profiláctico              |

FUENTE: Estudio Hidrogeológico ejecutado por Selkhzpromexport

Hay que recalcar que los sectores en los cuales es probable la formación de aguas suspendidas, se examinan, separadamente en la zonificación hidrogeológica y mejoramiento.

En estos casos, los plazos de puesta en marcha del drenaje junto con sus particularidades de construcción se definen, principalmente, de acuerdo con la profundidad de la capa impermeable relativa.

#### **4.2.4. CONDICIONES EDAFOLOGICAS**

##### **A. CONDICIONES EDAFOGENICAS GENERALES**

Las condiciones edafogénicas que se describen en el presente corresponden a los resultados de los estudios realizados por Selkhzpromexport para sustentar el Estudio Definitivo del Proyecto de Irrigación Olmos – Primera Etapa, desarrollado en un territorio de de 897.9 km<sup>2</sup>. del Departamento de Lambayeque, abarcando las cuencas de los ríos: Cascajal, Olmos, Motupe, Chóchope, Chiñiana, Chotoque, Salas y La Leche; los cuales en líneas generales son de características similares.

Considerando las tareas impuestas en las investigaciones a realizarse, se acordó usar la escala de levantamiento 1 : 25,000 la cual es suficiente para representar la zona, en el volumen correspondiente a las exigencias de las investigaciones realizadas, en conformidad con las metodologías e instrucciones empleadas en la URSS.

Como resultado de los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, se confeccionaron los siguientes mapas:

1. Mapa de suelos a escala 1 : 25000
2. Mapa de salinidad de los suelos, a escala 1 : 25000
3. Mapa de mejoramiento de los suelos, a escala 1 : 25000

### **Rocas Edafogénicas**

Los suelos a irrigarse, se han formado sobre rocas edafogénicas cuaternarias de origen marino y continental (aluviales, eólicas, proluviales, etc), de las cuales las mas recientes son los depósitos aluviales (aQ<sub>IV</sub>) y aluviales-proluviales (aQ<sub>IV</sub>) de los valles de los ríos y de los mas grandes torrentes de carácter temporal.

Los depósitos edafogénicos han sido formados mediante la meteorización de las siguientes rocas de basamento: esquistos del paleozoico (cloritas, clorito-cerisitas, pizarras) además de areniscas, cuarcitas del mesozoico y calizas; granioritas mesocenoicas, granitos, tobas, tobas-lavas y algunas otras.

En el material edafogénico estudiado es característica la sucesión de capas. Por lo general, se trata de depósitos arcillo-arenosos y areno-arcillosos de carácter lossóico, en cuya composición granulométrica predominan las fracciones de limo de 0.01 a 0.05 mm (clasificación de N.A. Kachinsky 1957). La procedencia de las rocas está vinculada con la génesis de los elementos geomorfológicos en general.

Es raro encontrar perfiles del suelo (en los 2 primeros metros) formados sobre rocas edafogénicas de textura homogénea. Los suelos zonales con perfil bien formado se difunden solamente sobre depósitos del cuaternario medio superior (Q<sub>II-III</sub>) con texturas arcillo-arenosas.

Los depósitos de las llanuras aluviales-proluviales y deluviales-proluviales tienen inclinaciones de material detrítico grueso, el cual disminuye en dirección contraria a las montañas.

Las rocas edafogénicas de la zona en estudio, son por lo general poco carbonatadas (CO<sub>2</sub> = 1.0 - 5.0 %) y no salinas excepto las rocas marinas que no presentan depósitos de cobertura y probablemente también las que se forman de la meteorización de cloritas y clorito-cerisitas.

### **B. FUNDAMENTO DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

En la actualidad no existe una clasificación única de los suelos que haya sido aceptada y adoptada por todos los países. En 1980 comenzaron los trabajos correspondientes al programa de la FAO, relacionado con la confección de un

catálogo de las principales unidades edáficas y del mapa de los suelos del mundo, con una leyenda única.

Por esto, los suelos de la zona de investigaciones, según los trabajos de diferentes autores, han tenido varias denominaciones, dependiendo en cada caso de la clasificación tomada como base del estudio.

Así, de acuerdo a la clasificación "Séptima Aproximación"/The Approximation, Soil Survey Staff, 1960/, los suelos de la región han sido incluidos, en el orden Aridisol, que corresponde al "Gran Grupo" en la Clasificación de Marbut modernizada/Baldwin, Kellogg, Thorp, 1938/, el cual incluye suelos desértico-rojizos, pardo-rojizos y solonchaks.

El orden Aridisol agrupa a los suelos que tienen solamente un horizonte superior A "Claro" (epipedon tipo ócrico), con la ausencia de los horizontes sub-superficiales tipo sódico y óxido. En inmediaciones del primer metro, los suelos de este orden pueden tener horizontes, gípsicos, cambicos y duripán, como también un horizonte con alto contenido de sales fácilmente solubles (conductividad del extracto saturado a 25°C, 2 m mho/cm).

Estos suelos pueden permanecer saturados con agua (dentro de los límites del primer metro) durante 30 días y mas, pero después por lo general, se resecan durante la mayoría de años en todo su espesor por encima del contacto con las rocas de basamento.

En el mapa de los suelos del mundo (X Congreso Internacional de Edafología 1974) confeccionado de acuerdo al programa de la FAO, se muestra que en el territorio de investigaciones tienen amplia difusión las siguientes unidades edáficas / Dudal, 1969 / : Regosoles enriquecidos desarrollados sobre depósitos actuales sueltos, no aluviales, sin horizontes diagnósticos a excepción de un posible horizonte "claro" A y por pH (K Cl)<sup>3</sup> 4.2 en el 1/2 metro superior; Yermosoles cálcicos ligeros, suelos de los desiertos que poseen solo un horizonte "claro" superficial en el primer metro del perfil; fluviosoles desarrollados sobre depósitos aluviales de los valles fluviales y de las depresiones litorales, sin horizontes diagnósticos a excepción de un horizonte "claro" A y posiblemente un gleyco, lo que diferencia de otros suelos formados sobre aluvios actuales en los valles fluviales; litosoles o suelos poco potentes y esqueletizados.

Los edafólogos italianos, clasificaron los suelos del territorio de investigaciones como aluviales - fluviales, lo que corresponde, de acuerdo a clasificación de la FAO, a las Fluviosoles eútricos o suelos aluviales ligeramente meteorizados. Ellos señalaron que

estos suelos se formaron, en condiciones climáticas propias del subtrópico desértico, sobre depósitos aluviales estratificados siendo por lo general de textura ligera y media. Para todos estos suelos es característico un perfil débilmente diferenciado en horizontes genéticos.

Son suelos poco húmicos (1 %), no poseen estructura maciza, son poco carbonatados ( $\text{CO}_2 = 1 - 5 \%$ ) y, por lo general, la reacción del medio edáfico va de neutral a ligeramente alcalina ( $\text{pH} = 6.6 - 8.4$ ). En los perfiles prácticamente no se ha detectado yeso.

Los suelos salinos, en los cuales la suma de sales a lo largo del perfil supera el 0.15 %, tienen difusión limitada. En la composición de las sales predominan los cloruros de sodio, pero en algunos casos se ha registrado un alto contenido de bicarbonato de sodio. Los suelos con reacción del medio fuertemente alcalina, con alto contenido de sodio intercambiable, se encuentran raramente.

Los edafólogos peruanos /A. Rabines, M. Carrera, 1974/, que efectuaron el levantamiento del valle La Leche utilizando la clasificación Soil Taxonomy USDA (1973), incluyendo los suelos de la zona de investigaciones en los subórdenes de fluventes y psamments y en el orden de los entisoles. De acuerdo con la citada clasificación norteamericana, en el orden de los entisoles se agrupan los suelos que no tienen otros horizontes diagnósticos aparte del "claro" o de un epipedon ócrico como horizonte superficial. El suelo puede tener un contenido elevado de sales fácilmente solubles, para lo cual el límite superior del horizonte salino no debe sobrepasar los 75 cm.

Cuando la textura es más pesada que las arenas arcillosas, el contenido de sodio intercambiable puede superar el 15 % de la capacidad de intercambio, dentro de los límites del 1/2 metro superior, a condición de que su contenido se estabilice o aumenta en la parte baja del perfil.

Los suelos de este orden pueden tener los siguientes horizontes: cálcico, gípsico o duripán yacentes por debajo del primer metro de espesor, como también nuevas formaciones tipo concreciones ferrosas.

Los edafólogos A. Rabines y M. Carrera señalan, que en los suelos del valle La Leche son inexistentes los horizontes desarrollados genéticamente, dejándose entrever solo la presencia del horizonte de labranza Ap, de color pardo plomizo con matices rojizos (10 YR 5/3), debajo del cual yacen depósitos aluviales-fluviales poco afectados por los procesos edafogénicos, dentro de ellos, entre los 40 - 80 cm, se observa la presencia de óxidos de hierro en forma de manchas ócricas (10 YR 6/8). Estos

suelos son poco húmicos con contenido de materia orgánica no superior a 0,6 -1,0 %, a exclusión de los suelos bajo riego, dando aumento hasta 1.5 %. Son poco carbonatados ( $\text{CO}_2 = 0.3 - 2.5 \%$ ) y con reacción alcalina del medio edáfico ( $\text{pH} = 7.4 - 8.4$ ). Los suelos salinos se difunden en pequeños sectores entre las tierras bajo riego y la acumulación de sales, principalmente  $\text{Na Cl}$  y  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ , está enlazada con el ascenso capilar de las aguas freáticas, en condiciones de evaporación intensa. En algunos casos se ha registrado un contenido elevado de Na absorbido en suelos de texturas pesadas.

Los autores han recalcado que el sub orden Fluventes corresponden a la unidad taxonómica Fluvisoles eútricos y al sub orden Psamments - Regosoles eútricos.

Las investigaciones microbiológicas llevadas a cabo por especialistas de la Universidad Nacional de San Marcos, demostraron que los suelos del Proyecto Olmos, desde el punto de vista de la actividad microbiológica, son completamente aptos para la producción agrícola en condiciones de irrigación; tal conclusión se basa en el alto contenido de bacterias ( $10 \times 10^3$ ), hongos ( $1,5 \times 10^6 - 4,5 \times 10^6$ ) y especialmente actinomicetos ( $7 \times 10^6$  unidades por 1 gramo de suelo).

En general ellos han señalado, que estos suelos tienen bajo contenido de humus (0.8 - 1.0 %), Nitrógeno total (0.04 - 0.05, raramente 0.10 %) y están bien abastecidos de formas disponibles de Potasio ( $\text{K}_2\text{O} = 470 - 500 \text{ kg/ha}$  y fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5 = 90 - 110 \text{ kg/ha}$ ). Los autores han subrayado que en lo que se refiere a los principales parámetros agroquímicos, los suelos del Proyecto Olmos son análogos a los suelos ampliamente difundidos dentro de los límites de los proyectos de irrigación existentes en los valles Chao, Moche, Virú, Chicama, Chancay, Jequetepeque y Zaña.

De acuerdo con las condiciones de contrato, las presentes investigaciones se han efectuado tomando como base la metodología de diferenciación y agrupamiento de suelos. Este criterio fundamentado en el principio ecólogo-genético, ha sido procesado y adoptado en la URSS para la confección de la clasificación genética de los suelos.

El criterio genético en la clasificación de los suelos, se sustenta en un análisis integral tanto de las propiedades propias de los suelos, como en las condiciones en que se forman éstos en el presente y se formaron en el pasado.

El tipo de suelo es el principal taxón de clasificación en la Edafología genética Dokutchaieviana y se caracteriza porque los procesos que se enumeran a continuación, son de un mismo tipo:

- 1) Ingreso de sustancias orgánicas y los procesos de su transformación y desintegración.
- 2) El complejo de procesos en la desintegración de la masa mineral y la síntesis de compuestos minerales y órgano-minerales.
- 3) El carácter de la migración y acumulación de sustancias.
- 4) La configuración del perfil edáfico.
- 5) La orientación de las medidas encaminadas a mejorar y mantener la fertilidad de los suelos.

De este modo los suelos agrupados en el mismo tipo no solo poseen horizontes genéticos iguales sino que la dinámica de los procesos edáficos es similar en los ciclos anuales y multianuales, lo que se debe a la similitud del régimen hidrotérmico.

En un nivel superior de clasificación, los tipos de suelos se agrupan en familias y las familias en asociaciones geoquímicas de suelos.

En relación con las condiciones edafogénicas contempladas en el capítulo anterior en la zona de investigaciones se ha diferenciado un tipo edáfico zonal: suelos pardo-rojizos de las sabanas desérticas, familia Fulvo-xerocarbonática, incluida en la asociación geoquímica de los suelos alcalinos subareales.

De acuerdo con el Diccionario Enciclopédico de Nomenclatura Edáfica (Recomendaciones a los materiales del X Congreso Internacional de Edafólogos. Moscú, 1974), los suelos pardo-rojizos de las sabanas desérticas tienen los siguientes sinónimos: Reddish - Brown Soil of Desertic Savanna, Sol Brun Roux de Savanne Descotique y Rothichbrauner Boden der Wusten Savanne.

Los suelos de este tipo se forman:

1. En condiciones edafogénicas tropicales desérticas con humedecimiento atmosférico; están permanentemente secos con coeficiente de humedecimiento, promedio anual, K
 
$$(K = \frac{\text{Precipitaciones, mm}}{\text{Evaporación, mm}})$$
 que varía de 0,05 a 0,17 en relación con la elevación del territorio.
2. En condiciones de régimen hídrico evaporativo y sin lavado, el factor de lluvia Lang  $K_L$ 

$$(K_L = \frac{\text{Suma.promedio.anual.de.precipitaciones, mm}}{\text{promedio.anual.t}^\circ\text{C}})$$
 en el territorio de 3,5 a 9,7.
3. Baja vegetación xerofílica rala propia de las sábanas desérticas.

4. En condiciones de buen drenaje, con aguas freáticas profundas.
5. En diferentes rocas lossóicas, según su génesis.
6. Con aspecto externo (color, textura, etc) dependiente del carácter de las rocas edafo-génicas y del grado de desarrollo de los procesos actuales de deshidratación de los óxidos de hierro.
7. Con ligera acumulación húmica y encalamiento del perfil edáfico.
8. Con reacción alcalina a lo largo de todo el perfil edáfico.
9. Con acumulación de sales fácilmente solubles en la parte inferior del perfil.

En niveles taxonómicos más bajos se han diferenciado:

- Géneros

- a) Según el grado de desarrollo y notoriedad del principal proceso edafogénico, se expresa en notorias variaciones de los horizontes genéticos y de su composición química.
- b) Según las propiedades y origen de las rocas edafogénicas.

- Formas

- a) Según su quimismo y grado de salinidad.
- b) Según la potencia de la capa de tierra fina, grado de esqueleticidad y pedregosidad

- Varietades Según la textura

Dentro de la zona de investigaciones se diferencian los siguientes tipos y géneros de suelos.

**Suelos Zonales**

Tipo Pardo-rojizos de las sabanas desérticas

|  |   |             |
|--|---|-------------|
| Pardo-rojizos Típicos                              | - | $K_B$       |
| Pardo-rojizos Lixiviados                           | - | $K_B^B$     |
| Pardo-rojizos Ligeramente diferenciados            | - | $K_B^a$     |
| Pardo-rojizos con manto de arena y Arena arcilloso | - | $K_B^{\Pi}$ |
| Esqueletizados                                     | - | $K_B^M$     |

**Suelos Intrazonales**

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
| Tipo Pardo-rojizos irrigados                          | - | $K_B^{OP}$           |
| Tipo Aluviales convirtiéndose en desérticos           | - | $A_{\Lambda}^{OP}$   |
| Tipo Aluviales irrigados convirtiéndose en desérticos | - | $A_{\Lambda}^{OPOP}$ |

|  |   |    |
|--|---|----|
| Tipo Arenosos desérticos                           | - | Ππ |
| Tipo Dunas y montículos arenosos                   | - | Πc |
| Tipo Solonchaks                                    | - | Cκ |
| Afloramiento de rocas madres (Basamento)           | - | KМ |
| Forma antropogenia de relieve                      | - | A  |
| Valles con terrazas y cauces de grandes corrientes |   |    |
| Temporales (quebradas)                             | - | Д  |

### C. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES TAXONÓMICAS

#### Suelos Pardo-rojizos Típicos (K<sub>B</sub>)

Son los que están mas ampliamente difundidos en la zona de investigaciones, ocupando el 28.8 % de la superficie total.

Su formación está ligada, principalmente, a las divisorias de agua de las llanuras marinas, lacustre - lagunas, proluviales premontañas y de los valles aluviales-proluviales.

Los suelos pardo-rojizos se caracterizan por la débil diferenciación de sus perfiles genéticos, lo que en gran parte se debe, junto con el poco desarrollo del proceso edafogénico, a la heterogeneidad litológica del perfil. Los perfiles edáficos mas notorios y desarrollados desde el punto de vista genético, pueden observarse mayormente en los depósitos homogéneos de textura arcillo - arenosa correspondiente al cuaternario medio-superior.

Todo el perfil posee una coloración clara, en ella predominan los tonos pardo-rojizos lo cual se relaciona con la presencia de óxidos de hierro no hidratados o insuficientemente hidratados. La débil ferratización de estos suelos se considera una de las manifestaciones más singulares de la meteorización en los desiertos. Para algunos autores, esta característica debe considerarse como resultado de procesos análogos de rubefacción y laterización.

Estos procesos podrían manifestarse en aquel corto período cuando luego de un humedecimiento temporal del suelo, sigue un rápido recalentamiento hasta 50° 70°C, lo que crearía condiciones para la deshidratación intensiva de los óxidos de hierro.

En los perfiles, a consecuencia de estos procesos se manifiesta una coloración amarillenta-ócrica acompañada de rastros de óxidos de hierro en forma de placas y manchas.

En los suelos pardo rojizos solamente se nota una clara diferenciación del horizonte húmico /A/ cuya potencia es de 15 a 20 cm. su coloración es parda grisácea con manchas rojizas, su estructura es cuboidal en terrones medios pulverizado, o en terrones medios nuciforme, con agretamiento, poros finos, consistencia dura y atravesado por raíces vegetales. A veces (generalmente en las microdepresiones), se puede observar la formación de una especie de corteza mas dura, de 3 a 4 cm. Sin embargo no se observa división de la superficie en fracciones poligonales.

El horizonte /B/ de transición hacia el material edafogénico, es de coloración heterogénea parda con manchas rojizas, siendo mas clara que la anterior. Este horizonte tiene consistencia mas densa, es agrietada y su estructura es cuboidal en terrones gruesos - nuciforme, fragmentada, raramente es fragmentada - prismatoidea.

A veces es notoria la presencia de carbonatos en forma de manchas o micelios, frecuentemente se observan concreciones negro-parduzcas de compuestos manganésicos y férricos. La potencia del horizonte B no supera los 20 - 25 cm y la transición hacia los horizontes inferiores es paulatina.

Seguidamente, a lo largo del perfil yace el material edafogénico que, en este caso, ha sido débilmente afectado por los procesos edafogénicos. Sin embargo con frecuencia se pueden observar la presencia de óxidos (en forma de puntos ócricos y placas rojizas y protóxidos de hierro en forma de concreciones manganésico-férricos).

Con mucha frecuencia los suelos pardo-rojizos, especialmente aquellos que se formaron sobre depósitos marinos y lacustres - lagunares de textura arcillo-arenosa, se caracterizan por contar con horizontes endurecidos, y en algunos casos, incluso "cementados", cuya potencia varía de 50 a 150 cm. y más.

Durante la excavación de calicatas, los horizontes cementados han sido descubiertos generalmente al final del primer metro y al inicio del segundo. No obstante, la difusión de tales horizontes puede también manifestarse en capas mucho mas profundas. Estos horizontes tienen coloración pardo-blanquiskas, son compactos, con inclusiones negro-parduzcos manganésico-férricas, aparte de carbonatos. En los lugares de acumulación de carbonatos se han observado reacciones intensivas con HCl al 10 %.

Por lo visto se trata de horizontes relícticos cuya formación se debería a una acumulación antigua de material hidromórfico, en la formación de estos horizontes el rol principal les corresponde a los compuestos ácidos de silicio ya que los silicatos

transportables, al igual que las sales fácilmente solubles, tienen gran capacidad de migración, acumulándose en las partes inferiores del perfil.

Por acción del agua la masa edáfica de estos horizontes se hincha, su textura puede ser arcillo-arenosa pesada y media, los suelos en los que se difunden con mayor claridad, son aquellos irrigados en la antigüedad. Estos suelos son más compactos y en ellos se manifiestan en forma masiva las concreciones manganésicas - férricas y de carbonatos.

La baja acumulación de humus y de nutrientes se debe a lo ralo de la cobertura vegetal, a la baja producción de masa orgánica, a lo extraordinariamente largo del período biológico latente, y a la descomposición de los desechos vegetales en condiciones de oxidación. La acumulación de humus en los suelos pardo-rojizos típicos alcanza de 0,4 a 0,8 %, su distribución es pareja pero en algunos casos se observa cierta acumulación en el horizonte B.

Las altas temperaturas del aire y del suelo permiten una rápida descomposición de la materia orgánica y la formación de ácidos fúlbicos, lo que da a la coloración del perfil una tonalidad clara. El alto nivel de mineralización del humus se manifiesta en la relación C/N que, en los suelos pardo-rojizos de textura arcillo-arenosa, es de 6 a 10.

El contenido de nitrógeno total es poco considerable y varía de 0,04 - 0,10 % (según datos de ITALCONSULT). La capacidad de intercambio catiónico es reducida variando de 8 a 26 mg equivalente/100 gr de suelo, influyendo en este índice las diferentes texturas (areno-arcillosa y arcillo-arenosa ligera (de 8 a 19 mg equiv) y arcillo-arenosas pesadas y medias (de 17 a 26 mg equiv). El complejo de absorción prácticamente está saturado de calcio (50-60 %) y magnesio (30-45 %). El contenido de sodio intercambiable, en la mayoría de suelos pardo-rojizos típicos, no supera el 5 % de la capacidad de intercambio, variando el valor absoluto de Na de 0,2 a 1,3 mg equiv/100 gr de suelo.

La reacción del medio edáfico es por lo general neutral o ligeramente alcalina (pH = 7.0 - 7.5); en algunos casos se presenta cierto aumento de este valor hasta moderadamente alcalino (pH = 8.0 - 8.5) entre el final del primer metro y el comienzo del segundo. También en algunos casos el contenido de sodio intercambiable alcanza de 10 a 15 % de la capacidad de intercambio, sin que esto denote una clara diferenciación a través del perfil; en estos casos el contenido aumenta hasta 1.5 - 2.5 mg/equiv. A raíz del aumento del porcentaje de Na se produce el descenso del contenido de Mg, quedando, la fracción de Ca casi invariable. La reacción del medio edáfico, mientras tanto conserva su neutralidad,

rara vez pasa a ligeramente alcalina. En casos aislados a lo largo del perfil aparecen rastros de soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hasta 0.02 y  $\text{NaHCO}_3$  hasta 0.9 mg equiv). Con esto, el contenido de Sodio Intercambiable crece hasta 2.5 - 3.9 mg equiv en 100 gr. Los indicios morfológicos de tal sodificación tienen una expresión sumamente débil, por lo que ella encierra más que todo carácter relicto.

Los resultados de las observaciones de campo efectuadas por A. Zavaleta demuestran que con un contenido de Sodio intercambiable de 15 a 25 % (CIC) la influencia negativa de éste sobre el poder germinativo del algodón y de las forrajeras perennes, puede ser poco considerable.

A lo largo del resto del período vegetativo, estas plantas se desarrollan normalmente y dan buena cosecha. En la clasificación de suelos según su salinidad y sodificación, para las condiciones del territorio de investigaciones debe considerarse sódicos a los suelos en que el contenido de sodio intercambiable supera el 15 % de la capacidad de intercambio catiónico.

Los suelos pardo-rojizos típicos son carbonatados a lo largo de todo su perfil. Sin embargo, la reacción con HCl al 10 % es notable, principalmente entre los 20 y 40 cm de profundidad; en la superficie del suelo la reacción es débil y captable únicamente al oído. El contenido absoluto de carbonatos varía de 0.5 a 4.0 % y se caracteriza porque su distribución es suficientemente uniforme en todo el perfil. Algunas veces, es notoria una concentración algo mayor en el horizonte B. El contenido de yeso ( $\text{SO}_4$ ) en estos suelos es poco significativo y varía a lo largo del perfil de 0.01 a 0.4 %.

Los ensayos agroquímicos han demostrado que los suelos pardo-rojizos cuentan con un alto (rara vez medio) contenido de potasio y fósforo asimilables; su magnitud en los horizontes húmicos comprende:  $\text{K}_2\text{O}$  de 50 a 160 y  $\text{P}_2\text{O}_5$  de 4 a 16 mg en 100 gr de suelo.

El contenido de formas asimilables de potasio y fósforo decae en los horizontes inferiores. En el horizonte B se ha observado una disminución de 2 a 3 veces con respecto al húmico.

Los suelos pardo-rojizos, se caracterizan por la heterogeneidad de su textura en la longitud de su perfil, característica heredada, por lo visto, de los materiales edafogénicos. En dichas texturas es evidente el predominio de las fracciones limosas (30 - 40 y a veces 56 % de fracciones de 0.01 - 0.05 mm) arenas finas (25 - 45 % de fracciones de 0.05- 0.25 mm), así como también es notorio el enriquecimiento de los horizontes húmicos con fracciones menores a 0.001, lo que

estaría relacionado con un desarrollo débil del proceso genérico de arcillas, durante la meteorización de los minerales primarios (ver el Cuadro N° 3 del Anexo).

Los límites del horizonte de arcillamiento coinciden con la zona de difusión de mayor cantidad de raíces y microorganismos (30 - 50 cm), o sea con la parte del perfil que se humedece periódicamente. Debido a la escasa magnitud de las precipitaciones, el material arcilloso nuevamente formado permanece en el lugar sin expandirse a lo largo del perfil. Acerca de la débil manifestación de los procesos eluviales - diluviales ilustran los datos correspondientes al análisis integral de los suelos (ITALCONSULT).

La relación molecular entre el óxido de silicio y los sesquióxidos mas importantes :

$$\left( \frac{SiO_2}{AlO_3 + FeO_3} \right)$$

Prácticamente no varía a lo largo del perfil, encontrándose esta relación entre 4.6 - 4.8. La mayor parte de los suelos pardo-rojizos típicos del territorio de investigaciones, no está salinizada, aunque se puede observar cierto aumento de sales solubles en la medida en que avanza la profundización, mayormente al final del primer metro. Esta redistribución de las sales en el perfil, se produce gracias a su lavado a partir de los horizontes superiores durante los períodos de humedecimiento.

En superficies pequeñas (ver Mapa de Salinidad) se pueden encontrar suelos pardo-rojizos de salinidad ligera y moderada, rara vez fuerte, su difusión se relaciona, por lo general, con los territorios de irrigación actual donde los procesos de salinización tienen carácter progresivo. Muy raramente se observan suelos salinos cuya formación está relacionada con el paleohidroformismo. En los suelos pardo-rojizos típicos investigados, están mas ampliamente difundidos los tipos de salinidad cloruro-sulfato y sulfato-cloruro, en menor medida cloruros y sulfatos.

En las zonas cercanas a las áreas de irrigación actual, el perfil de los suelos pardo-rojizos típicos presenta rastros de soda y frecuentemente en la composición salina de estos suelos, predominan los carbonatos y bicarbonatos de sodio ( $Na_2CO_3$  y  $NaHCO_3$ ).

Para la gran mayoría de suelos pardo-rojizos salinizados, la relación de cationes  $\frac{Na + K}{Ca + Mg}$  (mg/equiv) es menor a 1. Sin embargo, en los casos de sodificación o

presencia en el perfil de los suelos salinos normales de rastros de soda, esta relación se amplía hasta 4, lo que indica que la sodificación de estos suelos es inevitable al ser irrigados.

Debido a que los suelos pardo-rojizos típicos se caracterizan por su bajo contenido de materia orgánica y poseen una estructura inestable al humedecimiento, sus propiedades hidrofísicas se encuentran en dependencia directa de la textura de los horizontes edáficos y de la litología del perfil en general.

Para la mayoría de estos suelos es característico el predominio, en las diferentes capas del perfil, de texturas arcillo-arenosas ligeras y medias, lo que determina sus principales propiedades hidrofísicas.

El valor de peso específico varía entre 2.65 y 2.73 gr/cm<sup>3</sup> para los horizontes superiores algo enriquecidos de materia orgánica, aumentando con la profundización hasta 2,77 y 2,78 gr/cm<sup>3</sup>. El peso específico es particularmente alto en los horizontes "cementados", donde su valor alcanza de 2,80 a 2,82 gr/cm<sup>3</sup> (ver Cuadro 6 del Anexo).

Los altos valores del peso específico, por lo visto, están determinados por las particularidades de la composición mineralógica del material edafogénico y por los procesos de ferritización en condiciones tropicales. Las magnitudes del peso volumétrico aparente muestran una fuerte compactación del perfil edáfico. En los horizontes húmicos, el peso volumétrico aparente, puede alcanzar de 1.38 a 1.51 gr/cm<sup>3</sup>. Siendo manifiesto el crecimiento de este valor en los horizontes inferiores donde se registran de 1.80 a 1.90 gr/cm<sup>3</sup>.

El valor de la porosidad corresponde a los valores del peso específico y dureza. A exclusión del horizonte A, donde la porosidad es satisfactoria (42 - 49 %), los horizontes inferiores se caracterizan por un volumen poco significativo (20 - 24%).

La aeración del suelo con un humedecimiento aproximado a la capacidad de campo, es satisfactoria para los horizontes húmicos (20 - 24%) y muy baja en los subyacentes (10-15%).

Para suelos pardo-rojizos es característica una buena capacidad de almacenamiento hídrico, la magnitud de la capacidad de campo en los suelos con texturas arcillo-arenosas ligeras y medias, varía de 2000 a 2500 m<sup>3</sup>/ha. En los suelos en cuyo perfil predominan las capas arena - arcillosas, el valor de la capacidad de campo no supera los 2000 m<sup>3</sup>/ha.

Los suelos pardo-rojizos, tienen por lo general, permeabilidad baja. La velocidad de filtración al final de la primera hora, durante los riegos por aniego de la superficie, siempre es menor de 0.4 mm/min. La lámina de agua infiltrada en la primera hora del experimento no sobrepasa los 5 cm.

El proceso de absorción transcurre con suma rapidez, lo que se explica por la presencia de una estructura inestable a la humedad. La velocidad constante de filtración, en riegos por aniego de la superficie, se encuentra entre 0.11 y 0.30 mm/min; tratándose de riegos por surcos, la misma alcanza 0.10 - 0.27 l/seg. para 100 metros lineales.

Los valores mas bajos de los coeficientes de filtración, son característicos de los horizontes "cementados". Las pruebas con riegos prolongados durante el proceso de lavado de sales en el Punto N° 2, demostraron que la velocidad de filtración, que se determina, para el caso, por la velocidad de filtración del horizonte cementado, yacente a 75 cm, decae hacia el final de los lavados hasta 0.021 - 0.025 mm/min. Esto indica que los horizontes "cementados" actúan como capas impermeables relativas, empeorando en gran medida las propiedades hidrofísicas de los suelos.

En condiciones de agricultura de riego, los suelos pardo-rojizos típicos, son aptos para los cultivos zonificados, a excepción de aquellos que no son tolerantes a la reacción alcalina del medio (soya, maní y otros).

Para el aprovechamiento de estos suelos es necesario utilizar un criterio diferenciado tanto en la elección de los cultivos, como en la ejecución de los trabajos de mejoramiento respectivos.

Los suelos pardo-rojizos de texturas pesadas, con predominio en su perfil de arcillas arenosas medias y pesadas, tienen una aptitud limitada para el cultivo de frutales cuyo sistema radicular sea profundo. Esto se debe a que sus propiedades hidrofísicas son desfavorables (mala aeración, dureza, débil permeabilidad, etc). Estos suelos preferentemente son recomendables para el sistema de rotación arroz - alfalfa. Para su asimilación y explotación es necesario efectuar labranza profunda, aplicación de fertilizantes orgánicos y fertilizantes minerales de fisiología ácida, siendo además necesaria la inclusión de rotaciones de forrajeras que coadyuven a la formación de la estructura. La irrigación es recomendable efectuarla en condiciones de lavado. Debido a las condiciones hidrofísicas desfavorables, la irrigación de estos suelos con aguas mineralizadas es inadmisibles. Durante la ejecución de lavados en las áreas salinizadas, especialmente en donde exista salinización sódica, es indispensable la aplicación de químicos mejorados para evitar la sodificación del perfil.

Para la asimilación de los suelos pardo-rojizos, en cuyo perfil existen horizontes "cementados", es necesario tener en cuenta la posibilidad de acumulación de aguas en suspensión y el desarrollo de procesos de salinización secundaria.

La descripción morfológica detallada de los suelos pardo-rojizos típicos, puede examinarse tomando como ejemplo el perfil de la calicata excavada en el PHF N° 18 ubicado en la parte izquierda de la carretera a Salas, 6 Km antes de llegar al poblado.

La calicata fue excavada en un sector eriazo de relieve plano. La vegetación está representada por árboles y arbustos esporádicos.

0 - 6 cm Corteza débil resquebrajada por grietas verticales y atravesada por raíces vegetales, seco, pardo-rojizos textura arcillo-arenosa media, no reacciona con HCl, cambio gradual.

6 - 28 cm Seco, pardo-rojizo, arcillo - arenosa media, estructura nuciforme, compresionado, agrietado, no reacciona, atravesado por raíces, cambio gradual.

28 - 57 cm Seco, pardo, arcillo - arenosa ligera, estructura cuboidal fragmentada - nuciforme, agrietado, presencia de poros, reacción débil, escasas raíces, cambio gradual.

57 - 84 cm Seco, pardo mas claro, arcillo arenosa ligera, débilmente cementado, duro, estructura cuboidal fragmentado - en terrones, agrietado, porosidad media, manchas ócricas, carbonatos salpicados, reacción débil, escasas raíces, cambio gradual.

84 - 115 cm Seco, pardo grisáceo, con manchas ócricas y de óxido, arcillo arenosa ligera, muy duro, débilmente cementado, muy agrietado, estructura cuboidal fragmentada - en terrones, concreciones manganésicas-férricas, reacción débil, cambio gradual.

115-157 cm Seco, pardo-grisáceo, con abundancia de manchas ócricas y de óxido, muy duro, cementado, estructura cuboidal, abundantes inclusiones, concreciones manganésicas-férricas, reacción débil y local, cambio gradual.

157-200 cm Seco, pardo-grisáceo con manchas ócricas y de óxidos, arcillo-arenosa media, estructura cuboidal fragmentada - nuciforme, duro, no reacciona con HCl, salpicaduras de sales de fácil solubilidad.

#### **Suelos Pardos - Rojizos Lixiviados (K<sub>5</sub><sup>B</sup>)**

La difusión de estos suelos en la zona de investigaciones, está ligada a las amplias mezo depresiones del relieve. Estas son las terrazas aluviales-proluviales de los valles del cuaternario superior y las depresiones que se encuentran entre las llanuras marinas y lacustre-lagunares.

Los suelos lixiviados se diferencian de los típicos por el lavado en sus perfiles de las sales fácilmente solubles y por la profundidad de la línea de reacción con HCl (60 - 100 cm), lo que está relacionado con su formación en condiciones más favorables de humectación sobre material edafogénico de texturas ligeras. Con frecuencia no se observan visualmente a lo largo de todo su perfil, reacciones con HCl.

Desde el punto de vista litológico, el perfil más típico está conformado por capas arcillo-arenosas de 30 a 70 cm, superpuestas sobre depósitos arenosos y areno-arcillosos, que a su vez contienen capas intermedias y lentes de material arcillo-arenoso.

Los suelos pardo-rojizos lixiviados, contienen hasta 2.5 % de humus en sus horizontes superiores, su capacidad de intercambio es reducida (10 - 20 mg equiv), siendo la reacción del medio edáfico de neutral a ligeramente alcalina (pH = 6.5 - 7.5). En la composición de los cationes intercambiables predominan Ca y Mg; el contenido de sodio intercambiable es poco significativo (0.25 -1.13 mg/equiv/100 gr de suelo).

El contenido de carbonatos alcanza 0.11 - 0.56 % y tiene tendencia al aumento en correspondencia con la profundidad. El contenido de SO<sub>4</sub> es extremadamente reducido (0.001 - 0.17 %) y nulo en algunos horizontes.

Estos suelos se caracterizan por su alta disponibilidad de elementos nutrientes en formas asimilables para las plantas; el contenido de éstos en los horizontes húmicos alcanza para: K<sub>2</sub>O de 75 a 130 y para P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 10 a 32 mg en 100 gr de suelo.

Las texturas aligeradas que conforman el perfil condicionan las siguientes propiedades hidrofísicas en los suelos pardo-rojizos lixiviados.

El valor del peso específico en los horizontes superiores varía de 2.63 a 2.69 y ligeramente aumenta con la profundidad hasta 2.69 - 2.73 gr/cm<sup>2</sup>. Las magnitudes del peso volumétrico son indicadores de un menor nivel de compresión de los suelos comparándolos con los típicos: en los horizontes superiores el peso volumétrico varía de 1.24 a 1.40, en los subyacentes de 1.35 - 1.47 gr/cm<sup>3</sup>. La porosidad alcanza 46 - 54 % y la aeración 24 - 38 %, siendo estas magnitudes a lo largo de todo el perfil satisfactorias. Los suelos pardos rojizos lixiviados tienen suficiente capacidad de almacenamiento hídrico. Las reservas de humedad correspondientes a la capacidad de campo en el primer metro del perfil y en suelos arcillo-arenosos, alcanza 2600 m<sup>3</sup>/ha, en suelos areno arcillosos la capacidad se reduce hasta 1600 m<sup>3</sup>/ha.

Estos suelos son de permeabilidad baja y media lo que depende de la textura de los horizontes superiores. La velocidad estable de filtración durante los riegos por aniego de la superficie alcanza 0.13 - 0.27 mm/min; por surcos de 100 m, 0.14 - 0.36 l/s.

La velocidad de filtración durante los riegos desde capas mas profundas sobre depósitos arenosos y areno-arcillosos aumenta hasta 1.87 - 2.10 mm/min. Los principales parámetros hidrofísicos de los suelos lixiviados, pueden observarse en los cuadros y gráficos del anexo que acompañan al presente informe. Los suelos pardo-rojizos lixiviados, al igual que los típicos son aptos para todos los cultivos zonificados, a excepción de la soya y el maní.

El lado desfavorable de estos suelos, desde el punto de vista del mejoramiento, es su reducida capacidad de retención hídrica, especialmente en los suelos areno-arcillosos y la elevada velocidad de infiltración desde capas subyacentes, lo que conlleva al aumento de las pérdidas por infiltración profunda desde la red de irrigación.

La descripción morfológica detallada de los suelos pardo-rojizos lixiviados, se expone tomando como ejemplo la calicata excavada en el PHF N° 8 ubicado 700 m en dirección Nor - Oeste de la Granja Pasabar. La calicata fue excavada en un sector erizado de relieve llano. La vegetación está constituida por árboles y arbustos alejados entre sí.

0 - 12 cm        Seco, grisáceo    textura    arcillo-arenosa media, compactada, estructura cuboidal en terrones - pulverizada, poco agrietado, atravesado por raíces delgadas, no reacciona con HCl, cambio gradual.

12 - 26 cm      Seco, pardo - grisáceo mas claro, arcillo-arenosa ligera, compactada, estructura cuboidal en terrones - pulverizada inestable, grietas finas, reducida porosidad, raíces delgadas, no reacciona, cambio gradual.

26 - 50 cm      Seco, pardo-claro, con manchas grises, arcillo-arenosa ligera, compresionada, estructura cuboidal en terrones gruesos, agrietado, poroso, no reacciona, cambio gradual.

50 - 71 cm      Seco, pardo - claro (mas que el anterior) areno - arcillosa, compactado, estructura cuboidal en terrones medios inestables, poco poroso, no reacciona, cambio visible por la textura.

71 -109 cm      Seco, pardo, arena de granulación media, ligeramente compactado, sin estructura, no reacciona, cambio gradual.

109-200 cm Seco, arena de granulación media y fina, con capas intermedias de textura arcillo arenosa ligera, compactado, manchas ócricas diseminadas, no reacciona.

### **Suelos Pardo - Rojizos Ligeramente Diferenciados ( $K_5^d$ )**

Los suelos pardo-rojizos ligeramente diferenciados (weakly differentiated soil, sol faiblement differentie, schwach unterschieden oden), principalmente están difundidos en la zona del territorio de investigaciones, en la parte baja del río Olmos y en la parte occidental de la zona sur. Su formación está ligada a las llanuras marinas, lacustre-lagunares y a los valles aluviales-proluviales con elementos eólicos de relieve. El material edafogénico está representado por capas superpuestas de depósitos aluviales y eólicos, lo que da lugar a una clara diferenciación de capas en su perfil desarrollado en ellos, los horizontes A y B tienen escasa notoriedad.

La reacción de HCl con los carbonatos es sumamente débil en el segundo metro o en general no se produce. Frecuentemente a la profundidad de 40 - 50 cm. se registra la presencia de manchas ócricas. El contenido de humus en los horizontes superiores varía de 0.22 a 1.64 % dependiendo su acumulación de las condiciones del relieve. Los suelos formados en las depresiones tienen mejores condiciones de humectación y contienen mayor porcentaje de humus. El contenido de carbonatos es poco considerable y no tienen diferenciación a lo largo del perfil ( $CO_2$  carb = 0.19, 0.90 %). La reacción del medio edáfico es ligeramente alcalina (pH=7.2 - 7.5), raramente neutral (pH = 6.6 - 7.0). La alcalinidad del medio tiende al aumento con la profundidad. La capacidad de intercambio no supera los 13 mg-equiv en 100 gr de suelo (ver el Cuadro 2 del Anexo). En la composición de los cationes de intercambio predominan el Ca y Mg, siendo el contenido de Na poco significativo (Na = 0.25 - 0.40 mg-equiv). La presencia de  $SO_4$  (yeso) varía de 0.008 a 0.15 %.

Los suelos pardo-rojizos ligeramente diferenciados tienen disponibilidad media de formas asimilables de nutrientes, el contenido de éstos en los horizontes superiores alcanza:  $K_2O$  = 60 - 120,  $P_2O_5$  = 8 - 23 mg en 100 gr de suelo, reduciéndose considerablemente en los horizontes subyacentes.

En las texturas de estos suelos predominan los depósitos arenosos y areno-arcillosos con capas intermedias y lentes arcillo-arenosos. En los perfiles de los suelos en mención no se ha registrado la presencia de sales fácilmente solubles.

Las propiedades hidrofísicas de los suelos ligeramente diferenciados, dependen de la capa textural predominante en el perfil. El valor del peso específico en los horizontes superiores es aproximado a 2.70 - 2.71  $gr/cm^3$ , aumentando con la

profundidad hasta 2.80 gr/cm<sup>3</sup>. El peso volumétrico varía de 1.50 a 1.61 gr/cm<sup>3</sup>. Los horizontes superiores de estos suelos se caracterizan por contar con valores de porosidad y aeración (20 - 26 %) satisfactorios. En la capa correspondiente al primer metro, la capacidad de almacenamiento hídrico alcanza 1900 - 2300 m<sup>3</sup>/ha. La permeabilidad de estos suelos es media a causa de la estratificación del perfil y depende en forma directa de la composición textural de los horizontes que lo forman.

La velocidad de filtración en riego por aniego de la superficie puede variar de 0.17 a 0.58 mm/min, en riegos por surcos 0.50 - 0.53 l/seg. en 100 m lineales. La velocidad de filtración a mayor profundidad aumenta hasta 1.07 mm/min, sin embargo, es conveniente señalar, que la presencia de una capa de textura pesada, aunque sea de poca potencia, da lugar a una brusca disminución de la velocidad hasta 0.36 mm/min.

Los suelos pardo-rojizos ligeramente diferenciados bajo irrigación son aptos para todos los cultivos zonificados, a excepción del arroz. Entre las insuficiencias de tales suelos se consideran la inestabilidad de su estructura, su baja capacidad de retención hídrica y la elevada permeabilidad de sus capas subyacentes.

La descripción morfológica detallada de los suelos pardo-rojizos ligeramente diferenciados, puede examinarse tomando como ejemplo la calicata excavada en el PHF N° 17, ubicado a 100 m en dirección Nor-Oriente del Reservorio La Viña.

La calicata fue excavada en un sector eriazo con relieve ondulado, la vegetación está representada por árboles y arbustos.

0 - 12 cm        Seco, gris parduzco, textura arcillo-arenosa ligera, compactado, estructura cuboidal en terrones medios, porosidad rala, atravesado por raíces, grietas finas, no reacciona con HCl, cambio gradual.

12 - 36 cm        Seco, gris parduzco más claro, areno-arcillosa, duro, estructura cuboidal en terrones medios inestable, abundantes raíces, inclusiones ralas de grava y cascajo, no reacciona al HCl, cambio gradual.

36 - 60 cm        Seco, pardo - grisáceo, arcillo - arenosa ligera, duro, estructura cuboidal en terrones - fragmentada, poroso, inclusiones ralas de grava y cascajo, no reacciona al HCl, cambio gradual.

60 - 85 cm        Seco, pardo mas claro, areno-arcillosa, duro, estructura cuboidal en terrones medios, poroso, algunas raíces aisladas, reacción débil local, cambio gradual.

85 - 128cm      Seco, pardo con salpicaduras de manchas ócricas areno-arcillosa, duro, estructura cuboidal en terrones medios inestable, no reacciona, cambio visible por la textura.

128-168 cm      Seco, pardo con abundantes manchas ócricas, arena fina, sin estructura, inclusiones aisladas de grava y cascajo, no reacciona.

### **Suelos Pardo - Rojizos con Manto de Arena y Arena Arcillosa, Arrastrada por el Viento ( $K_5^{\text{P}}$ )**

Tales suelos tienen amplia difusión en las zonas limitantes con el desierto de Sechura, se desarrollan sobre depósitos arcillo-arenosos de diferente génesis, cubiertos por un manto de arena y areno - arcilloso de procedencia eólica cuya potencia oscila entre 0.3 - 1.0 m.

El contenido de humus en los horizontes superiores no supera el 0.2 %. La capacidad de intercambio varía entre 4 - 7 mg-equiv en 100 gr de suelo. En la composición de los cationes de intercambio predominan el Ca y Mg.

Visualmente se puede apreciar la reacción de HCl con los carbonatos a la profundidad de 15-35 cm por debajo del techo de los depósitos arcillo-arenosos. El contenido de carbonatos a través del perfil varía de 0.19 a 0.57 % sin clara diferenciación. El contenido de  $SO_4$  (yeso) alcanza en estos suelos 0.08 - 0.12 %. Los horizontes superiores tienen baja disponibilidad de elementos nutrientes para las plantas:  $K_2O = 27$  y  $P_2O_5 = 9$  mg en 100 gr de suelo.

En la composición textural de los depósitos eólicos predomina la fracción de arena fina (partículas de 0.05 - 0.25 mm de diámetro).

Para los suelos con manto areno-arcilloso formados en las llanuras marinas y sobre depósitos marinos, son característicos los horizontes "cementados", análogos por sus propiedades, con horizontes semejantes descritos en los suelos pardo-rojizos típicos.

Los suelos con manto areno-arcilloso, por lo general son salinos profundos con grado de salinidad de ligero a moderado. Los horizontes salinos generalmente yacen a una profundidad de 1.0 a 1.5 m y en su composición salina predominan los cloruros ( $Na Cl$ ), rara vez, sulfato de sodio ( $Na_2 SO_4$ ). La reacción del medio edáfico es alcalina media (pH = 7.5 - 8.5).

Frecuentemente en los horizontes salinos se nota un elevado contenido de soda ( $Na HCO_3$  y  $Na CO_3$ ); en estos casos, la reacción del medio edáfico puede aumentar hasta alcalina (pH = 8,5 - 9.3).

Las propiedades hidrofísicas y características de la filtración en estos suelos, depende de la potencia del manto eólico. En los controles efectuados en el PF - 1, donde el manto alcanza 1 metro, dependiendo de la litología, el almacenamiento hídrico no supera los 1500 m<sup>3</sup>/ha.

La porosidad uniforme a lo largo del perfil (41 - 45 % del volumen). Los valores del peso específico son típicos para los depósitos arenosos (2.70 - 2.72 gr/cm<sup>3</sup>). La velocidad de filtración en riegos por aniego de la superficie y por surcos, respectivamente, alcanza: en el primer riego 1.65 mm/min y 0.80 l/seg en 100 m; en el segundo riego 1.40 mm/min y 0.60 l/seg en 100 m. De acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, estos suelos tienen una aptitud limitada para los cultivos agrícolas.

Para estos suelos es característico un alto grado de permeabilidad. Durante la primera hora de vertimiento, la capa de agua absorbida alcanza 15 cm lo que equivale a 1500 m<sup>3</sup>/ha. Esta propiedad conduce a una distribución irregular de agua de riego en el terreno. Entre las insuficiencias, también debe tenerse en cuenta su baja fertilidad y la inestabilidad de su estructura. Actualmente los horizontes superficiales de estos suelos, en diferente grado, están estructurados por la vegetación natural.

Al asimilar los suelos pardos rojizos con manto eólico de arenas y arenas arcillosas, es necesario tomar una serie de medidas destinadas a la defensa de estos suelos de la erosión eólica y al mejoramiento de su fertilidad.

Este complejo de medidas comprende: cortinas arbóreas, rotaciones antierosivas, aplicación de grandes dosis de fertilizantes orgánico-minerales y de sustancias artificiales formadoras de estructura lo que requerirá de fuertes inversiones. La descripción morfológica detallada de los suelos pardo-rojizos con manto de arena arcillosa arrastrado por el viento, puede examinarse tomando como ejemplo la calicata excavada en el PHF - 1, ubicado 4 km en dirección Nor Oeste del poblado de Pacora.

La calicata fue excavada en un sector eriazo de relieve ondulado. La cobertura vegetal está representada por árboles y arbustos aislados entre sí.

0 - 30 cm. Seco, pardo, arena fina, limosa, ligeramente compactado, sin estructura, atravesado por pequeñas raíces, inclusión del 3 % de gravilla, no reacciona, cambio gradual.

30 - 100 cm. Seco, pardo, arena fina y media, suelto, sin estructura, en la parte inferior se notan salpicaduras ócricas, no reacciona, cambio visible.

100-170 cm. Seco, pardo grisáceo, arcillo-arenosa media, muy duro, fuertemente agrietado, estructura cuboidal fragmentada, inclusiones de concreciones manganésicas, férricas, carbonatos entre los 140 y 170 cm (reacción se manifiesta solo en esta capa), cambio gradual.

170-200 cm. Seco, pardo con manchas ócricas y de óxido, arcillo-arenosa pesada, cementado, muy duro, estructura cuboidal fragmentada, inclusión de concreciones manganésicas férricas, reacciona moderadamente.

### **Suelos Pardo-Rojizos Esqueletizados ( $K_5^M$ )**

Los suelos pardo-rojizos esqueletizados (Skeletal Soil, Stony Soil, Sol Squelethique, Skellettboden), están ampliamente difundidos en el territorio de investigaciones, en las llanuras proluviales sub-montañosas. Se formaron sobre depósitos areno-arcillosos con inclusiones de material detrítico.

Su capa de tierra fina, constituida básicamente de texturas arcillo-arenosas ligeras y medias, contiene inclusiones de grava y cascajo de 5 - 10 a 25 %.

Su potencia varía con el aumento de la pendiente de 1 m a 15 - 20 cm. Frecuentemente estos suelos son pedregosos desde la superficie, pero el contenido de piedras cuyo diámetro sea mayor de 10 cm, raramente supera el 50 %/ha.

De acuerdo a la potencia de su capa fina los suelos se dividen en reducidas, hasta 30 cm, poco potentes 30 - 50 cm, medio potentes 50 - 70 cm y potentes 70 - 100 cm.

De acuerdo al contenido del esqueleto (partículas de mas de 3 mm de diámetro), los suelos se dividen en ligeramente esqueletizados (esqueleto menor del 25 %), medio esqueletizados (25 - 50 %) y muy esqueletizados (50 %).

El perfil de los suelos pardo-rojizos esqueletizados, se caracteriza por su clara diferenciación en horizontes edáficos y por la presencia de tonos rojizos, claramente visibles, en la coloración de los horizontes húmicos y sub-húmicos.

El horizonte húmico A, tiene una coloración pardo-rojiza con tonos grisáceos, está ligeramente compactado; su estructura, en texturas arcillo-arenosas, es cuboidal en terrones y en texturas areno-arcillosas, pulverizadas; su potencia alcanza 15 - 20 cm, la reacción del HCl con los carbonatos, es mas notoria en su parte inferior.

El horizonte de transición B (20-40 cm), es mas duro, su estructura es cuboidal en terrones -nuciforme, color pardo claro, frecuentemente con manchas blancuzcas o micelios de carbonatos, se caracteriza por su alto grado de reactividad con HCl. Los

suelos esqueletizados son poco húmicos (hasta 1%), su capacidad de intercambio es reducida (hasta 5 - 7 mg-equiv).

En la composición de los cationes de intercambio predominan el Ca y Mg, siendo la presencia de Na poco significativa (hasta 0.53 mg-equiv). La reacción del medio edáfico va de ligeramente alcalina a media (pH = 7.0 - 8.0).

En el horizonte húmico se nota el desarrollo de un proceso de arcillamiento (contenido de partículas menores a 0.001 mm de diámetro, 10%).

Los suelos pardo-rojizos esqueletizados por lo general no están salinizados, muy rara vez, en las partes bajas de las llanuras sub-montañas, se encuentran manchas de salinidad ligera y moderada. En la composición salina predominan los cloruros y sulfatos de calcio y sodio. Estos suelos tienen baja disponibilidad de elementos nutrientes para las plantas:  $K_2O = 27 - 50$  y  $P_2O_5 = 4.2 - 4.5$  mg en 100 gr de suelo.

Las propiedades hidrofísicas de los suelos esqueletizados están condicionados por la presencia de la capa de tierra fina y por el contenido porcentual de la parte esqueletizada en los horizontes edáficos. Las magnitudes de los pesos específicos y volumétricos en la capa de tierra fina, alcanza respectivamente 2.72 - 2.76 y 1.30  $gr/cm^3$ . Los valores de porosidad y aeración, con una humedad igual a la capacidad de campo, varía de 34 a 41 % y de 20 a 26 % respectivamente. En los suelos esqueletizados más difundidos, cuyas potencias varían de 30 a 70 cm la capacidad de almacenamiento hídrico alcanza de 1000 a 1200  $m^3$  en el primer metro y de 600 a 900  $m^3$  en la capa superior de 50 cm.

Los datos de velocidad y filtración, en vertimiento desde la superficie, prácticamente no se diferencian de los obtenidos en los suelos pardo-rojizos típicos de textura arcillo-arenosa, lo que se explica por la existencia de una estructura inestable, que al humedecerse, rápidamente se disgrega y va colmatando los horizontes superiores. La velocidad de filtración por aniego de la superficie varía de 0.06 a 0.12 mm/min, en riegos por surcos de 0.06 a 0.14 lt/seg para 100 metros lineales. Desde horizontes subyacentes formados en depósitos guijo-riposos con rellenos areno-arcillosos, la velocidad de filtración alcanza hasta 2 m/día, pudiendo elevarse hasta 10 m/día, en depósitos formados únicamente por ripio.

Los suelos pardo-rojizos esqueletizados cuya potencia es media y profunda (50 - 100 cm), son aptos para todos los cultivos zonificados, a excepción de soya y maní. Para la asimilación de estos suelos, es necesario desarrollar grandes volúmenes de trabajo de nivelación, debido a las irregularidades del relieve que caracterizan a las llanuras sub-montaña.

Asimismo, teniendo en cuenta las particularidades del relieve y la existencia de múltiples cauces temporales, deberán tomarse medidas destinadas a prevenir la erosión. Al efectuarse los trabajos de nivelación la profundidad de los cortes no debe ser mayor a 10 - 20 cm. Los suelos esqueletizados poco potentes (<50 cm), tienen una aptitud limitada para desarrollar la agricultura de riego. Su alto grado de esqueleticidad (25 - 30 %), pedregosidad, baja capacidad de retención hídrica y sus altos coeficientes de filtración, no permiten recomendar estos suelos para su incorporación a la agricultura. En la Unión Soviética, suelos similares son utilizados solamente en viñedos y en algunos tipos de frutales para lo cual es necesario efectuar rellenos de tierra fina en las zanjas y fosas de sembrado. Al mismo tiempo es imprescindible la aplicación de altas dosis de fertilizantes orgánicos y minerales, sin dejar de lado las medidas destinadas a combatir la excesiva filtración y erosión de la superficie.

La descripción morfológica detallada de los suelos pardo-rojizos esqueletizados puede examinarse tomando como ejemplo la calicata excavada en el punto hidrofísico N° 20 ubicado a 13 Km en dirección Sur Oeste del poblado de Salas. La calicata fue excavada en un sector erizado de llanura sub-montañosa con relieve ondulado fragmentado por cauces temporales. La excavación se realizó en un sector plano entre dos quebradas, donde la vegetación está representada por árboles y arbustos distantes entre sí.

0 - 17 cm        Seco, pardo - rojizo, arcillo-arenoso medio, con inclusiones de grava y cascajo hasta 5%, compactado, estructura cuboidal en terrones medios, levemente agrietado, atravesado por raíces, reacciona débilmente con HCl en la parte inferior, cambio visible.

17 - 65 cm        Depósitos de ripio y grava, secos, relleno de arena gruesa, esqueletizado hasta 44 %, las medidas de la parte esqueletizada varían de 3 mm a 10 cm, concreciones carbonosas en la parte inferior del esqueleto, cambio gradual.

65 - 100 cm        Depósitos de ripio y grava, relleno de arena arcillosa, fracción esqueletizada de 50 a 60 %, se nota una leve reacción en la parte inferior del esqueleto, cambio gradual.

100-135 cm        Depósitos de ripio y grava, relleno de arena gruesa, esqueleto hasta 10%, no reacciona con HCl.

#### **Suelos Pardos - Rojizos Irrigados ( $K_5^{OP}$ )**

Los suelos pardo-rojizos irrigados (irrigated soil, solirrique, bewässerungsboden) ocupan una superficie considerable dentro de los límites del territorio de

investigaciones. En este tipo de suelos se incluyen los desarrollados bajo la influencia de la humectación regular y esporádica por efecto del riego; junto con el agua de riego, en estos suelos se introducen partículas en suspensión, carbonatos y otras sales fácilmente solubles.

Los suelos irrigados, a diferencia de los originales, en que se formaron, se caracterizan por una mayor influencia de la vegetación, microflora y fauna edáfica. La conservación de sus características iniciales, en mayor o menor grado, depende de la prolongación o continuidad del proceso de irrigación. Con el tiempo estos suelos van adquiriendo nuevas propiedades y características que los diferencian de los suelos originales.

Entre las características heredadas de los suelos originales, se incluyen: presencia de carbonatos en todo el perfil, diferenciación en capas y predominio en las texturas de la fracción limo, capacidad de intercambio relativamente alta y reacción de medio edáfico alcalina estable.

Entre las nuevas características y propiedades tenemos: aumento gradual de la potencia húmica, homogenización del contenido de carbonatos a lo largo del perfil, proceso de arcillamiento de carbonatos a lo largo del perfil, proceso de arcillamiento mas acentuado sin clara diferenciación en este sentido.

Como particularidades generales de los suelos pardo-rojizos irrigados, se pueden mencionar: monotonía, característica, diferenciación débil del perfil edáfico. Prácticamente se diferencian solamente el horizonte húmico de color gris-parduzco y el sub-húmico de color pardo, este último formado por una sucesión de capas aluviales. La potencia del horizonte húmico varía de 20 a 70 cm, rara vez se nota una clara diferenciación de la capa arable (20 - 30 cm) y del horizonte subyacente menos oscuro de color heterogéneo con manchas húmicas de forma alargada. En condiciones de humedad el horizonte húmico de estructura cuboidal en terrones, es plástico; cuando está seco, se presenta duro, agrietado y su estructura es cuboidal en terrones, frecuentemente prismática, especialmente en el horizonte subyacente al de labranza. A menudo en la parte inferior del horizonte húmico y también hacia abajo, se nota la presencia de concreciones ferromangánicas y de manchas gris azuladas y ócricas. Con frecuencia en el horizonte subyacente al de labranza se observan secreciones carbonáticas en forma de salpicaduras.

El contenido húmico de los suelos irrigados alcanza del 1.0 al 2.0 %, llegando en los suelos bien cultivados al 4 %. La capacidad de intercambio no es muy alta, y en los horizontes superiores, varía de 10 - 25 mg-equiv por 100 gr de suelo, dependiendo

de la textura y del grado de humificación. Entre los cationes de intercambio predominan el Ca (50 - 70 %) y Mg (25 - 30 %).

El contenido de sodio intercambiable es reducido (0.2 - 2.5 rara vez 4.5 mg.equiv por 100 gr de suelo), sin embargo este contenido, alcanza en algunos horizontes, dentro de la capacidad de intercambio, 15 - 22 %, lo que indica que algunos suelos están expuestos al desarrollo de procesos de sodificación con el riego. La reacción del medio edáfico es alcalina ligera y media (pH = 7.5 - 8.5). El contenido de yeso es poco considerable (0.02 - 0.32 %) y el de carbonatos varía de 0.6 a 5.4 %, distribuyéndose uniformemente por el perfil. Estos suelos tienen mediana disponibilidad de elementos nutrientes  $K_2O = 20 - 90$  (a veces hasta 200) y  $P_2O_5 = 7 - 16$  mg por 100 gr de suelo.

La determinación de las texturas en el laboratorio, demuestra, que en el perfil de los suelos irrigados se desarrolla un proceso de arcillamiento, el cual tiene mayor incidencia en los horizontes húmicos. En la composición de los elementos mecánicos, predomina la fracción de polvo grueso (0.01 - 0.05 mm) teniéndose considerable porcentaje de fracciones menores a 0.001 mm. La presencia de estas fracciones es notable especialmente en los horizontes superiores de los campos arroceros (PHF N° 4).

Puede afirmarse que el proceso de arcillamiento se desarrolla en forma más intensiva, en aquellos suelos cuya característica es sobre-humedecimientos periódicos del perfil con su posterior resecamiento.

Durante los riegos con aguas turbias, la colmatación juega un gran papel en la acumulación de partículas menores a 0.001 mm cuando éstas, a través de las grietas, penetran en los horizontes subyacentes al de labranza. Como resultado se produce el enriquecimiento del perfil con estas partículas, dentro de las 50 - 70 cm superiores.

Los suelos pardo-rojizos irrigados, en su mayoría, no están salinizados, aunque en algunos casos, se registra un alto contenido de sales fácilmente solubles al final del primero y en el segundo metro. En los suelos irrigados es característica la migración de sales solubles a lo largo del perfil, en dependencia del período de irrigación. El muestreo, en cualquiera de los períodos no da una representación confiable del grado y quimismo de la salinidad, por tanto es necesario controlar la dinámica de las sales por el perfil, a lo largo de todo el período vegetativo. Estos controles demuestran, que en la composición salina de los suelos irrigados predominan los cloruros y sulfatos de sodio, siendo frecuente la presencia de soda en cantidades tóxicas. También se debe prestar atención al hecho, de que en algunos casos se

han registrado procesos de salinización en la parte superior del perfil de los suelos en cuya irrigación, sin lavado, se utilizan aguas subterráneas mineralizadas. Las propiedades hidrofísicas de los suelos irrigados, en el territorio de la 1a. Fase, han sido estudiados en 7 plazoleas experimentales. Los suelos sometidos a investigación, son aquellos que actualmente se utilizan bajo diferentes cultivos y cuyas texturas son predominantes : PHF - 4 en un campo de arroz, PHF - 5 en un campo de tabaco, PHF - 7 en un campo de algodón, PHF - 6 y 13 en un campo de maíz. Del mismo modo dos plazoleas más PF - 4 y 7 fueron ubicados en suelos ocupados por huertos frutales, en plantaciones de mango y limón respectivamente.

Los suelos irrigados de textura arcillo-arenosa pesada y media, tienen una capacidad de almacenamiento hídrico equivalente a 2900 - 3500 m<sup>3</sup>/ha. La capacidad media de los suelos irrigados, debido a su mejor humificación y estructuración en el horizonte de labranza, es superior en 300 m<sup>3</sup> a la capacidad de suelos eriazos similares.

En los suelos irrigados de texturas ligeras, la capacidad de almacenamiento hídrico, en el primer metro, decae hasta 2700 m<sup>3</sup>/ha magnitud que no obstante, tampoco supera a los eriazos similares.

Los valores del peso volumétrico en el horizonte de labranza varían de manera significativa, sin embargo estas magnitudes indican que dicho horizonte está compactado, y en algunos casos fuertemente compactado.

Debido a la heterogeneidad de las texturas y a las condiciones de estratificación, los coeficientes de permeabilidad varían de 0.02 a 0.55 mm/min. En los suelos arcillo-arenosos pesados y medios, con capas intermedias pesadas, se registran velocidades de infiltración aún mas bajas (0.02 - 0.12 mm/min).

Los suelos ligeros utilizados en huertos frutales (PF - 4 y 7) cuentan con propiedades de filtración elevadas (0.51 - 0.55 mm/min).

Atención especial merecen las propiedades hidrofísicas de los suelos bajo cultivo de arroz. Estos son suelos de textura pesada, con alto contenido porcentual de sodio intercambiable y reacción la medio alcalina media y fuerte. Al secarse la superficie se agrieta completamente; alcanzando las grietas verticales hasta 70 - 80 cm de profundidad. La capacidad de almacenamiento hídrico, en estos suelos, es elevada (3500 m<sup>3</sup>/ha) y el coeficiente de permeabilidad, a partir de las superficie en los sectores sin grietas, es de 0.02 mm/min.

Los suelos pardo-rojizos irrigados, en comparación con los eriazos similares, poseen un nivel de fertilidad mas elevado. Para su mejor explotación, en condiciones de

riego, es necesario mejorar las condiciones de disponibilidad y suministro de agua. En algunos casos es recomendable la reconstrucción de los sistemas de riego existentes, con el fin de disminuir las pérdidas improductivas de agua de riego. Es conveniente la introducción de rotaciones racionales de cultivos, que permitan la conservación y el aumento de la productividad de los suelos. Su nivel de fertilidad, puede ser considerablemente aumentado, con la aplicación de estiércol, compuestos minerales orgánicos y fertilizantes minerales de fisiología ácida.

La irrigación debe efectuarse preferentemente con régimen de lavado, a fin de prevenir el desarrollo de la salinidad secundaria - En los riegos y lavados de los suelos salinizados (especialmente sódicos), se recomienda la aplicación de mejoradores químicos con la finalidad de evitar la sodificación y disminución del pH.

La descripción morfológica detallada de los suelos pardo-rojizos irrigados, puede examinarse tomando como ejemplo la calicata excavada en el PHF N° 5, ubicada a 3.5 Km. en dirección Sur de Motupe.

La calicata fue excavada en un sector bajo riego sembrado de tabaco

0 - 26 cm Horizonte de labranza, seco, gris - parduzco, arcillo - arenosa media, estructura cuboidal en terrones-nuciforme, poroso, atravesado por raíces, reacciona débilmente, cambio visible.

26 - 46 cm Seco, gris - parduzco, arcillo - arenosa pesada arenificado, duro, estructura cuboidal en terrones medios, agrietado, raicillas, reacciona débilmente cambio gradual.

46 - 82 cm Húmedo, pardo-grisáceo, con manchas de humus, arcillo-arenosa pesada, compresionado, estructura cuboidal en terrones-nuciforme, carbonatos en forma de micelio, reacción energética y prolongada, agrietado, cambio gradual.

82 - 142cm Húmedo, pardo claro, con manchas ócricas, arcillo-arenosa media, compresionado, estructura cuboidal fragmentada en terrones, carbonatos en forma de manchas, reacción energética, cambio visible.

142-170 cm Húmedo, pardo, arena fina, con inclusiones de casajo, no reacciona.

#### **Suelos Aluviales Convirtiéndose en Desérticos ( $A_{\Lambda}^{on}$ )**

Los suelos aluviales (flooding Soil, alluvial soil, sol ailuvial, auenboden) se forman en las partes bajas de los valles, en condiciones de anegamiento periódico; sin embargo, actualmente las inundaciones no se producen cada año. Estos suelos son altamente estratificados, en sus perfiles predominan las capas de textura arenosa y

areno-arcillosa con inclusiones de cantos rodados y guijarros, no están salinizados y se caracterizan por la escasa diferenciación de sus perfiles. Los horizontes superiores están débilmente oscurecidos por el humus. La parte inferior del perfil presenta huellas de procesos gleycos, lo que se debería a un permanente contacto con las aguas freáticas. La superficie total de estos suelos es poco considerable, se encuentran en contornos reducidos, por lo general, junto a los suelos aluviales convirtiéndose en desérticos.

Los suelos aluviales convirtiéndose en desérticos (desertified, desertifie, verwustener), se forman en las terrazas altas de anegamiento y bajo la influencia de aguas freáticas y de avenidas. Las inundaciones se producen cada cierta cantidad de años, cuando las avenidas tienen carácter catastrófico. Estos suelos tienen difusión limitada dentro del territorio de investigaciones y se les puede considerar transicionales entre los suelos aluviales y zonales. Su perfil es mas notorio que en los aluviales, pero menos diferenciados que en los suelos zonales. La reacción del medio edáfico es ligeramente alcalina, son carbonatados, aunque no existen huellas visibles de acumulación de carbonatos.

#### **Suelos Aluviales Irrigados Convirtiéndose en Desérticos ( $A_{\Lambda}^{ONOP}$ )**

Estos suelos yacen en las mismas condiciones que las eriazas y se les puede encontrar en sectores pequeños y aislados. En su formación juega un papel importante la irrigación, por lo que están mejor humificados que los eriazos. Algunas veces, en sus perfiles puede distinguirse un horizonte húmico notoriamente diferenciado. Su perfil está carbonatado y presenta evidencias de procesos gleycos. No hay indicios de salinidad y la reacción del medio es alcalina ligera y media.

Los suelos aluviales del territorio de investigaciones se caracterizan por el bajo nivel de su fertilidad natural. Entre otras desventajas que limitan su aptitud para la explotación intensiva, deben considerarse las inundaciones que se producen en los períodos de grandes avenidas por lo que, para una explotación racional en condiciones de irrigación, es imprescindible tomar medidas destinadas a su defensa.

#### **Suelos Arenosos Desérticos ( $\Pi_{\Pi}$ )**

Los suelos arenosos desérticos (sandy desert soil, sol sableux desertique, sol sablonneux desertique, sanduristenboden), se formaron sobre depósitos arenosos de carácter eólico. Tienen amplia difusión en la parte occidental del territorio de investigaciones y su cobertura vegetal está representada por gramíneas pequeñas, arbustos y árboles aislados. En su perfil, el horizonte mas humificado, se forma a cierta profundidad (5 - 6 cm), bajo el manto de arena. En su composición textural

predomina la fracción arena fina (0.005 - 0.25 mm de diámetro), observándose en la parte media del perfil, una ligera acumulación de fracciones de diámetro 0.05 - 0.01 mm. Estos suelos no son carbonatados ni salinizados. Su capacidad de almacenamiento hídrico (PHF - 11) alcanza 1450 m<sup>3</sup>/ha en el primer metro y 880 m<sup>3</sup>/ha en la capa 0 - 50 cm. La velocidad de filtración en riegos por aniego de la superficie alcanza 1.70 mm/min en el primer vertimiento y, 1.23 mm/min en el segundo.

Los suelos arenosos desérticos se caracterizan por el bajísimo nivel de su fertilidad natural. Además su baja capacidad retentiva, alta permeabilidad, desfavorables condiciones del relieve y tendencia a sufrir procesos deflacionarios, son factores que limitan sustancialmente las posibilidades de su utilización en la agricultura de riego. A nivel de Estudios de Factibilidad, las superficies cubiertas por estos suelos fueron excluidos de los programas de riegos, ya que debido a sus propiedades hidrofísicas desfavorables, el riego por gravedad resulta improductivo.

Para la asimilación y explotación de los suelos desérticos arenosos, es necesario tomar una serie de medidas destinadas al mejoramiento los que, considerando el bajo nivel de fertilidad natural, no se compensarán a corto plazo.

Las principales medidas a adoptarse son las siguientes:

1. Medidas destinadas a neutralizar la acción del viento
  - Cortinas arbóreas rompevientos
  - Cultivos protectores especiales (bastidores con plantas de tallo alto)
  - Conservación del rastrojo y labranza sin vertedera.
2. Medidas destinadas a elevar la resistencia antierosiva del suelo
  - Conservación de un nivel normal de humedecimiento
  - Mejoramiento de la estructura y creación de una superficie resistente a la erosión eólica:
    - a. Aplicación de fertilizantes (compuestos orgánicos, minerales, cultivos mejoradores de estructura.
    - b. Rotación de cultivos antierosivos
    - c. Creación de agregados resistentes a la erosión empleando formadores de estructuras sintéticas.
    - d. Colmataje y formación de coberturas en la superficie
    - e. Arcillamiento
  - Fijación de las arenas que se encuentran en los límites con estos suelos.

La descripción morfológica detallada de los suelos arenosos desérticos pueden examinarse tomando como ejemplo la calicata excavada en el PHF N° 11, ubicado en la zona limítrofe con el desierto de Sechura, a 19 Km en dirección Sur-Oeste del pueblo de Olmos.

La calicata fue excavada en un sector eriazo de relieve ondulado. La vegetación está representada por árboles aislados entre sí.

0 - 18 cm        Seco, pardo - rojizo, arena fina suelta, sin estructura, no reacciona, cambio gradual.

18 - 37 cm        Seco, pardo - rojizo, arena fina limosa con inclusión abundante de raíces finas, ligeramente compresionado, sin estructura, no reacciona, cambio gradual.

37 - 200 cm        Seco, pardo - rojizo, arena fina y media de procedencia eólica, suelto, sin estructura, no reacciona.

### **Solonchaks (C<sub>k</sub>)**

Bajo esta denominación se agrupa a los suelos cuyo contenido salino en el horizonte superior es no menor del 1% tratándose del tipo cloruro-sulfato y no menor del 0.7% tratándose de los tipos sódico o combinado.

En la zona de irrigación los solonchaks tienen una difusión muy limitada formándose, dentro de los valles aluviales - proluviales y de las llanuras marinas, sobre depósitos aluviales estratificados, en cuyos perfiles predominan las capas de texturas pesadas (arcillas y arcillas-arenosas). La difusión de los solonchaks está relacionada con las zonas de irrigación existentes, donde ocupan sectores eriazos entre terrenos irrigados, o forman complejo con los suelos salinos zonales en los sectores que encuadran a las zonas irrigadas.

La vegetación en los solonchaks o bien no existe, o está representada por formas específicas (*flaveria bidentis*, *Ammannia cocinea*, *Distichlis spicata*) que forman cobertura cerrada.

Los solonchaks se forman en condiciones transpirativas de humedecimiento, con aguas freáticas cercanas ligeramente mineralizadas de tipo sódico y cloruro hidrogenocarbonato.

Predominan las afloraciones de agua cuya evaporación provoca la acumulación de sales de fácil solubilidad.

El contenido máximo de sales en los solonchaks se fija en los horizontes superiores del perfil. Por esto, las cortezas superficiales contienen del 4 al 15% de sales.

De acuerdo al carácter de formación de la mayoría de los solonchaks investigados, éstos se incluyen dentro de los solonchaks típicos hidromórficos.

El horizonte húmico de estos suelos prácticamente no está desarrollado. A partir de la superficie se diferencia una corteza salina de 1 a 3 cm de espesor, seguidamente va un horizonte subyacente de textura limosa (5 - 10 cm) el cual, por lo general cambia a una capa de 20 a 30 cm, compresionada, dura, elástica y pegajosa en condiciones de humedecimiento; su estructura es columnar o cuboidal fragmentada-nuciforme. Por debajo de todos los horizontes se manifiestan procesos gleycos cuyo contenido de sales varía del 0.3 al 0.5 %. Según su quimismo predominan los solonchaks de tipo sódico-sulfato y sódico-cloruro, estando la masa principal de sales concentradas en los primeros 50 cm del perfil. En la corteza con frecuencia predominan los sulfatos de sodio ( $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ ).

Además de carbonatos y cloruros de sodio ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$  y  $\text{Na Cl}$ ), y comenzando el horizonte subyacente hasta el final del perfil, dominan los cloruros y bicarbonatos de sodio ( $\text{Na Cl}$  y  $\text{Na HCO}_3$ ). La reacción del medio edáfico es fuertemente alcalina ( $\text{pH} = 8,5 - 11$ ).

Dentro de los límites del territorio de investigaciones se encuentran también solonchaks que conservan características de edafogénesis hidromórfica. Actualmente las aguas freáticas yacen a una profundidad de 5 m y no tienen enlace directo con la superficie del suelo. El régimen hídrico no tiene lavado y periódicamente es transpirativo con la humedad capilar de las precipitaciones atmosféricas. De acuerdo a su composición predominan los solonchaks de tipo cloruro sulfato y cloruro, a menudo con huellas de soda. En estos solonchaks las sales entremezcladas con la masa del suelo forman sobre la superficie horizontes sueltos constituidos por partículas coaguladas de suelo y cristales de sal, estando por encima cubiertas por una corteza concentrada de sales. En los primeros dos metros estos solonchaks están salinizados más o menos uniformemente. Los horizontes superiores contienen 1 - 3% y las subyacentes 0.6 - 1.0% de sales de fácil solubilidad. La reacción del medio edáfico es alcalina media y ligera ( $\text{pH} - 7.5 - 8.5$ ).

Los solonchaks hidromórficos antiguos tienen una difusión sumamente limitada. La ebullición de carbonatos en los solonchaks es superficial y uniforme a lo largo de todo el perfil. La capacidad de intercambio es reducida y varía de 5 a 17 mg-equiv. Los resultados de los análisis, demuestran que el grado de sodificación de los solonchaks locales es alto.

Entre los cationes de intercambio es manifiesto el predominio del sodio (hasta 15 mg-equiv), magnitud que constituye del 25 al 60 % de la capacidad de intercambio, llegando en algunos casos hasta el 97%.

De acuerdo con estas características, los solonchaks descritos deberán ser clasificados como solonetz-solonchaks. Sin embargo, este aspecto, en la zona referida, prácticamente no ha sido investigado, y sería necesario, para su definición exacta, efectuar investigaciones más exhaustivas. Morfológicamente, estando el suelo seco, la salinización se evidencia por la compresión del horizonte B y por su estructura tenuemente columnar que fácilmente se disgrega en elementos nuciformes.

Los solonchaks pueden ser utilizados en la agricultura previa ejecución de una serie de medidas encaminadas a la disminución del contenido salino en los suelos. Con esta finalidad deben efectuarse lavados generales, contando con drenaje. Las normas de lavado se determinan en dependencia del grado y composición del proceso salino.

Los solonchaks que ofrecen mayores perspectivas de explotación, son los de tipo cloruro-sulfato y cloruro, por cuanto sus normas de lavado, como lo demuestran las investigaciones realizadas, no superan los 7500 m<sup>3</sup>/ha, efectuándose los lavados en forma uniforme e intensiva.

Por lo contrario, los solonchaks de tipo sódico, se caracterizan por su bajo rendimiento de lavado. Las normas de lavado, necesarias para su desalinización alcanzan 20000-25000 m<sup>3</sup>/ha, siendo necesario, además, la aplicación de altas dosis de mejoradores químicos, con raspado previo de la costra salina y también arenificación, en los terrenos de textura pesada.

Durante el período de asimilación, estos suelos deben utilizarse bajo cultivos colonizadores (rotación arroz - alfalfa) y, en caso de desarrollarse procesos de salinización secundaria, es indispensable aplicar lavados profilácticos. Para la descripción detallada de las particularidades morfológicas de los solonchaks, se ha tomado como ejemplo las calicatas, excavadas en los puntos de lavado de sales N<sup>o</sup> 1, 2 y 3.

#### **D. CARACTERISTICAS DE LA SALINIDAD DE LOS SUELOS**

Suelos salinos son aquellos que contienen en su composición sales de fácil solubilidad que son tóxicos para las plantas. Entre las principales figuran: Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>, Na HCO<sub>3</sub>, Na Cl, Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>, Mg Cl<sub>2</sub>, Ca Cl<sub>2</sub>, Mg SO<sub>4</sub> y otras. Por su alta toxicidad se

caracterizan: la soda normal ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ), la soda ácida ( $\text{Na HCO}_3$ ) y los cloruros ( $\text{Na Cl}$ ,  $\text{Mg Cl}_2$ ,  $\text{Ca Cl}_2$ ).

Con la finalidad de establecer la ubicación de los sectores salinos, se ejecutó el levantamiento salino de los suelos del territorio de investigaciones, a escala 1 : 25000. Para caracterizar los procesos típicos de salinización, se efectuaron tanto un análisis total del extracto acuoso (residuo denso, pH,  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  por fotometría de llama y por diferencia), como un análisis parcial del mismo (residuo denso, pH,  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{HCO}_3^{=}$  y  $\text{Cl}^-$ ) para definir la variabilidad espacial de la salinidad.

### Aspectos Principales de la Clasificación de los Suelos Salinos

Para la inventarización de los suelos salinos difundidos en el territorio de investigaciones, se han utilizado diversas clasificaciones, las mismas sistematizan a los suelos, según la profundidad de su horizonte salino, su composición o quimismo y grado de salinidad.

Teniendo en cuenta que las sales de acuerdo a su composición tienen diverso grado de toxicidad para las plantas, es conveniente en primer lugar, diferenciar los suelos salinos según su composición de sales solubles, lo que también denominamos quimismo o tipos de salinidad.

#### Cuadro N° 4.5.

#### DETERMINACIÓN DEL QUIMISMO DE LOS SUELOS SALINOS SEGÚN SU COMPOSICIÓN ANIÓNICA

| Quimismo o Tipo de Salinidad | Relación de Aniones, en mg/equiv. |  |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
|                              | $\frac{\text{Cl}}{\text{SO}_4}$   | $\frac{\text{HCO}_3}{\text{Cl} + \text{SO}_4}$ |
| Cloruro                      | $\geq 2$ ,                        | -  |
| Cloruro-Sulfato              | 2,5 - 1                           | -  |
| Sulfato-Cloruro              | 1 - 0,2                           | -  |
| Sulfato                      | < 0,2                             | -  |
| Sódico y Combinado           | -                                 | >2   |

Para determinar tanto el tipo de salinidad sódico, como para limitar el quimismo sódico e hidrocarbonato, asimismo para pronosticar las posibilidades de alcalinización de los suelos durante los riegos y lavados, la composición de aniones se complementa con los datos de la composición catiónica.

**Cuadro N° 4.6.**  
**DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SALINIDAD SEGÚN**  
**COMPOSICIÓN CATIONICA**

|                    | Relación de Aniones, en mg/equiv. |                 |                 |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
|                    | $\frac{Na}{Mg}$                   | $\frac{Na}{Ca}$ | $\frac{Mg}{Ca}$ |
| Sódico             | >1                                | >1              | -               |
| Sódico-manganesico | >1                                | >1              | >1              |
| Sódico-cálcico     | >1                                | >1              | <1              |
| Mangnésico-cálcico | < 1                               | <1              | >1              |
| Mangnésico-sódico  | <1                                | >1              | >1              |
| Cálcico-sódico     | >1                                | <1              | <1              |
| Calcio-mangnésico  | <1                                | <1              | <1              |
| Magnésico          | <1                                | -               | >1              |

FUENTE:

Para la evaluación de las tierras y elección de las medidas necesarias para su mejoramiento, los suelos se dividen de acuerdo al contenido y distribución de sales solubles, a lo largo de sus perfiles.

Los suelos que contienen sales solubles en cantidades superiores al límite de toxicidad, ubicadas en el primer metro de su perfil, se incluyen dentro de los salinos activos.

Los suelos que contienen sales solubles en el segundo metro del perfil, son potencialmente salinos. En este caso las sales no ejercen directa influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo, esta ubicación tan próxima a la superficie puede provocar durante el proceso de irrigación, la salinización secundaria de los suelos y la muerte de los cultivos. Los suelos que contienen sales solubles por debajo del segundo metro son considerados no salinos, sin embargo todos los datos acerca de la salinización en la zona de aeración, deben tenerse en cuenta al examinar los problemas del mejoramiento integral de los suelos, a fin de no permitir el ascenso progresivo de las sales hacia la capa radicular.

Según la profundidad del horizonte salino a partir de la superficie, los suelos salinos se clasifican en:

- |                        |              |
|------------------------|--------------|
| 1. Salino superficial  | 0 - 30 cm    |
| 2. Salino medio        | 30 - 70 cm   |
| 3. Salino profundo     | 70 - 100 cm  |
| 4. Salino muy profundo | 100 - 200 cm |
| 5. No salino           | 200          |

El grado de salinidad de los suelos, se determina teniendo en cuenta el tipo de salinidad y la cantidad de sales solubles contenidas en el horizonte salino.

**Cuadro N° 4.7**  
**GRADO DE SALINIDAD DE LOS SUELOS**

| Denominación del Suelo según grado de Salinidad | Salinidad tipo cloruro y cloruro sulfato                                  | Salinidad tipo sulfato y sulfato cloruro | Salinidad tipo sódica y combinada con intervención de soda |
|---|---|--|--|
|   | Residuo denso o suma de sales en el techo del horizonte salino superior % |  |  |
| No Salino                                       | < 0,2   | < 0,3                                    | < 0,1  |
| Salino ligero                                   | 0,2 - 0,3   | 0,3 - 0,6                                | 0,1 - 0,3  |
| Salino medio                                    | 0,3 - 0,6   | 0,6 - 1,0                                | 0,3 - 0,5  |
| Salino fuerte                                   | 0,6 - 1,0   | 1,0 - 2,0                                | 0,5 - 0,7  |
| Solonchaks                                      | >1,0  | > 2,0                                    | > 0,7  |

FUENTE:

#### 4.2.5. FISIOGRAFIA

Fisiográficamente, el área de estudio presenta rasgos morfológicos que son el resultado de una larga evolución, originada por factores tectónicos y erosionales que han modelado el paisaje hasta su estado actual. Básicamente, en esta zona se han identificado tres (03) paisajes: Aluvial, Fluvio Marino y Eólico; que están bien definidos por las formas y características del relieve, litología y procesos de formación. Las formas de tierra varían desde superficies planas a plano onduladas, con pendientes de 0 hasta 8%.

### **A. Paisaje Aluvial**

Está integrado por áreas planas, originadas por todos aquellos depósitos fluviales de los ríos Olmos y Cascajal, están formadas por los depósitos de materiales transportados por los ríos antes mencionados. Se han identificado las siguientes unidades fisiográficas:

- La unidad fisiográfica principal es la llanura propiamente dicha, que cubre buena parte del paisaje, en el cual se encuentran diseminados pequeñas lomas.
- La unidad cauce o lecho de río, se origina durante el período de avenidas (durante los "Niños"), donde la carga de material transportado por el río satura su caudal y ocupa un espacio, que en muchas ocasiones y en forma esporádica desborda produciendo modificaciones en el paisaje.

### **B. Paisaje Fluvio – Marino**

El paisaje Fluvio – Marino, se ha formado directamente por los movimientos orogénicos y por el levantamiento de los Andes, en donde por el retiro progresivo del mar se han originado diferentes geoformas, las que actualmente están sujetas a acciones erosivas principalmente eólicas.

En este grupo se incluye a todos aquellos suelos tanto de origen fluvio-aluvial como marino y que se encuentran comprendidos en las áreas más bajas del valle próximas al mar.

### **C. Paisaje Eólico**

Se encuentran en diversos sectores, principalmente en el sector suroeste; se caracterizan por presentar acumulaciones de arena de diferentes formas y pendiente acarreadas por la acción del viento. Una de las formas características con las dunas.

Las dunas se originan debido a las acumulaciones de arena acarreada por el viento sobre depósitos aluviales de los ríos Cascajal y Olmos y quebradas concluyentes, formando montículos de gran espesor, caracterizándose por presentar una topografía suave y de drenabilidad, y estar constituidas por los antiguos depósitos eólicos localizados en las partes planas.

## **4.2.6. HIDROGRAFIA**

La red hidrográfica existente en la zona, presenta características propias de la costa peruana, existiendo una amplia red de cauces naturales que se ubican en el flanco Oeste de la cordillera occidental de los Andes, los cuales desembocan en los principales ríos de la vertiente del Pacífico; estos ríos presentan un régimen de

descargas irregular, con temporadas de avenidas en los meses de verano para áreas lluviosas y de estiaje en el resto del año.

De acuerdo con los estudios definitivos del Proyecto Olmos el territorio del distrito de Olmos está conformado por dos cuencas principales y dos sub-cuencas menores: Cuenca del río Olmos, Cuenca del río Cascajal, (Sub-cuencas Insculás, Ñaupe). Teniendo como característica principal que las aguas de estos ríos no llegan a dar directamente al mar, sino que estas se pierden en la llanura costeña ya sea por evaporación, uso agrícola o infiltración.

**Cuadro N° 4.8.**

**DISTRIBUCION DE AREAS POR VALLES Y ZONAS ALTITUDINALES**

|              | ZONA ALTA<br>(>1,400<br>msnm) |            | ZONA MEDIA<br>(400 < x <<br>1,400 msnm) |             | ZONA BAJA<br>(< 400<br>msnm) |             | TOTAL<br>Ha.   |
|--------------|-------------------------------|------------|---|-------------|------------------------------|-------------|----------------|
|              | Ha.                           | %          | Ha.                                     | %           | Ha.                          | %           |                |
| CASCAJAL     |                               |            | 15,490                                  |             |                              |             |                |
| OLMOS        | 11,920                        | 2.9        | 13,620                                  | 7.1         | 371,022                      | 90.0        | 412,052        |
| OLOS         | 1,300                         | 6.9        | 9,300                                   | 49.6        | 8,120                        | 43.3        | 18,720         |
| CHINIAMA     | 13,650                        | 26.6       | 10,300                                  | 20.1        | 27,300                       | 53.3        | 51,250         |
| CHOCHOPE     | 10,600                        | 47.0       | 8,700                                   | 38.6        | 3,240                        | 14.4        | 22,540         |
| SALAS        | 6,500                         | 11.6       | 11,250                                  | 20.1        | 38,200                       | 68.3        | 55,950         |
| <b>TOTAL</b> | <b>43,970</b>                 | <b>7.8</b> | <b>68,660</b>                           | <b>12.2</b> | <b>447,882</b>               | <b>80.0</b> | <b>560,512</b> |

Nota: En el caso de la cuenca del río Cascajal se considera solamente el área que pertenece al Valle Motupe Olmos

FUENTE: Diagnóstico de la Micro Región, por CES. Solidaridad, 1992

**A. Cuenca del Río Cascajal**

Se origina en la línea del Divortium Acuarium de la Cordillera Occidental de los Andes, en el distrito de Olmos, El sistema hidrográfico de esta cuenca, está conformado por el río Tocto que tiene su origen en la quebrada Lindero y Hualquero, además de las quebradas Palterán, la Pachinga, Tablones,

Piña Blanca y Pomapara; y el río Palo Blanco, que se origina en la confluencia de la quebrada Oberito y Choloque, además de las quebradas Piedra Blanca, Racalí, Algodona, Cuculí, Piedras Negras y Artesón. Ambos ríos se unen en el sector de los Cocos (hasta donde llega el agua en épocas normales, la cual es aprovechada en la agricultura) formando el río Cascajal, cuyo cauce continúa en el sector San Cristóbal donde se une con el cauce del río del mismo nombre, para luego perderse por infiltración en los arenales del campo árido, en donde el río se subdivide en varias ramificaciones, producto de la escasa pendiente del suelo.

La alimentación de esta cuenca es de origen pluvial y subterráneo.

En cuanto a la disponibilidad hídrica en esta cuenca, no se cuenta con registros hidrométricos completos, pero según la información proporcionada por la ATDR, para la campaña agrícola 2003/2004, se estimó en 51.44 MMC para fines de riego. La escorrentía anual de este río se concentra en los meses de verano, con un promedio del 75% de la masa anual.

#### **B. Cuenca del Río Olmos**

El río Olmos se origina por la confluencia de las quebradas Rinconada y Pashal a la altura del abra de Porculla, captando las aguas de las quebradas Huintun, Chinche, Sicuegal, Lajas, Yerba Buena, Caña Brava, Oberal, Chaquiras, Boliches y Agua Blanca. En periodos normales, el agua llega hasta el sector La Pilca, en la cabecera del valle, en la parte baja, el cauce se desplaza, hasta adoptar formas indefinidas, perdiéndose en los campos áridos del desierto de Olmos.

Dentro del ámbito de la Micro Región, las cuencas de los ríos Olmos y Cascajal, abarcan una extensión de aproximadamente 4,120.5 Km<sup>2</sup>.

El régimen de descargas de este río es irregular, dependiente del comportamiento de las lluvias, con una escorrentía que se concentra en los meses de verano, que alcanza aproximadamente el 75% de la escorrentía anual.

La oferta hídrica del río Olmos, aprobada para fines de riego según la ATDR. para la campaña agrícola 2003/2004, fue de 25.57 MMC., si bien es cierto, la oferta promedio de este río supera normalmente los 18.0 MMC, en 1998 se registro una masa anual de 239 MMC con un caudal máximo instantáneo de aproximadamente 312.50 m<sup>3</sup>/s como consecuencia del fenómeno El Niño.

El caudal máximo instantáneo del Río Cascajal en ese mismo año fue de 450.00 m<sup>3</sup>/s.

#### **C. Río Insculás**

Este río o quebrada nace en la parte alta del distrito, con el nombre de quebrada Boca Chica, a las que se unen previamente otras más pequeñas de la zona andina. Su cauce toma la dirección sur-oeste llegando hasta el sector San Cristóbal, donde se une con el río Cascajal.

El río Insculas, cruza la carretera Panamericana norte, en el kilómetro 129, entre los sectores de Cerro de Falla e Insculas.

#### **D. Río Ñaupe**

Sus inicios se originan en las zonas altas de los cerros limítrofes con el departamento de Piura, captando las aguas de quebradas existentes en el sector de Chiarnique y de Querpon alto. Su recorrido prosigue hacia el sur-oeste, pasando por el kilómetro 132 de la carretera antigua, Querpon, llegando a la zona de la Calera y otras.

#### **E. Río San Cristóbal**

Es un río sin aguas permanentes, se encuentra ubicado en la parte norte del distrito de Olmos; cuando tiene aguas, estas se distribuyen en toda la zona oeste, lugar de siembra y cosecha de plantaciones permanentes como limón, mango, palta, maracuyá entre otros.

### **4.2.7. CLIMATOLOGIA**

El distrito de Olmos se encuentra en entre la transición de la región natural de Yunga y Chala, tiene un clima semitropical o seco tropical, debido a su alejamiento de la costa subtropical y desértica de origen.

Las observaciones meteorológicas más prolongadas se han realizado en la Estación Meteorológica Lambayeque (organizada en 1929), que se sitúa a 20 Km. al Sur de la zona de riego. En la misma zona de riego, en 1964, fueron inauguradas 6 estaciones meteorológicas, además, en las cuencas montañosas de los ríos que atraviesan la zona de estudios, fueron creados 10 puestos pluviométricos entre 1963-1964.

La caracterización climática de la región, se efectuó en base a los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas y los puestos pluviométricos.

**A. Temperatura**

La temperatura media anual en el territorio de la zona varía de 23.8°C en el Norte hasta 22.1°C en el Sur. Durante el año la temperatura del ambiente sufre cambios insignificantes.

El mes más caluroso del año es Febrero (26.0-27.1°C), el más frío es Agosto (19.2-21.3°C). Las fluctuaciones diarias de la temperatura son más significativas que las anuales. La temperatura máxima absoluta asciende a 39°C, descendiendo la mínima hasta 6.2°C. En el Cuadro 1.2 se dan las medias mensuales y anuales correspondientes a la zona de riego.

**B. Precipitaciones**

Las precipitaciones en la zona de riego son insignificantes y según la altura del terreno, varían de 28 hasta 267 mm.

Las precipitaciones anuales fluctúan considerablemente por años.

Según los datos de la Estación Lambayeque, cuyo período de observaciones es el más prolongado, las precipitaciones máximas de 81.8 mm fueron registradas en 1972 y las mínimas de 1.7 mm, en 1948; en la Estación Mano de León, 851 mm (1972) y 15.7 mm (1968) respectivamente.

Durante el año, la distribución de las precipitaciones es irregular: el máximo corresponde a los meses de Marzo-Abril y equivale aproximadamente al 75 % del total anual. Son frecuentes los años cuando durante varios meses continuos (Junio-Agosto) no se registra precipitación alguna.

A pesar de las reducidas precipitaciones anuales, en el período desde Enero hasta Abril, y sobre todo en Marzo-Abril, se presentan lluvias abundantes. En los años 1965 y 1972, a consecuencia de fuertes lluvias, las precipitaciones diarias máximas en la zona de estudios, sumaron 200 mm en la Estación Chinche (1965), 145 mm en la Estación Granja Experimental (1965) y 125 mm en la Estación Tierra Rajada (1972).

**C. Humedad**

La humedad relativa del aire es un índice de la aridez del clima y su valor medio anual en la zona alcanza hasta 67 - 68 %.

Durante el año la humedad relativa presenta poca variación (de 66 hasta 71%). Sin embargo, sus variaciones diarias son significativas: la humedad relativa máxima se presenta a las 7 horas (70 - 80 %), y la mínima, a las 13 horas (40 - 60%).

#### D. Viento

El régimen de vientos se presenta homogéneo en todo el territorio de la zona de riego, predominando los vientos del Noroeste, Oeste, Sudoeste. Las velocidades máximas del viento llegan a 20 m/s, en la Estación Tierra Rajada y hasta 15 m/s, en otras estaciones meteorológicas de la zona del Proyecto.

Las velocidades medias anuales no son elevadas y no pasan de 2 m/s. Las velocidades medias anuales del viento varían poco, de 1.6 m/s (Marzo) a 2.6 m/s (Setiembre - Octubre).

#### E. Evaporación

La evaporación desde la superficie acuática, según los datos de observaciones durante el período de 1965-78 en tanque evaporímetro instalado en el suelo, llega a 2500-3100 mm al año. Para aplicar los datos del evaporímetro a la evaporación desde la superficie de un gran depósito de agua, se utilizó el coeficiente de 0.75.

El valor de evaporación (desde extensas superficies de agua), se calculó en base a los datos de la Estación Mano de León, ubicada a una altitud de 190 m.s.n., y equivale a 2108 mm al año. Otras estaciones de la zona de riego no disponen de evaporímetros o sus datos corresponden a otras altitudes.

Los valores de cálculo de precipitaciones atmosféricas y de evaporación desde la superficie acuática, fueron obtenidos por curvas teóricas graficadas en las estaciones meteorológicas de la zona de Irrigación, a excepción de Mano de León donde dichos valores se calcularon por la curva empírica de probabilidad.

En los siguientes se presentan el resumen de las condiciones climáticas de la zona.

#### Cuadro N° 4.9.

#### CUADRO CLIMATOLOGICO – ESTACION CERRO DE ARENA

| CUADRO CLIMATOLOGICO 2008-2009 |       |                           |        |                    |                      |                        |                       |                     |                           |
|--------------------------------|-------|---------------------------|--------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| CERRO DE ARENA                 | AÑOS  | TEMPERATURA DEL AIRE (°c) |        |                    |                      | HUMEDAD DEL AIRE       |                       |                     | EVAPORACION<br>piche (mm) |
|                                |       | EXTREMAS                  |        | TERMOMETRO<br>SECO | TERMOMETRO<br>HUMEDO | PUNTO<br>ROCIO<br>(°c) | H.<br>RELATIVA<br>(%) | TENSION<br>DE VAPOR |                           |
|                                |       | MAXIMA                    | MINIMA |                    |                      |                        |                       |                     |                           |
|                                |       | 2008                      | 28.52  | 16.92              | 22.16                | 20.16                  | 19.43                 | 86.80               |                           |
| 2009                           | 30.53 | 18.86                     | 24.26  | 21.99              | 21.27                | 86.75                  | 26.69                 | 4.21                |                           |

FUENTE: Propia

Cuadro N° 4.10.

## CUADRO CLIMATOLOGICO – ESTACION PASABAR

| CUADRO CLIMATOLOGICO 2008-2009 |       |                           |        |                     |                      |                        |                       |                     |                           |
|--------------------------------|-------|---------------------------|--------|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| PASABAR                        | AÑOS  | TEMPERATURA DEL AIRE (°c) |        |                     |                      | HUMEDAD DEL AIRE       |                       |                     | EVAPORACION<br>piche (mm) |
|                                |       | EXTREMAS                  |        | TERMOMETR<br>O SECO | TERMOMETRO<br>HUMEDO | PUNTO<br>ROCIO<br>(°c) | H.<br>RELATIVA<br>(%) | TENSION<br>DE VAPOR |                           |
|                                |       | MAXIMA                    | MINIMA |                     |                      |                        |                       |                     |                           |
|                                |       | 2008                      | 30.17  | 18.49               | 23.53                | 20.23                  | 18.87                 | 78.33               |                           |
| 2009                           | 31.21 | 19.35                     | 24.43  | 20.51               | 18.97                | 75.00                  | 22.70                 | 0.00                |                           |

FUENTE: Propia

Cuadro N° 4.11.

## CUADRO CLIMATOLOGICO – ESTACION PASAJE SUR

| CUADRO CLIMATOLOGICO 2008-2009 |       |                           |        |                    |                      |                     |                    |                     |
|--------------------------------|-------|---------------------------|--------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| PASAJE SUR                     | AÑOS  | TEMPERATURA DEL AIRE (°c) |        |                    |                      | HUMEDAD DEL AIRE    |                    |                     |
|                                |       | EXTREMAS                  |        | TERMOMETRO<br>SECO | TERMOMETRO<br>HUMEDO | PUNTO<br>ROCIO (°c) | H. RELATIVA<br>(%) | TENSION<br>DE VAPOR |
|                                |       | MAXIMA                    | MINIMA |                    |                      |                     |                    |                     |
|                                |       | 2008                      | 33.25  | 0.00               | 22.75                | 19.05               | 17.52              | 76.00               |
| 2009                           | 32.04 | 0.00                      | 23.51  | 19.56              | 17.92                | 73.86               | 21.83              |                     |

FUENTE: Propia

#### **4.2.8. ECOLOGIA**

El distrito de Olmos presenta condiciones meteorológicas; de características mayormente áridas cuyas condiciones varían entre bosque seco a matorrales y bosque húmedo.

El Diagnostico en base a información de INRENA y otras entidades permite determinar la importancia de las zonas de vida, que radica en el carácter orientado al manejo conveniente de los recursos naturales, especialmente los renovables, ya que proporciona las pautas necesarias para evitar su deterioro y garantizar su permanencia a través del tiempo y que el hombre pueda servirse de ellos en forma adecuada y racional.

##### **A. DETERMINACION DE LAS ZONAS DE VIDA**

###### **1. FAUNA**

Las condiciones climáticas de la zona del diagnóstico sus características orográficas y zonas de vida existentes han permitido conformar importantes hábitats para una diversa fauna silvestre.

La descripción de la fauna silvestre se ha realizado bajo el concepto de ecosistemas, por guardar una estrecha relación con los pisos ecológicos y zonas de vida, descritas anteriormente.

##### **Ecosistema Desierto Pacífico Tropical**

Está caracterizada por las zonas de vida:

- Desierto desecado-Premontano Tropical (dd-PT),
- Desierto superárido-Premontano Tropical (ds-PT),
- Desierto superárido-Tropical (ds-T),
- Perárido-Premontano Tropical (p-PT),
- Matorral desértico-Tropical (md-T),
- Matorral desértico-Premontano Tropical (md-PT),
- Monte espinoso-Premontano Tropical (mte-PT),
- Bosque seco- Premontano Tropical (bs-PT) y
- en el piso Montano Bajo se localiza al bosque seco – Montano Bajo Tropical. (bs-MBT).

La diversidad faunística identificada en estos ecosistemas, es muy similar en todas las zonas de vida, adyacentes a la zona del diagnóstico presentándose las principales especies en los cuadros que se muestran a continuación:

**Cuadro N° 4.12.**  
**MAMÍFEROS EN EL ÁREA DE DIAGNOSTICO**

| Nombre Científico             | Nombre Común        | Familia    |
|-------------------------------|---------------------|------------|
| <i>Pseudalopex sechurae</i>   | Zorro costeño       | Canidae    |
| <i>Conepatus semistriatus</i> | Añás                | Mustelidae |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado gris         | Cervidae   |
| <i>Sciurus stramineus</i>     | Ardilla nuca blanca | Sciuridae  |
| <i>Felis colocolo</i>         | Gato de monte       | Felidae    |

FUENTE: EIA Olmos

**Cuadro N° 4.13.**  
**REPTILES EN LA ZONA DE DIAGNOSTICO**

| Nombre Científico                 | Nombre Común | Familia    |
|-----------------------------------|--------------|------------|
| <i>Dicrodon guttulatum</i>        | Lagartija    | Teiidae    |
| <i>Dicrodon heterolepis</i>       | Labandija    | Teiidae    |
| <i>Callopistes flavipunctatus</i> | Iguana       | Teiidae    |
| <i>Drymarchon corais</i>          | Columbo      | Colubridae |
| <i>Boa constrictor</i>            | Columbo boa  | Colubridae |
| <i>Micrurus sp</i>                | Coralillo    | Colubridae |
| <i>Tropidurus occipitalis</i>     | Capón        | Iguanidae  |

FUENTE: EIA Olmos

Cuadro N° 4.14.

## AVES EN EL ÁREA DE DIAGNOSTICO

| Nombre Científico               | Nombre Común          | Familia       |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|
| <i>Atiencunicularia</i>         | Lechuza               | Strigidae     |
| <i>Falco peregrinus</i>         | Halcón                | Falconidae    |
| <i>Falco sparverius</i>         | Cernícalos            | Falconidae    |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i>  | Guarda caballo        | Cuculidae     |
| <i>Columbina cruziana</i>       | Tortolita             | Columbidae    |
| <i>Zenaida auriculata</i>       | Paloma                | Columbidae    |
| <i>Cathartes aura</i>           | Gallinazo cabeza roja | Cathartidae   |
| <i>Thaumastura cara</i>         | Picaflor              | Trochillidae  |
| <i>Phaethornis porcellae</i>    | Picaflor de Porculla  | Trochillidae  |
| <i>Myiarchus semirufus</i>      | Abejero               | Tyrannidae    |
| <i>Myiodynastes bairdi</i>      | Atrapamoscas          | Tyrannidae    |
| <i>Buteo polyosoma</i>          | Aguilucho             | Accipitridae  |
| <i>Circus cinereus</i>          | Gavilán de campo      | Accipitridae  |
| <i>Burhinus superciliosus</i>   | Huerequeque           | Burhinidae    |
| <i>Aratinga sp</i>              | Loro                  | Psittacidae   |
| <i>Aratinga erythrogenys</i>    | Loro de cabeza roja   | Psittacidae   |
| <i>Penelope albipennis</i>      | Pava aliblanca        | Cracidae      |
| <i>Ceophocus galeatus</i>       | Carpintero            | Picidae       |
| <i>Cyanocorax myxtacalis</i>    | Urraca                | Corvidae      |
| <i>Certhiola corophyga</i>      | Gallito               | Coerebidae    |
| <i>Icterus graceanae</i>        | Chiroque              | Icteridae     |
| <i>Pheucticus chrysopheplus</i> | El Pepitero Amarillo  | Fringillidae  |
| <i>Furnarius leucopus</i>       | Chilalo               | Furnariidae   |
| <i>Geositta paytensis</i>       | Pampero               | Furnariidae   |
| <i>Sturnella bellicosa</i>      | Peche                 | Caprimulgidae |
| <i>Mimus longicaudatus</i>      | Chisco                | Mimidae       |
| <i>Pyrocephalus rubinus</i>     | Putilla               | Tyrannidae    |
| <i>Buteo polyosoma</i>          | Aguilucho             | Accipitridae  |

FUENTE: EIA Olmos

## 2. FLORA

En el área del diagnóstico, existe una gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas características del lugar las principales especies de flora se detallan a continuación:

**Cuadro N° 4.15.**

### PRINCIPALES ESPECIES DE FLORA EN EL ÁREA DEL DIAGNOSTICO

| Nombre común  | Nombre científico            |
|---------------|------------------------------|
| "Guayacán"    | <i>Tabebuia sp.</i>          |
| "Pájaro bobo" | <i>Tessaria integrifolia</i> |
| "Pasayo"      | <i>Bombax sp.</i>            |
| "Carrizo"     | <i>Arundo donax</i>          |
| "Higuerilla"  | <i>Ricinus sp.</i>           |
| "Sauce"       | <i>Salix sp.</i>             |
| "Chilca"      | <i>Baccharis sp.</i>         |
| "Faique"      | <i>Acacia sp.</i>            |
| "Sapote"      | <i>Capparis angulata</i>     |
| "El Paraiso"  | <i>Guarea sp.</i>            |
| "Cuncun"      | <i>Vallesia sp.</i>          |
| "Algarrobo"   | <i>Prosopis sp.</i>          |
| "Molle"       | <i>Schinus molle</i>         |
| "Guaba"       | <i>Inga sp.</i>              |

FUENTE: EIA Olmos

### 4.3. ASPECTOS SOCIO CULTURALES

#### 4.3.1. CARACTERÍSTICAS SOCIO CULTURALES DE LA POBLACION

El área señalada como ámbito de estudio puede ser vista como una unidad socio-cultural. Se trata de una zona articulada por múltiples lazos de orden histórico, económico, político, etc. El mundo campesino actual de Lambayeque refleja en su economía, religión, mitos, tecnología, organización social y política, su antigüedad y rica historia. Efectivamente, se trata de apreciable cantidad de restos arqueológicos existentes, así como en la tradición oral y mítica.

De acuerdo a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda del 2,007 correspondiente al departamento de Lambayeque, el cual tiene una población total de 1'112,868 habitantes, incluyendo en la provincia de Lambayeque 259,274 personas, de las cuales al distrito de Olmos corresponde 36,595 habitantes los cuales están distribuidos en numerosos centros poblados.

Es el distrito más extenso del departamento, con una superficie de 6,393.89 Km<sup>2</sup>. Sin embargo, el recorte territorial del gobierno de Velasco le ha significado una disminución del 45%, quedando su territorio en sólo 3,535.25 Km<sup>2</sup>.

Su población actual es de 36,595 personas, con una densidad de 10.4 habitantes por km<sup>2</sup>. Sus principales centros poblados son:

**Cuadro N° 4.16.**

#### **CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE OLMOS**

| <b>Nombre</b>       | <b>Categoría</b> |
|---------------------|------------------|
| Olmos               | Pueblo Capital   |
| Calera Santa Isabel | Centro Poblado   |
| Capilla Central     | Centro Poblado   |
| Corral de Arena     | Centro Poblado   |
| El Pueblito         | Centro Poblado   |
| El Puente           | Centro Poblado   |
| El Virrey           | Centro Poblado   |
| Insculas            | Centro Poblado   |
| La Estancia Grande  | Centro Poblado   |
| Mocape              | Centro Poblado   |
| Ñaupe Telégrafo     | Centro Poblado   |

Nota: Ver relación completa de Centros Poblados y Caseríos en Anexo

FUENTE: Municipalidad Distrital de Olmos

## **A. EDUCACIÓN**

En el distrito de Olmos, se imparten hasta cuatro niveles de educativos: Inicial, Primaria, Secundaria y Superior No Universitaria, lo que ha permitido incrementar el grado de educación y cultura en la población Olmana, dejando atrás los altos niveles de analfabetismo.

Por la proximidad con ciudades, como Piura, Lambayeque y Chiclayo, muchos jóvenes han ido a profesionalizarse, y es por eso que podemos afirmar con precisión, que Olmos, es un pueblo con futuros, teniendo entre sus representantes, a personajes de distintas ramas del saber, como médicos, abogados, ingenieros, contadores, profesores, biólogos, y otros, que se convierten en asesores de sus coterráneos.

Al año 2006 funcionan 37 Centros de Educación Inicial, 109 Centros de Educación Primaria, incluida la educación para adultos, 17 colegios de educación secundaria de menores y 02 para adultos, y 03 institutos de educación superior; todos ellos sumando un total de 552 docentes.

## **B. EXPRESIONES CULTURALES**

Constituyen las manifestaciones, que contienen una expresión en todos los aspectos de la vida popular, que se adquiere y se defiende por el vínculo de la experiencia, traslucida en la palabra y el ejemplo.

## **C. LAS COSTUMBRES**

Las costumbres del pueblo olmano, se aprecian en los modos de vida de la población, en su alimentación y fiestas familiares.

### **Festividades Religiosas y Culturales**

Como complemento de aspecto socio-cultural, hablaremos de las principales festividades que se celebran en el distrito:

01 de Enero: Feria Cruz Puente – Capilla Central

27 de Febrero: Medio Año en honor a la Cruz de Chalpón

13 de Abril: Feria de Santa Teresita – Ñaupe

15 de Mayo: Feria de San Isidro – Cascajal

31 de Mayo: Aparición de la Virgen en Nitape

24 de Junio: Feria de la Cruz de Zapote –El Porvenir

23-30 de Junio: Festival del Limón

27 de Junio: Fundación Española del Pueblo de Olmos

16 de Julio: Feria de la Virgen del Carmen-La Estancia

25 de Agosto: Feria Central de la Cruz de Chalpón

30 de Agosto: Feria de Santa Rosa-Insculás, Santa Rosa

04 de Octubre: Feria de San Francisco – La Victoria.

12 de Octubre: Feria de la Cruz de la Raza – Querpón

18 de Octubre: Feria Señor de los Milagros – Olmos

### **Las Velaciones**

Son costumbres arraigadas, que se realizan todos los años, el primer día del mes de noviembre.

De los diferentes lugares del departamento y la Región, acuden a los cementerios de Olmos, Ñaupe, Insculás y otros a “Coronar”; es decir a colocar coronas y ramos de flores, sobre la tumba de sus familiares y alumbrarlas con cirios y velas.

La concurrencia de la gente, es durante todo el día y casi toda la noche de la fecha arriba indicaba. Aquí se recuerdan las más relevantes virtudes que tuvo en vida del difunto.

### **El Duelo y El Rezo de los Nueve Días**

Cuando una persona muere, después de los pesares y del primer día de velación en su hogar, prosigue el entierro del difunto. Es costumbre, que cuando fallece alguien desde el día de su deceso y después del entierro, le ofrecen rosarios por nueve días consecutivos, rito se realiza por lo general en la noche y está a cargo de una persona conocedora del oficio, resaltando las virtudes y manifestaciones de su cariño.

A estas noches de compañía, llegan familiares y amigos para rezar y luego recibir el calentito café para ahuyentar el sueño.

### **Fiestas Familiares**

Son variados los acontecimientos familiares que se acostumbra a celebrar con música, bastante comida y bebida; dentro de ellos, tenemos los siguientes:

- Corte de Pelos en los Niños
- Bautizos
- Cumpleaños
- Pedimiento de la novia

- Matrimonios, etc.

### **Los Platos Típicos**

Olmos, aún conserva la tradición en la preparación de platos típicos; una de las cartas de presentación en el arte culinario de éste pueblo, es el conocido y famoso “seco de cabrito”.

Este plato muy apetecible por los visitantes e infaltable en todo tipo de acontecimiento social o popular, es preparado a base de carne de cabrito tierno, acompañado de zapallo o loche, arroz, yuca y rodeado de salsa de tomate y cebolla.

Además, existen otros tipos de alimentación, como el denominado “aguadito”, que se constituye infaltable en el menú diario de la gente campesina, a base de arroz, frijoles y otros ingredientes agrícolas.

Los olmanos, igualmente suelen consumir una variada dieta alimenticia, a base de platos tradicionales como el cebiche de pescado fresco, miga de pavo y el “ñupito” que es una combinación de arroz con maíz molido con un jarabe o concentrado que se extrae de la algarroba sancochada.

### **Las Recreaciones**

En el sano esparcimiento de los pobladores, tanto del campo como de aquellos que viven en la ciudad de Olmos, los jóvenes y adultos suelen concurrir los fines de semana o de mes a los bailes populares y sociales que se realizan. Generalmente los adolescentes, acuden los domingos a la ciudad de Olmos para dar un paseo por sus calles o por el parque principal. En horas de la noche, se recrean mirando televisión, centrandó su preferencia en las novelas y películas.

### **La Bebida Típica: La Chicha De Jora**

Versiones documentadas señalan que cuando los españoles llegaban a tierras del antiguo Olmos, los Caciques e indios daban de beber chicha a los conquistadores, como símbolo de amistad y sumisión. Esta bebida, elaborada a base de maíz de jora (germinado), es considerada en la actualidad, como parte de la dieta semanal y la bebida típica del poblador olmano.

Es instituible en todos los acontecimientos sociales, familiares y populares, constituyendo por lo tanto el ingrediente principal de la cultura popular y de la identidad culinaria del distrito. No hay caserío o pueblo que no consuma este néctar incaico y por lo general es común observar los fines de semana, a jóvenes y adultos beber la rica chicha, junto al infaltable “piqueo”.

Haciendo un poco de historia, sobre esta bebida, se sostiene que en el Tahuantinsuyo, se le denominaba ASUA, que constituye para nuestros antepasados el agua cotidiana para calmar la sed, significaba poder y riqueza.

Bartolomé de las Casas, cronista de la Conquista, sostenía que era costumbre en los líderes yungas costeños, ser acompañados en sus paseos, por un grupo de personas, entre los cuales destacaban los chicheros, para que en las escalas que se hacían en el camino se pudiera degustar ésta bebida como una compensación que el curaca hacía a sus subordinados.

Además existen otras bebidas adicionales que consumen a lo largo y ancho de Olmos, como el Clarito derivado de la Chicha de Jora, algo como la limonada y la chicha dulce de maíz.

### **La Vestimenta del Poblador**

El vestido del hombre del campo, se caracteriza por su sencillez. Las prendas de vestir se reducen a pantalón y camisa. Llevan en algunos casos sombrero para protegerse del sol y usan zapatillas o "yanques" de jebe.

Las mujeres del campo, igualmente visten con sencillez, agregando en el invierno un abrigo ligero.

La población campesina vive influenciada en muchas cosas por la moda que impera en la ciudad. Los domingos y feriados lucen en la capital del distrito su mejor vestimenta, confundiéndose con el poblador urbano.

En cambio, el vestido del habitante de la ciudad, está condicionada por varios factores como la estación anual, así como de la posición económica del poblador y la influencia de la moda actual.

### **El Folklore Olmano**

Las actividades artísticas y las manifestaciones folklóricas desarrolladas forman parte también de la cultura pueblerina y que se transmite de generación en generación. Aún perduran en el distrito los mitos, que por lo general está ligado al aspecto religioso.

Además se conserva, las narraciones de hazañas de héroes, cuentos y adivinanzas que sirve para divertir al hombre y poner a prueba su ingenio.

Otra de las manifestaciones, está expresada en la música, canto y baile. En música ha cobrado vigencia, la cumbia sanjuanera y el pasillo de origen ecuatoriano; además se baila el vals criollo y la marinera en los acontecimientos sociales.

Existen en lugares olmanos, personas que demuestran su habilidad para tocar la guitarra y que son contratados en múltiples eventos.

#### **4.3.2. ESTRUCTURA DEMOGRAFICA**

El análisis de la población en cuanto a su estructura, composición y dinámica permite conocer el estado actual del componente social, para de esta forma definir estrategias y políticas apropiadas a su realidad. En tal sentido será necesario conocer la composición rural y urbana de sus habitantes, los niveles de pobreza existentes, la población económicamente activa, tipos de actividad, entre otras.

##### **POBLACION URBANA Y RURAL**

Entre los años 1940 y 1972, en 32 años, se duplica la población de ambos espacios, sin variar el equilibrio de crecimiento existente: una cuarta parte urbana por tres cuartas partes rural.

El año 1981 la población del distrito fue de 22,109 habitantes; en 1992 la cifra se eleva a 31,045 habitantes, ello significa que en doce años hubo un crecimiento de 8,336 personas al promedio de 694 nuevos habitantes por año, sin embargo, es el distrito de menor densidad poblacional en el departamento de Lambayeque, ya que en 1992 tenía 5.8 personas por Km<sup>2</sup>.

Al año 2002 la población se ha incrementado a la cantidad de 35,245 habitantes de los cuales 26,308 (74.67%) residen en el área rural y la diferencia de 8,857 (25.33%) habita en la zona urbana, siendo la densidad poblacional del distrito 6.6 personas por Km<sup>2</sup>.

Cuadro N° 4.17.

**EVOLUCION DE LA POBLACION URBANA Y RURAL EN EL DISTRITO DE OLMOS**

| AÑO   | POBLACION |        |        |
|-------|-----------|--------|--------|
|       | URBANA    | RURAL  | TOTAL  |
| 1,940 | 2,163     | 7,560  | 9,723  |
| 1,961 | 3,628     | 10,449 | 14,077 |
| 1,972 | 4,400     | 13,792 | 18,192 |
| 1,981 | 5,261     | 16,828 | 22,109 |
| 1,993 | 7,857     | 23,188 | 31,045 |
| 2,002 | 8,857     | 26,388 | 35,245 |
| 2,007 | 9,807     | 26,788 | 36,595 |

FUENTE: INEI Censo 2007

**B. GENERO**

La población del distrito de Olmos al año 2007, es de 36,595 habitantes. En el área urbana habitan 9,807 (26.80 %) personas, de los cuales 5,002 (51.00 %) son mujeres y la diferencia de 4,805 (49.00%) son varones de donde puede observarse que en la zona urbana de Olmos existe mas población femenina que masculina.

En el área rural habitan 26,788 (73.20 %) personas, de los cuales 13,153 (49.10 %) son mujeres y la diferencia de 13,635 (50.90%) son varones de donde puede observarse que en la zona rural la población femenina es ligeramente menor que la masculina.

Cuadro N° 4.18.

**POBLACION DEL DISTRITO DE OLMOS POR SEXO AL AÑO 2007**

| POBLACION<br>POR SEXO | AREA URBANA |            | AREA RURAL |            | POBLACION TOTAL |            |
|-----------------------|-------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|
|                       | NUMERO      | PORCENTAJE | NUMERO     | PORCENTAJE | NUMERO          | PORCENTAJE |
| Hombres               | 4,805       | 49.00      | 13,635     | 50.90      | 18,440          | 50.39      |
| Mujeres               | 5,002       | 51.00      | 13,153     | 49.10      | 18,155          | 49.61      |
| Total                 | 9,807       | 100.00     | 26,788     | 100.00     | 36,595          | 100.00     |

FUENTE: INEI Censo 2007

### 4.3.3. ORGANIZACIÓN SOCIAL

La organización social del espacio remite a tres elementos (Alexis Dueñas Dante, 1991).

El espacio como categoría social significa que está delimitado, principalmente por las relaciones que se establecen a su interior, y las que mantienen los actores sociales con espacios mayores.

Las relaciones sociales entre familias que operan sobre la base material, en este caso los recursos. Los recursos son ordenados, arreglados y explotados en la búsqueda de satisfacer las necesidades de los grupos sociales, que se ven involucrados por estas relaciones.

El espacio es organizado en la medida en que las relaciones sociales son administradas por medio de reglas institucionales.

Con fines de introducción, ahora solamente presentamos la delimitación del espacio en base a las diversas formas de ocupación del suelo, y la delimitación administrativa en base a distritos.

Los tres elementos de la organización social están presentes en el análisis de la dinámica socio-productiva del distrito.

Dentro del ámbito del distrito podemos distinguir 4 formas de ocupación del suelo: las comunidades campesinas, las ex cooperativas (o la propiedad colectiva), la propiedad individual (entre ellos los beneficiarios de la Reforma Agraria), y el área revertida al Estado.

En términos de superficie se tiene el siguiente panorama:

**Cuadro N° 4.19.**

#### **DISTRIBUCION DE LA TIERRA EN EL DISTRITO**

| TENENCIA           | SUPERFICIE      |               |
|--------------------|-----------------|---------------|
|                    | Km <sup>2</sup> | %             |
| ESTADO             | 741.39          | 13.93         |
| COMUNID. CAMPESINA | 3,610.00        | 67.83         |
| MICELANEOS         | 971.22          | 18.24         |
| <b>TOTAL</b>       | <b>5,322.61</b> | <b>100.00</b> |

FUENTE: Centro Peruano de Estudios Sociales - CEPES

## **A. COMUNIDADES CAMPESINAS**

En el territorio del distrito se localiza parte de la Comunidad Campesina Santo Domingo de Olmos, la cual recién está en proceso de deslinde. La determinación de su territorio comunal es complejo y sin esperanzas de una solución próxima. Tiene disputas de tierra con las C.C. de Mórrope, Sechura, Catacaos y Belisario, que afecta más o menos a la mitad el territorio comunal.

La Comunidad Campesina Santo Domingo de Olmos, es una de las más grandes y más antiguas del país. Conserva documentos coloniales de posesión de tierras desde el año de 1544. Tiene tres documentos que amparan los derechos territoriales de la comunidad: 1) el de 1544, firmado por el Virrey Blasco Núñez de Vela, 2) el título de propiedad expedido mediante una resolución suprema en el año de 1550, y 3) un documento de 1578 otorgado por el Virrey Toledo, en el que se confirma sus derechos de posesión y los límites establecidos en las resoluciones anteriores. Según la documentación colonial, la comunidad poseía más de 1 millón de hectáreas. Sin embargo, con el paso del tiempo y debido a conflictos con comunidades colindantes, ha perdido varios miles de hectáreas. Actualmente la directiva comunal maneja una cifra de alrededor de 750 mil hectáreas. El Estado sólo les reconoce una propiedad de 361 mil hectáreas, las cuales corresponden al área que no se encuentra en litigio con ninguna comunidad vecina. No existe, entonces, una cifra reconocida oficialmente que indique la extensión exacta de territorio que estaría en posesión de la comunidad.

En la actualidad, la comunidad de Olmos no se encuentra inscrita como persona jurídica en Registros Públicos y no tiene títulos de propiedad actualizados; es decir, que estos no se hallan inscritos en registros. La titulación comunal ha sido un aspecto descuidado por las directivas comunales, en parte, por los problemas limítrofes que supone el establecimiento de los linderos necesarios para declarar la extensión del territorio comunal.

Según la Unidad Agraria Departamental - Subdirección de Asentamiento Rural la comunidad alberga a 9000 comuneros.

## **B. ORGANIZACIONES ADMINISTRATIVAS DE RIEGO**

Las organizaciones legalmente constituidas en el distrito son: La Junta de Usuarios y Comisiones de Regantes para los Sectores de Riego de Olmos y Cascajal; incluidos en la jurisdicción de la Administración Técnica del Distrito de Riego Motupe – Olmos – La Leche (ATDR – MOLL)

Cuadro N° 4.20.

**COMISIONES DE REGANTES DISTRITO DE OLMOS**

| <b>JUNTA DE USUARIOS</b> | <b>COMISION DE REGANTES</b> | <b>NUMERO DE USUARIOS</b> | <b>AREA TOTAL (Ha)</b> |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| Olmos                    | Olmos                       | 263                       | 1,928.31               |
|                          | Cascajal                    | 771                       | 5,433.14               |
| <b>TOTAL</b>             |                             | <b>1,034</b>              | <b>7,361.45</b>        |

FUENTE: ATDR-MOLL

**JUNTA DE USUARIOS OLMOS**

Entidad que agrupa a dos comisiones de regantes: Comisión de Regantes de Olmos y Comisión de Regantes de Cascajal.

Encargada de las siguientes acciones

- Administra, lo recaudado por la tarifa de agua.
- Mantenimiento y operación de la infraestructura de riego.
- Elaborar con la Administración Técnica de Riego, los planes de cultivo para las diferentes campañas, y los planes de desarrollo.
- Apoyar económicamente a las Comisiones de Regantes, para la ejecución de obras.

**Problemática**

La agricultura en los valles Olmos y Cascajal, están sujetos a las precipitaciones que se producen en sus partes altas y por lo tanto el caudal que traen los ríos Olmos y Cascajal, es de suma importancia para el desarrollo agrícola y pecuario en el distrito. En épocas de sequía, las Juntas de Usuarios no tienen ningún ingreso económico, por lo tanto no pueden desarrollar actividad alguna en operación y mantenimiento de la infraestructura de riego, la cual se encuentra en mal estado; produciendo una baja importante en la eficiencia del riego.

Los sectores o Comisiones de Regantes que conforman las Juntas se encuentran en grave crisis, no tienen un desarrollo sostenido de sus parcelas y productos lo cual está incidiendo en el abandono de tierras y emigrar a las ciudades en busca de trabajo.

**COMISION DE REGANTES**

Está conformada por los usuarios de un sector o sub. sector de riego; es la entidad encargada de la distribución del agua a nivel de los canales y parcela.

A nivel del distrito existen las comisiones de Olmos y de Cascajal.

### SECTORES Y SUB SECTORES DE RIEGO

La Administración de Riego Motupe, Olmos, La Leche, en base a criterios técnicos, ha realizado la siguiente sectorización y sub.sectorización:

**Cuadro N° 4.21.**

#### SECTORES Y SUBSECTORES DE RIEGO

| SECTOR | SUB SECTORES        | COMISIONES DE REGANTES | COMITES DE REGANTES    |
|--------|---------------------|------------------------|------------------------|
| OLMOS  | -Olmos<br>-Cascajal | -Olmos<br>-Cascajal    | -Garbanzal y la Peñita |

FUENTE: ATDR-MOLL

### CLASES DE REGANTES:

Existen dos clases de regantes:

Los que presentan "Plan de Cultivo y Riego", quienes ante la presencia de un año de lluvias regular, tienen una dotación de agua asegurada.

Los que obtienen permiso, estos agricultores obtienen una dotación de agua limitada que se les otorga después de haber atendido a los que tienen "plan de cultivo y riego"; siendo estos agricultores quienes sufren más en años de lluvias irregulares y en épocas de sequía.

### PROBLEMAS EN LAS COMISIONES DE REGANTES

Para analizar la problemática de estas organizaciones, se han agrupado en tres categorías.

#### En la Organización de Regantes:

Uno de los problemas centrales encontrados en las Comisiones de Regantes es la poca participación de los usuarios en la organización. Esto es explicable en las comisiones, debido a que el único elemento de articulación de los usuarios, es el agua.

Las Comisiones de Regantes de Cascajal y Olmos, solo entran en actividad cuando hay avenidas de agua; además los dirigentes de estas organizaciones tampoco se han preocupado por mantener en actividad a los usuarios, solo se reúnen cuando hay agua; cuando estas organizaciones deberían servir además como un espacio de discusión de temas de interés general, como es la regulación y manejo del agua, los proyectos de irrigación, etc.

Otro problema general que se presenta en las Comisiones de Regantes es referente a la tarifa de agua. Toda organización para que pueda desarrollarse necesita recursos económicos, pero a su vez el hecho de que en ésta se mueva dinero ya es un factor para que en ella se produzca desconfianza.

En las Comisiones de Regantes hace falta asesoramiento, y capacitación técnica, para que en primer lugar entiendan la importancia, que tiene el mejoramiento de la infraestructura de riego y esto solo se va a lograr pagando una tarifa real por el suministro del agua.

#### **En la distribución de agua**

La deficiente distribución de agua entre usuarios, está ligado a la débil organización que existe y que se refleja en un trato preferencial a ciertos grupos, o en un desigual acceso al uso del agua en relación con la distancia de las chacras a las fuentes. La distribución es muy dispersa debido el distanciamiento de una parcela a otra.

#### **En el mantenimiento de la infraestructura de riego**

La pésima y casi nula atención que se le da a la infraestructura de riego es producto de los dos problemas anteriores. El total abandono en que se encuentran estas obras hidráulicas y la falta de un sistema de riego regulado (reservorio) y obras de control en la infraestructura de riego, sigue produciendo una baja importante en la eficiencia del riego, debido a las fuertes pérdidas de agua, que se dan en los canales y parcelas.

### **C. ASOCIACIONES DE PRODUCTORES**

En los últimos años por la demanda de productos agrícolas por parte de EEUU y Europa se formaron asociaciones de agricultores y en base en muchos casos de la explotación de agua subterránea se formaron las asociaciones en Olmos como Comité de productores de Limón, que agrupa a pequeños y medianos productores de limón.

#### 4.4. ASPECTO SOCIO ECONOMICO

##### 4.4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

###### A. PEA

Según datos obtenidos de investigaciones anteriores y comparadas con aquellas facilitadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, el 40% de la PEA está centrada en las actividades de la agricultura, seguido por el 34% de PEA asalariada o jornalera; dedicada a la ganadería. El 15% se ocupa en el comercio y 3% en el sector público; el 8% está compuesto por trabajadores sin precisar labor.

**Cuadro N° 4.22.**  
**PEA OCUPADA EN EL DISTRITO DE OLMOS AL 2007**

| ACTIVIDAD             | PORCENTAJE |
|-----------------------|------------|
| <b>Agricultura</b>    | <b>40</b>  |
| <b>Ganadería</b>      | <b>34</b>  |
| <b>Comercio</b>       | <b>15</b>  |
| <b>Sector Público</b> | <b>03</b>  |
| <b>Otras</b>          | <b>8</b>   |
| <b>Total</b>          | <b>100</b> |

FUENTE: INEI

**B. NIVEL EDUCATIVO**

**Cuadro N° 4.23.**  
**POBLACION POR NIVEL EDUCATIVO**

| DISTRITO       | TOTAL         | NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO |                   |              |             |                          |                        |                       |                     |
|----------------|---------------|---------------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
|                |               | Sin Nivel                 | Educación Inicial | Primaria     | Secundaria  | Sup. No Univ. Incompleta | Sup. No Univ. Completa | Sup. Univ. Incompleta | Sup. Univ. Completa |
| Distrito Olmos | <b>34,132</b> | <b>5943</b>               | <b>813</b>        | <b>16328</b> | <b>8519</b> | <b>838</b>               | <b>1011</b>            | <b>249</b>            | <b>431</b>          |
| <b>Hombres</b> | <b>17,161</b> | <b>2483</b>               | <b>432</b>        | <b>8142</b>  | <b>4744</b> | <b>475</b>               | <b>519</b>             | <b>126</b>            | <b>240</b>          |
| <b>Mujeres</b> | <b>16,971</b> | <b>3460</b>               | <b>381</b>        | <b>8186</b>  | <b>3775</b> | <b>363</b>               | <b>462</b>             | <b>123</b>            | <b>161</b>          |
| Urbana         | <b>9,261</b>  | <b>976</b>                | <b>251</b>        | <b>3091</b>  | <b>3240</b> | <b>477</b>               | <b>705</b>             | <b>185</b>            | <b>336</b>          |
| <b>Hombres</b> | <b>4,528</b>  | <b>437</b>                | <b>134</b>        | <b>1432</b>  | <b>1652</b> | <b>263</b>               | <b>341</b>             | <b>88</b>             | <b>181</b>          |
| <b>Mujeres</b> | <b>4,733</b>  | <b>539</b>                | <b>117</b>        | <b>1659</b>  | <b>1588</b> | <b>214</b>               | <b>364</b>             | <b>97</b>             | <b>155</b>          |
| Rural          | <b>24,871</b> | <b>4967</b>               | <b>562</b>        | <b>13237</b> | <b>5279</b> | <b>361</b>               | <b>306</b>             | <b>64</b>             | <b>95</b>           |
| <b>Hombres</b> | <b>12,633</b> | <b>2046</b>               | <b>298</b>        | <b>6710</b>  | <b>3092</b> | <b>212</b>               | <b>178</b>             | <b>38</b>             | <b>59</b>           |
| <b>Mujeres</b> | <b>12,238</b> | <b>2921</b>               | <b>264</b>        | <b>6527</b>  | <b>2187</b> | <b>149</b>               | <b>128</b>             | <b>26</b>             | <b>36</b>           |

FUENTE: INEI

Cuadro N° 4.24.

**POBLACION POR NIVEL EDUCATIVO E IDIOMA**

| DISTRITO           | TOTAL  | NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO |                   |          |            |                          |                        |                       |                     |
|--------------------|--------|---------------------------|-------------------|----------|------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
|                    |        | Sin Nivel                 | Educación Inicial | Primaria | Secundaria | Sup. No Univ. Incompleta | Sup. No Univ. Completa | Sup. Univ. Incompleta | Sup. Univ. Completa |
| Distrito Olmos     | 34,132 | 5943                      | 813               | 16328    | 8519       | 838                      | 1011                   | 249                   | 431                 |
| Quechua            | 17     | 4                         | 1                 | 5        | 6          | ---                      | ---                    | ---                   | 1                   |
| Aymara             | 12     | 6                         | ---               | 4        | 1          | 1                        | ---                    | ---                   | ---                 |
| Ashaninca          | 1      | 1                         | ---               | ---      | ---        | ---                      | ---                    | ---                   | ---                 |
| Otra lengua nativa | 1      | ---                       | ---               | ---      | 1          | ---                      | ---                    | ---                   | ---                 |
| Castellano         | 34012  | 5863                      | 808               | 16310    | 8507       | 837                      | 1011                   | 249                   | 427                 |
| Idioma extranjero  | 4      | ---                       | ---               | ---      | 1          | ---                      | ---                    | ---                   | 3                   |
| Es sordomudo/a     | 85     | 69                        | 4                 | 9        | 3          | ---                      | ---                    | ---                   | ---                 |
| Urbana             | 9,261  | 976                       | 251               | 3091     | 3240       | 477                      | 705                    | 185                   | 336                 |
| Quechua            | 14     | 3                         | 1                 | 4        | 5          | ---                      | ---                    | ---                   | 1                   |
| Aymara             | 3      | 1                         | ---               | 1        | 1          | ---                      | ---                    | ---                   | ---                 |
| Otra lengua nativa | 1      | ---                       | ---               | ---      | 1          | ---                      | ---                    | ---                   | ---                 |
| Castellano         | 9228   | 964                       | 248               | 3083     | 3231       | 477                      | 705                    | 185                   | 335                 |
| Idioma extranjero  | 1      | ---                       | ---               | ---      | 1          | ---                      | ---                    | ---                   | ---                 |

|                          |               |             |            |              |             |            |            |           |           |
|--------------------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|
| <b>Es sordomudo/a</b>    | <b>14</b>     | <b>8</b>    | <b>2</b>   | <b>3</b>     | <b>1</b>    | ---        | ---        | ---       | ---       |
| Rural                    | <b>24,871</b> | <b>4967</b> | <b>562</b> | <b>13237</b> | <b>5279</b> | <b>361</b> | <b>306</b> | <b>64</b> | <b>95</b> |
| <b>Quechua</b>           | <b>3</b>      | <b>1</b>    | ---        | <b>1</b>     | <b>1</b>    | ---        | ---        | ---       | ---       |
| <b>Aymara</b>            | <b>9</b>      | <b>5</b>    | ---        | <b>3</b>     | ---         | <b>1</b>   | ---        | ---       | ---       |
| <b>Ashaninca</b>         | <b>1</b>      | <b>1</b>    | ---        | ---          | ---         | ---        | ---        | ---       | ---       |
| <b>Castellano</b>        | <b>24784</b>  | <b>4899</b> | <b>560</b> | <b>13227</b> | <b>5276</b> | <b>360</b> | <b>306</b> | <b>64</b> | <b>92</b> |
| <b>Idioma extranjero</b> | <b>3</b>      | ---         | ---        | ---          | ---         | ---        | ---        | ---       | <b>3</b>  |
| <b>Es sordomudo/a</b>    | <b>71</b>     | <b>61</b>   | <b>2</b>   | <b>6</b>     | <b>2</b>    | ---        | ---        | ---       | ---       |

FUENTE: INEI

#### 4.4.2. ACTIVIDADES ECONOMICAS PRODUCTIVAS

##### A. AGRICULTURA

La agricultura en las últimas dos décadas, se ha caracterizado por un avance basado en el desarrollo de mercados y disponibilidad de recursos, influyendo en ello ciertos factores que cambiaron la estructura productiva y económica de este valle.

Si bien es cierto la agricultura en esta Micro región estaba basada en la siembra de cultivos tradicionales como maíz amarillo duro, cultivos de pan llevar y frutales como mango orientados al mercado local; en la actualidad y de acuerdo a la demanda de mercado internacional la siembra en estos últimos años de cultivos de mango, palto, tamarindo, páprika, jalapeño, pallar BB, se han incrementado notablemente disminuyendo en cambio las áreas con cultivos como cítricos.

Desde la década del 80 - 90, se lleva a cabo una importante transformación en el mercado para la agricultura de exportación. Se implementan estrategias basadas en el uso de una reducida gama de cultivos – y dentro de esos cultivos, de variedades – con un paquete tecnológico dependiente de semillas especializadas, plaguicidas y abonos, maquinaria y riego tecnificado. En algunos casos, a pesar del aumento de producción de alimentos, esos cambios tecnológicos dieron lugar a importantes

cambios negativos en lo social: desplazamiento de comercializadores de frutales de Chiclayo a Olmos ante la mayor importancia en los cultivos de exportación. Esa transformación preparó el camino para el creciente agro industrialización en los 80 y 90, marcada por el desplazamiento de la producción hacia rubros para la exportación.

En el aspecto netamente frutícola se han incrementado las ventas locales por ventas de mango, siendo el mercado norteamericano y Europeo los receptores de este producto, aun en pequeños volúmenes, esto ha conllevado un mayor esfuerzo para aumentar la producción de Mango incluyendo la incorporación de nuevas técnicas y la rápida expansión de tierras dedicadas a la siembra de este cultivo.

Existen factores que influyeron en un cambio en los últimos años los cuales se podrían definirse como determinantes y que a continuación se detallan:

#### **Uso de aguas subterráneas:**

La implementación de fuentes de agua subterránea modificó el valor de áreas incorporadas a la agricultura en los últimos años, donde empresarios locales y asociaciones de agricultores construyeron pozos tubulares para la siembra de frutales y algodón y otros cultivos de exportación.

Inicialmente las áreas de frutales con uso de agua subterránea se incrementaron por la demanda en el mercado, pero en los últimos 03 años estas áreas han decrecido enormemente por falta de una demanda mayor, por disminución de precios y la competencia de otras regiones vecinas.

No obstante que la agricultura (limitada por la escasez de agua) en esta zona es la principal actividad, está lejos del nivel de producción que la potencialidad de sus recursos (clima, agua y biodiversidad), le permiten producir sosteniblemente y lejos también de haber resuelto los graves problemas de pobreza rural que se traducen en niveles de analfabetismo, desocupación, subempleo y desnutrición que afectan a gran parte de los productores agrarios.

#### **B. AGROINDUSTRIA**

En Olmos una de las primeras industrias es PROFUSA, con el procesamiento de aceite de limón en la cual pequeños agricultores de Limón pueden participar en condición de socios, permitiendo también la apertura de un nuevo mercado para el Limón de los productores de este distrito, a continuación se detallan las principales empresas en Olmos.

Cuadro N° 4.25.

**PRINCIPALES EMPRESAS AGROINDUSTRIALES**

| <b>Empresa</b> | <b>Línea de Producción Comercial</b>   |
|----------------|--|
| QUICORNAC      | Ubicada en Olmos, dedicada al procesamiento y exportación de maracuyá.   |
| PROFUSA        | Ubicada en Olmos, exporta mango, plátano y papaya. Además de dedicarse al procesamiento de Limón en aceite esencial. |
| GREEN PERU     | Ubicada en Olmos, dedicada a paltos y frutales.  |
| AGROIMPER      | Ubicada en Olmos, dedicada al procesamiento de espárragos.   |
| AGROSALTA      | Ubicada en Olmos, dedicada al procesamiento de espárragos.   |

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**a) Evolución de la actividad Agrícola en el Valle Olmos**

La extensión del área agrícola cultivada en el Valle Olmos se incrementa en los últimos treinta años, alcanzando en el año 1980 un total de 2,027 ha, debido principalmente al establecimiento de frutales de agro exportación como el mango y el limón, estos cultivos se tornaban interesantes por la tecnificación de las plantaciones, con riego presurizado e injertos, donde también los pequeños productores junto a socios capitalistas participan como socios de las empresas.

En la década de los ochenta a través del Banco Agrario se impulsa la actividad agrícola y se fortalece la agroindustria con la creación de pequeñas plantas procesadoras de frutales principalmente.

A partir del año 1990 sube el precio del petróleo elevando los costos de producción enormemente, lo cual se traduce en una depresión del agro. En el año 2002 cuando todavía se gozaba de una aparente abundancia de recurso hídrico por efecto del ENSO permitiendo la siembra abundante de cultivos anuales como el maíz, el área

agrícola cultivada llega a su máxima extensión para descender progresivamente hasta el presente debido a la sequía que azota la Costa norte.

Asimismo las menestras y el maíz experimentan una ampliación en su área de cultivo en los años de abundancia de agua para decaer verticalmente en las últimas campañas, por el problema de sequía. Cabe destacar que en las últimas campañas el cultivo de algodón con la aparición de nuevos híbridos más rentables y resistentes, así como el interés del estado en promover este cultivo y fortalecer las cadenas de comercialización.

**Cuadro N° 4.26.**

**CEDULA ACTUAL DE CULTIVOS DEL VALLE DE OLMOS**

| CULTIVOS                    | SUPERFICIE   |               |
|-----------------------------|--------------|---------------|
|                             | (ha)         | (%)           |
| Mango                       | 220          | 22.0          |
| Cítricos                    | 170          | 17.0          |
| Maracuyá                    | 100          | 10.0          |
| Tamarindo                   | 20           | 2.0           |
| Plátano                     | 12           | 1.2           |
| Pimientos (genero Capsicum) | 225          | 22.5          |
| Leguminosas                 | 112          | 11.2          |
| Maíz amarillo duro          | 91           | 9.10          |
| Algodón                     | 40           | 4.0           |
| Yuca                        | 10           | 1.0           |
| <b>TOTAL</b>                | <b>1 000</b> | <b>100.00</b> |

FUENTE: PROFODUA

**b) La Agricultura Bajo Riego**

El desarrollo de la agricultura esta condicionado a la presencia o no de lluvias. Este hecho importante determina en esta Micro Región que la explotación agrícola sea de dos tipos: riego y secano. La agricultura en secano aparece a partir de la zona media y con mayor incidencia en la parte alta (después de los 1,600 m.s.n.m). Sin

embargo, en la sierra del distrito por las condiciones hídricas la agricultura bajo riego es predominante, tal como se aprecia en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 4.27.**

**SUPERFICIE AGRÍCOLA Y NO AGRÍCOLA DEL DISTRITO DE OLMOS**

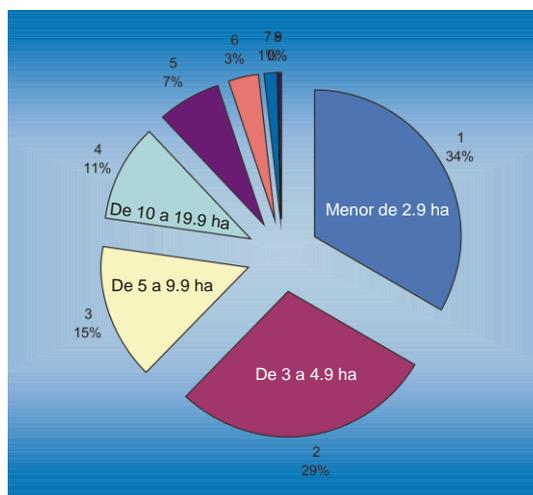
| Uso                                  | ha             | %           |
|--------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Total superficie agrícola:</b>    | <b>13 908</b>  | <b>3%</b>   |
| Riego                                | 11 645         | 2%          |
| Secano (temporales)                  | 2 263          | 1%          |
| <b>Total superficie no agrícola:</b> | <b>519 617</b> | <b>97%</b>  |
| Bosques, montes, matorrales          | 390 467        | 73%         |
| Eriazos y desiertos                  | 118 791        | 22%         |
| Otros                                | 10 359         | 2%          |
| <b>Total General:</b>                | <b>533 525</b> | <b>100%</b> |

FUENTE: Municipalidad de Distrito de Olmos

La agricultura se da en parcelas predominantemente pequeñas, fundamentalmente en la parte alta y media del distrito y en forma intermitente, en la parte baja de los que aprovechan los campesinos para sembrar maíz y algodón.

El riego con agua del subsuelo es utilizada en los fundos privados, los cuales explotan frutales como: Limón, Mango, Maracuyá, Plátano, Papaya, etc. Lo que ha determinado que Olmos se conviertan en zona frutícola para la agro exportación.

En años pluviosos el área de riego ha alcanzado las 6,000 ha en los tres valles: Olmos, Cascajal y Ñaupe – San Cristóbal.



El 89 % de las parcelas en el distrito de Olmos son de superficie menor a 20 ha

**c) Principales Plagas y Enfermedades de los Cultivos en el Valle Olmos**

En la actualidad el Servicio Nacional de Sanidad Agraria, SENASA Lambayeque en el marco referencial el ámbito del programa de Control, Supresión y Erradicación de las Moscas de la Fruta y otros programas como Control Biológico ejecuta, en los distritos de Olmos, Motupe, Chóchope, Salas y Jayanca, una serie de acciones encaminadas a la lucha contra estas plagas y enfermedades y abarca una cobertura de 22,013 ha. De las cuales 9,135 ha. corresponden al distrito de Olmos, 8,800 ha al distrito de Motupe, Salas 1,507 ha. y Jayanca 1000 ha.

Teniendo en cuenta las diferentes plagas y enfermedades que perjudican a los frutales y otros cultivos en esta micro región a continuación se detallan las principales plagas y enfermedades:

**d) Frutales****• Limón Sutil****Principales Plagas**

MOSCA BLANCA: existen tres especies de moscas blancas que atacan al Limón Sutil, siendo la de mayor importancia por su alta incidencia *Aleurotrixus floccosus*, seguido de *Dialeirodes citri* y *Paraleyrodes*, se caracteriza por producir una sustancia azucarada en las hojas, sobre la cual se presenta el hongo de la fumagina volviendo totalmente negro al follaje, lo que impide el normal desarrollo fotosintético de las plantas bajando la producción de la plantación.

ACARO DEL TOSTADO: (*Pyllocoptruta oleivora*), esta plaga se caracteriza por producir manchas de color pardo negruscas en los frutos, restándole calidad comercial a la producción.

ARAÑITA ROJA: (*Tetranychus* sp), se caracteriza por provocar caída de frutos en formación, lo que incide en la producción.

ACARO HIALINO (*Poliphago tarsonemus*), plaga que se caracterizan por atacar brotes tiernos reduciendo el área foliar de la plantación.

PULGON: (*Toxoptera auranti*), su ataque es por focos, sin embargo puede llegar a generalizarse malogrando los brotes tiernos, como consecuencia del ataque de la fumagina.

QUERESAS: Se presentan dos especies *Coccus viridis* e *Iceria purchasi*, siendo la primera la de mayor peligrosidad por carecer de controladores biológicos eficientes, y por causar la fumagina.

PIOJO BLANCO: (*Pinnaspis* spp), Ataca a las hojas y troncos de los árboles, esta plaga puede llegar a matar plantaciones jóvenes de limón, cuando el insecto coloniza todo el tronco de la planta.

PERFORADOR DE FRUTOS: (*Argyrotaenia sphaleropa*), ataca principalmente a frutos tiernos perforándolos y produciendo su caída, se caracteriza por pegar los brotes tiernos.

MINADOR DE LA HOJA DE LOS CITRICOS: (*Phyllocnistis citrella*), se presenta en época de verano con humedad relativa baja, dañando los brotes tiernos reduciendo el área foliar y la producción. Esta plaga fue controlada eficientemente por la introducción de un controlador biológico de Florida Estados Unidos, el cual mantiene, controlada a la plaga.

### **Enfermedades del Limón**

- GOMOSIS: (*Phytophthora spp.*)

#### **• Mango**

MOSCA DE LA FRUTA: Es una de las principales plagas que afectan a la producción de mango y otros frutales que se conducen en el distrito de Olmos; Existen dos especies de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*).

CERATITIS CAPITATA: Conocida como Mosca Mediterránea de la fruta, se caracteriza por tener un amplio rango de hospedantes, y es considerada como plaga cuarentenaria, que limita las exportaciones de los países productores de frutas; como es el caso de nuestro país. Actualmente esta plaga viene siendo controlada por un Programa que ejecuta el SENASA, con resultados satisfactorios sobre todo en la zona de Olmos en donde las poblaciones se encuentran en niveles de escasa prevalencia, próximos a erradicar en los años siguientes, mediante la implementación de la Técnica de Liberación de Mosca Estéril.

ANASTREPHA SPP: Son especies nativas del continente americano; en el ámbito de la zona de trabajo del Programa de Moscas de la fruta se han reportado las siguientes especies, que se caracterizan por tener uno o dos hospedantes preferidos, tales como *Anastrepha fraterculus*, que ataca al mango, guayaba y toronja, *Anastrepha obliqua* que ataca a la ciruela, *Anastrepha striata* que ataca a la guayaba, *Anastrepha distinta* que ataca al paca, *Anastrepha serpentina* que ataca a las sapotáceas (mamey y zapote) y *Anastrepha grandis* que ataca a las cucurbitáceas, como zapallo, melón y sandía. Dicha plaga también viene siendo controlada por el programa logrando reducir las poblaciones a niveles de la etapa de supresión, es decir con MTD menores de 0.05 en Olmos.

QUERESAS: Existen varias especies de queresas que atacan a la plantación de mango, que cuando su ataque se generaliza por un excesivo uso del control químico afecta severamente la producción, entre ellas tenemos a *Hemiberlesia*, *Saissetia oleae*, *Saissetia coffeae*, *Ceroplastes* y *Protopulvinaria*; todas ellas producen la

fumagina, lo que produce el manchado de frutos del mango restándole calidad comercial.

MOSCA BLANCA: (*Aleurodicus cocois*), provoca un daño indirecto por la presencia de la fumagina en hojas y frutos.

COMEDOR DE HOJA: (*Cryptocephalus castaneus*), ataca directamente a los brotes tiernos.

ARAÑITA ROJA: (*Tetranychus sp*), Se alimenta de la savia de las hojas produciendo debilitamiento de la planta.

#### **Enfermedades del Mango:**

OIDIUM: (*Oidium manguiiferae*); esta enfermedad ataca a brotes tiernos, flores y frutos en formación.

MUERTE REGRESIVA: (*Lasiodiplodia teobromae*), Esta enfermedad se agudiza por estrés de agua, llegando a matar a los árboles cuando el ataque es generalizado.

ANTRACNOSIS: (*Colletotrichum gloeosporoides*), esta enfermedad se manifiesta cuando se presentan lluvias, produce el manchado de frutos, desmereciendo la calidad del fruto para exportación.

#### **e) Cultivos Anuales**

Estas zonas se caracterizan por la siembra principalmente de maíz amarillo duro, seguido de menestras y últimamente el cultivo de algodón.

Entre las principales plagas y enfermedades que afectan a estos cultivos tenemos:

##### **• Menestras**

- GUSANOS DE TIERRA: Se presentan principalmente en la germinación entre ellos predominan *Agrotis*, *Feltia* y *spodoptera*.
- CHUPADERA FUNGOSA: Producida por *Fusarium sp*. En plántulas.
- MOSCA BLANCA: (*Bemisia tabaci*)
- LORITO: (*Empoasca sp*).
- MOSCA MINADORA: (*Liriomyza huidobrensis*).
- PULGON: (*Aphis sp*)
- OIDIOSIS: (*Oidium sp*), esta enfermedad se presenta durante los meses de junio a octubre, el hongo que produce esta enfermedad prefiere bajas temperaturas y días nublados. Se caracteriza porque sobre las hojas aparece un "ceniza de color blanco", luego las hojas empiezan a secarse, pudiendo matar a la planta esta enfermedad sino se controla tiempo.

- BARRENADOR DE VAINAS: (*Laspeyresia leguminis*), ataca en estado de vaina, perfora las vainas alimentándose de su interior permitiendo el ingreso de microorganismos que causan la pudrición de la misma.

- CABALLADA: (*Spodoptera eridania*), los daños son similares a los ocasionados por *Laspeyresia*, pero esta especie es mucho más agresiva. El ataque lo realiza mayormente por las noches.

- **Maíz**

- GUSANOS DE TIERRA: Son cortadores de plantas tiernas. Las principales especies son *Feltia* sp y *Agrotis* sp. En este grupo también se considera a *Elasmopalpus lignosellus* (gusano picador de plantas tiernas).

- GUSANO COGOLLERO: (*Spodoptera frugiperda*): Sus danos se caracterizan porque las larvas comen las hojas y muchas veces alcanzan a dañar el interior de las mazorcas.

- GUSANO CANERO: (*Diatraea saccharalis*): La larva perfora el tercio medio de los tallos, se alimenta del interior de estos y como consecuencia se quiebran y se produce el acame del maíz. Son frecuentes estos danos en épocas de sequía y temperaturas altas.

- GUSANO MAZORQUERO: (*Heliothis zea*): La larva perfora la mazorca y come los granos, al alimentarse deja también los excrementos en el interior del choclo lo que permite el desarrollo de microorganismos y por ende la pudrición del choclo.

- CHINCHE DEL MAIZ: (*Sthenaridea carmelitana*): Produce picaduras sobre las hojas observándose puntuaciones de color blanco, cuando el ataque es severo las picaduras se unen y la hoja aparece de un color blanquecino, por tanto disminuye su actividad fotosintética y no hay llenado de choclo. Esta plaga es problema cuando hay humedad relativa alta.

- MARCHITEZ BACTERIANA: Esta enfermedad es producida por las bacterias *Erwinia stewartii* y *E. Chrysantemi* produciendo el secado del maíz. Esta enfermedad es favorecida por épocas lluviosas y alta humedad relativa.

- **Algodón**

- GUSANOS DE TIERRA: Cortan plantas tiernas durante la etapa de germinación (*E. lignosellus*, *Agrotis*, *Feltia* sp).

- PULGON: (*Aphis gossypii*) Ataca hojas y brotes nuevos, succiona la savia de las hojas debilitando a las plantas y causan también presencia de miel y fumagina.

- PERFORADOR DE LA BELLOTA DEL ALGODONERO: (*Heliothis virescens*): Ataca brotes nuevos, botones florales y perfora las bellotas.

- GUSANO ROSADO: (*Pectinophora gossypiella*): Daña las flores, perfora y come las semillas de la bellota, al alimentarse del interior de la bellota, penetran microorganismos produciendo la pudrición de estas.
- PICUDO DEL ALGODONERO: (*Anthonomus vestitus*): Daña los botones florales y como consecuencia caen los botones florales al suelo.
- ARREBIATADO: (*bysdercus peruvianus*): Sus daños lo causa a nivel de las bellotas, extrae el aceite de la pepa, ocasionando la no apertura de las bellotas durante la maduración.
- PERFORADOR PEQUEÑO DE LA BELLOTA: (*Pococera atramentalis* y *Mescinia peruella*): Perforan las bellotas, pero los danos son menos severos que los de *Heliothis*.

### **C. TURISMO**

El turismo es un eje estratégico para el desarrollo de Lambayeque, su potencial se ha incrementado significativamente en los últimos años como resultado del descubrimiento de vestigios muy valiosos de su pasado histórico, principalmente de la era pre inca: Las Tumbas reales del Señor de Sipán en el sector de Huaca Rajada y Sican en el sector de Batangrande, de la puesta en valor del monumento arqueológico de Túcume, la construcción de los museos de Sican y Tumbas reales del Señor de Sipán, así como la recategorización como Santuario Histórico del Bosque de Pomac.

El patrimonio histórico y la riqueza y diversidad de la cultura autóctona, permiten el turismo histórico y cultural. Además la reconocida diversidad biológica y geográfica es propicia para el turismo de naturaleza y existen áreas que se prestan para el ecoturismo.

En Olmos, existen varios lugares turísticos que merecen ser visitados por propios y extraños. Dentro de los atractivos existentes en la localidad podemos señalar a los Petroglifos de los Boliches, donde se encuentran grandes piedras con grabados de figuras de animales, humanos y otros elementos de carácter naturalista. Estos vestigios tienen una antigüedad de tres mil años y se ubican en el sector Los Boliches a un costado de la Carretera Olmos-Jaén. Fue declarado patrimonio cultural de la nación por el Instituto Nacional de Cultura en Julio del 2002 a través de la Resolución 535-2002 INC.

Otro lugar que merece tener un espacio dentro del rubro turístico olmano es el Zocriadero Bárbara Dachille y Crax 2000 ambos situados en el sector Las Pampas.

Allí se exhiben animales en extinción, como la Pava Aliblanca, ave que se cría en cautiverio la misma que redescubierta en el norte de Olmos.

Atractivos destacables también lo son el Santuario del Algarrobito de Nitape, La Gruta del Cerro de Chalpón donde reposa la Cruz de Guayacán así como la zona milenaria de El Pilco en Ñaupe, entre otros.

## **PRINCIPALES ATRACTIVOS TURISTICOS**

### **Los Petroglifos de Boliches**

Es uno de los lugares arqueológicos más importantes con que cuenta el distrito. Se ubica en el kilómetro 4 de la carretera Olmos-Corral Quemado en el sector conocido como Los Boliches.

Este paisaje cultural arqueológico se levanta en plena quebrada del mismo nombre y según los especialistas sus manifestaciones artísticas datan de aproximadamente 2,500 años de antigüedad.



Este complejo cuenta con 112 petroglifos de arte rupestre, destacando grandes piedras con grabados de figuras humanas, animales y otros elementos de carácter naturalista o esquemático, los que son muy admirados por quienes visitan el lugar.

Arqueólogos del Museo Bruning de Lambayeque han asegurado que este sitio debió ser considerado como centro sagrado y de culto donde acudían los primitivos habitantes de esta zona.

En las rocas existentes, se aprecian siluetas de aves, serpientes, astros, humanos y figuras geométricas, diseñados con una técnica especial lo que demuestra el alto conocimiento en grabados sobre rocas (arte rupestre) de nuestros antepasados.

Las piedras tiene variadas medidas, unas de ellas son de un metro de altura por dos o tres de largo y uno de ancho. Entre los dibujos mas llamativos que se pueden apreciar está la serpiente bicéfala en zigzag, que antiguamente representaba la dualidad andina y el ave o cóndor volando. Este templo al aire libre, al igual que otros lugares arqueológicos, no se la librado de las personas insensibles que han atentado contra esta herencia ancestral. Algunos

han preferido la zona como cantera para extraer material de construcción y otros han destruido las piedras sin motivación alguna.

El 19 de julio del 2002 por Resolución Directoral 535-2002 INC el Instituto Nacional de Cultura declara patrimonio cultural de la nación a la Zona de Los Boliches y según el proyecto realizado por un grupo de especialistas, confirmaron al lugar con un valor histórico incalculable y la posibilidad de convertirla en una zona turística de efecto multiplicador o generador de puestos de trabajo.

Los petroglifos de Los Boliches se encuentran a un costado de una excelente y moderna vía asfaltada y es el primer sitio de un complejo arqueológico distribuido a lo largo de varios kilómetros al interior de la Carretera de penetración Olmos-Corral Quemado.

### **El Zocriadero de la Pava Aliblanca**

En el kilómetro 93 de la ex carretera panamericana antigua Olmos-Ñaupe, sector Las Pampas se ubica el zocriadero Bárbara Dachille donde se cría en cautiverio la Pava Aliblanca ave declarada en extinción. Este criadero es un centro científico que cuenta con un área destinada ala exhibición de diferentes especies amenazadas con fines de investigación.

La Pava Aliblanca, ha sido considerada un patrimonio ornitológico, único en el mundo y hace poco el Congreso de la República la declara Ave de interés nacional, ya que habita únicamente en el Perú, pues no se encuentra en ningún otro país y porque volvió a la vida luego de 100 años luego de haberla considerada "Especie extinguida".

En 1977, uno de los pioneros conservacionistas de Olmos, don Gustavo del Solar Rojas



en compañía del Doctor Jhon O Nelly, lograron redescubrir la Pava Aliblanca en la Quebrada de San Isidro comprensión del sector Querpón en el distrito de Olmos, noticia que dio la vuelta al mundo pues los estudiosos consideraban desaparecida a esta pava de monte. Es a partir de allí que se viene estudiando y reproduciendo a

esta peruánísima ave silvestre en un zocriadero instalado en el Fundo Agrícola del señor del Solar Rojas en el caserío Las Pampas contando con la ayuda técnica.

Dicho zocriadero cuenta con seis grandes aviarios circulares que contienen más de una veintena de jaulas, estimándose que hasta Diciembre del 2007, alrededor de 50 mil estudiantes del departamento de Lambayeque han visitado sus instalaciones donde reciben charlas sobre la protección de la Pava Aliblanca y del medio ambiente. Características:

La Pava Aliblanca (*Penélope albipennis*), es una ave de la familia cracidae, esbelta de color negro, con reflejos verdosos, gargantilla rojiza, pico azulado con punta negra, cola larga, patas rosadas y como característica principal tiene 9 grandes plumas en los extremos de sus alas. No existen diferencias morfológicas entre la hembra y el macho. Estas pavas pesan casi dos kilogramos, y alcanzan la madurez sexual a los tres años, reproduciéndose una sola vez al año poniendo dos huevos. Construyen sus nidos de unos 40 centímetros hechos con ramas en arbustos, encontrándose estas aves en las quebradas de Olmos y Piura, alimentándose de frutos, flores, brotes y semillas.

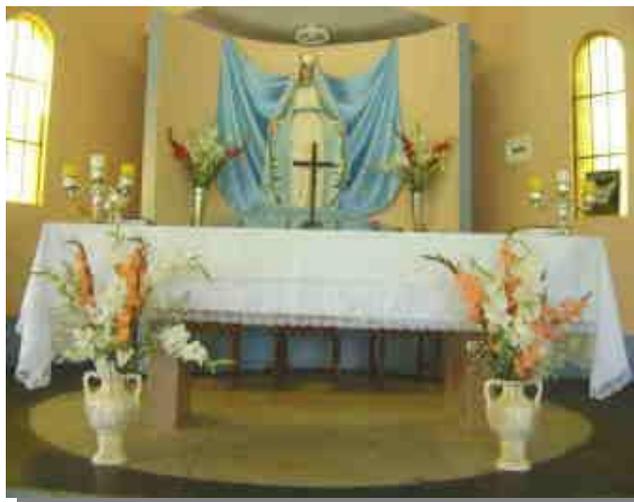
La legislación peruana protege su supervivencia, por lo que se ha prohibido su caza.

### **El Algarrobito de Nitape**

Se celebra en el pueblo de Olmos el 18 de julio. El culto a la Virgen de Nitape se origina en el año 1973, es la festividad religiosa de comienzo más reciente. El 31 de Mayo de ese año, una niña llamada Teodora Gonzáles Torres, de 13 años de edad, al regresar a su casa vio un fulgor en la copa de un árbol de algarrobo y reconoció en ella a la Santísima Virgen María, era en el caserío de Nitape, donde ella vivía.

Posteriormente Teodora narró este hecho a su familia y a sus profesoras; merced de una nueva aparición de la virgen a la niña, le participó que haría una visita el día 18 de Julio siguiendo en el mismo sitio.

Enterado el pueblo, gran número de creyentes, cerca de siete mil personas, se



congregaron ese día alrededor del algarrobo con numerosos periodistas. El cielo

estaba completamente nublado, de pronto se despejó en la zona donde estaban reunidos y se produjo súbitamente el fulgor de rayos solares como aureolas de algunos fieles, aseguraron haber visto a la Virgen sobre una copa de árbol de algarrobo en el momento del resplandor producido.

Las primeras revelaciones de Teodora expresaban que la Virgen le había anunciado que haría 3 milagros, sanaría a un cojo, a un ciego y a un canceroso. Cuando se reunieron el 18 de Julio, dicen que entre los creyentes vieron a un cojo y a un ciego y que después no se les volvió a ver más, cuando se retiraron.

Mediante donaciones de los fieles en 1974, se erigió el oratorio cerca de donde apareció la Virgen. Es una pequeña capilla donde se venera la imagen, observándose una inscripción "Yo soy la consagrada Inmaculada, Madre de Jesucristo". En los alrededores existen bancas y elementos decorativos.

El lugar donde apareció por primera vez la Virgen ha sido cercado con una verja y se ha colocado su imagen con servicio de guardianía, se encuentra a 5 Kms de Olmos, cerca de la ex hacienda Santa Clara.

El 31 de Mayo y el 18 de Julio allí se celebraba cada año con devoción y fervor esta nueva aparición de la Virgen María. Como en las otras festividades religiosas del departamento de Lambayeque esos días son motivo de una procesión y después la feria de productos regionales, banda de músicos, baile y quema de castillos de fuegos artificiales.

La devoción de la Virgen de Nitape, llamada también "Virgen de Algarrobo", a sido decayendo con el tiempo, en los últimos años a declinado mucho la festividad. Sin embargo sigue la devoción a quien designaron como su patrona.

### **La Cruz de Chalpón**

Encontrada hace más de 60 años. La Cruz de Chalpón es considerada la patrona del pueblo católico de Olmos que dos veces al año le tributan homenaje trayéndola desde su gruta a la ciudad.

Las leyendas orales sostienen que el Padre Guatemala en su peregrinaje y estaba en el



norte del país había labrado tres cruces en distintos lugares. Uno de ellos estaba destinado para los católicos del pueblo de Olmos la que fue encontrada un 25 de Agosto de 1944.

Durante los meses de Febrero y Agosto se realiza la feria patronal atrayendo a cientos de visitantes que participan de las actividades programadas por la Comisión Central de Fiesta.

### **Festival del Limón**

El Festival del limón es un evento donde los agricultores exponen las bondades de este producto cítrico; así como sirve para efectuar, un reconocimiento a los

agricultores que se dedican a este cultivo, infaltable en la mesa popular. La idea de realizar el Festival fué el 20 de abril de 1984, por parte del entonces alcalde de Olmos, el extinto Mayor PNP José Oliden



Camacho quien en sesión de Concejo Municipal fundamentó la necesidad de crear el Festival del Limón propuesta que fue aceptada por unanimidad de los regidores asistentes, acordando hacer conocer de esta decisión en próxima sesión pública a la ciudadanía. En dicha reunión, quedó conformada la Comisión Central Organizadora del Primer Festival del Limón, de la siguiente manera: Presidente, José Oliden Camacho; Secretario, José Salinas Saavedra; Secretaria de Economía, Cecilia Soler Botton; Comisión del Reinado y Corso, Lilian Arellano; Comisión de Cultura y Deportes, Medelius Sotero Ramírez; Relaciones Públicas, Luís Arbel Vélez Peltroche; Comisión de Deportes, Juan Monja Pupuche y Pedro Falla Lamadrid y en la Comisión de Prensa se designó a Noé Capuñay y Tesén. Se acordó iniciar los actos desde el 23 de Junio hasta el 30 del mismo mes, formando parte de las celebraciones de Aniversario de la Fundación Española de Olmos. Asimismo se expidió, una Resolución Municipal, oficializando la creación del evento y en los estatutos, se estableció designar una reina representante del Limón que presidiera los actos a

realizarse. Esta belleza, tendrá que ser hija, nieta o pariente cercana de los productores de Limón con residencia en Olmos o en el departamento de Lambayeque, debiendo además poseer atributos físicos y morales. De igual forma se estableció estimular con los premios del Limón de oro, plata y bronce, a los productores, que exhiban los mejores ejemplares de Limón durante su exposición en el campo ferial. Como preceptos del Festival, se aprobó exigir a los gobiernos de turno, la continuación del Proyecto Hidroenergético de Olmos, hacer conocer las bondades de las tierras olmanas, promover el turismo, y resaltar las tradiciones y costumbres de nuestra gente. Con fecha 15 de Mayo de 1987, la cámara de Senadores y de Diputados de la República, se expide una resolución legislativa, donde se declara Olmos, como la "CAPITAL DEL LIMÓN", pedido expreso de José Oliden Camacho y tramitada en la sede bicameral por los entonces diputados por nuestro departamento, Flavio Miguel Núñez Izaga y César Limo Quiñónez.