

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION
Y MITIGACION DE DESASTRES NATURALES
DE LA CIUDAD DE NASCA**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL**

PEDRO CLAUDIO HUIMAN ROMAN

**LIMA - PERU
1996**

*Este trabajo está dedicado a
mis "dos" madres: Nelly y Aurelia
y en especial a mi hermano Carlos;
sin su apoyo y sacrificio no hubiera
podido alcanzar esta meta.*

*A mis Tias Blanca, Frida y Gloria
a mis "hermanas" Duilia y Elvira
a Giancarlo y a mis queridas sobrinas
Marjorie, Nathalie, Italita, Bianca y Gaby*

*A Roxana mi novia, por
soportarme con paciencia,
comprensión y amor todos
estos años.*

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar un especial agradecimiento a mi asesor Ing. JULIO KUROIWA HORIUCHI, profesor emérito de la Universidad Nacional de Ingeniería y Asesor Técnico Principal del Programa de Mitigación de Desastres en el Perú (proyecto a cargo del UNDHA-Geneva) por sus consejos, sugerencias y apoyo para la elaboración de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), en la persona de los Doctores Javier Piqué del Pozo y Jorge Alva Hurtado Director y ex-Director respectivamente del CISMID por haberme permitido usar las instalaciones del Centro en la realización de este trabajo.

Al Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres "DPMD" del CISMID, en la persona de su jefe: Ing. Francisco Ríos Vara, quien en todo momento dió su apoyo y consejo para la mejor culminación de esta tesis.

Al Centro de Cómputo del CISMID, en las personas de los ingenieros David Peralta y Victor Rojas; ex-jefe y actual jefe del C.C.-CISMID, por haber facilitado el uso de sus equipos.

A la Municipalidad Provincial de Nasca en la persona de la Sra. Luz Torres Zegarra, actual alcaldesa de la ciudad, por el apoyo para obtener información básica local.

A mis tios; la familia Jiménez - Denegri por su colaboración y hospitalidad durante mi estadía en la ciudad de Nasca.

A Fernando Lázares, Jaime Arteaga, Edwin Romero, Carlos Villegas, César Sánchez, Carlos Rodriguez, Olinda Martinez, Luis Bonilla, Rolando Torres, Claudio Trefogli, integrantes del DPMD-CISMID, por su apoyo y amistad.

A las Srtas. Nelly Mejía y Maritza Pedemonte secretarias del CISMID por su apoyo y aliento para la culminación de esta tesis.

A los amigos de las diferentes dependencias del CISMID como Augusto Gamarra, Angel Gómez, Raquel López, Hugo Crisanto, Jorge Gallardo, Miguel Céspedes, Milagros Castro, Rafael Salinas, Martín Rodríguez, Juan Martínez, Jorge Castillo, Denys Parra.

A todos mis amigos integrantes de la Promoción 92-II de Ingeniería Civil "Ing. Armando Guiulfo Zender", con quienes compartí inolvidables días y

noches de trabajo para retribuir en algo todo lo que nuestra facultad nos dió, ejemplo que continúan ahora las nuevas promociones superándose cada vez más.

A los participantes nacionales y extranjeros al VII Curso Internacional "Microzonificación y su Aplicación al Planeamiento Urbano y Regional" CISMID-UNI 1995, de los cuales recibí importantes enseñanzas y experiencias de diversos países de América sobre microzonificación y planeamiento, a la par de vivir imborrables momentos de alegría y hermandad latinoamericana.

A mi amiga la Ing. Luisa Macedo Franco por apoyo, aliento y sugerencias para la mejor culminación de este trabajo.

A todos los familiares y amigos que en algún momento me alentaron a cumplir una de mis más caras metas: la culminación de esta tesis.

A todos mis amigos y compañeros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería a quienes no alcanzo a nombrar y cuyo apoyo y aliento no es menos reconocido.

INDICE GENERAL

	<u>Pag. Nº</u>
SUMARIO	1
INTRODUCCION	5
CAPÍTULO I: OBJETIVOS, METODOLOGIA Y ALCANCES DEL ESTUDIO	
1.1 Importancia del proyecto.....	9
1.2 Antecedentes.....	10
1.3 Objetivo.....	10
1.4 Metodología.....	12
1.5 Alcances.....	12
CAPÍTULO II: DESCRIPCIONES GENERALES	
2.1 Aspectos generales de la ciudad.....	
2.1.1 Datos históricos.....	14
2.1.2 Localización.....	15
2.1.3 Geografía.....	15
2.1.4 Climatología.....	17
2.2 Antecedentes de desastres.....	
2.2.1 Sismos.....	18
2.2.2 Inundaciones.....	24
CAPÍTULO III: SITUACION SOCIO-ECONOMICA	
3.1 Demografía.....	
3.1.1 Población.....	25
3.1.2 Migraciones.....	27
3.1.3 Indice de masculinidad.....	28
3.1.4 Estructura de edades de la población.....	29
3.1.5 Natalidad.....	30
3.1.6 Mortalidad.....	31
3.2 Aspectos socio-económicos.....	
3.2.1 Aspectos sociales.....	31

3.2.2 Aspectos económicos.....	34
3.3 Población y vivienda.....	
3.3.1 Estimación de la población para el 2005 y 2015.....	37
3.3.2 Vivienda.....	39
3.3.3 Demanda futura de vivienda.....	39

CAPÍTULO IV: CARACTERISTICAS FISICAS

4.1 Geomorfología	
4.1.1 Geomorfología regional.....	40
4.2 Geología de la zona.....	44
4.3 Topografía.....	52
4.4 Drenaje.....	52
4.5 Mecánica de suelos.....	53

CAPITULO V GEODINAMICA INTERNA

5.1 Origen y generación de sismos.....	58
5.2 Características sísmicas de la zona.....	59
5.3 Peligro sísmico de la ciudad de Nasca.	
5.3.1 Atenuación de la aceleración.....	61
5.3.2 Desviación Standard de la aceleración.....	66
5.3.3 Fuentes sismogénicas.....	66
5.3.4 Metodología para evaluar el peligro sísmico.....	66
5.3.5 Evaluación del peligro sísmico en la ciudad de Nasca.....	72
5.4 Capacidad portante de los suelos durante eventos sísmicos.	
5.4.1 Amplificación de ondas.....	79
5.4.2 Intensidades sísmicas probables.....	80
5.4.3 Intensidades sísmicas probables en Nasca....	80
5.5 Efectos secundarios.	
5.5.1 Licuación de suelos.....	83

CAPÍTULO VI: GEODINAMICA EXTERNA

6.1 Causas naturales.....	85
6.2 Efectos de las precipitaciones pluviales en Nasca.	
6.2.1 Introducción.....	86

6.2.2	Acción de la geodinámica.....	86
6.2.3	Zonas Inundables.....	87
6.3	Medidas de protección contra inundaciones.....	88
6.3.1	Medidas estructurales.....	90
6.3.2	Medidas no estructurales.....	90
6.3.3	Medidas a nivel de cuenca.....	92
CAPITULO VII	MICROZONIFICACION FISICA Y ZONAS DE EXPANSION	94
7.1	Mapa de microzonificación física.....	95
7.2	Direcciones de expansión de la ciudad.....	98
7.3	Areas de expansión urbana.....	98
CAPITULO VIII	SITUACION ACTUAL DEL AREA URBANA	
8.1	Generalidades.....	101
8.2	Evolución Histórica.....	101
8.3	Uso actual del suelo.....	103
8.4	Infraestructura de la ciudad.	
8.4.1	Abastecimiento de agua.....	104
8.4.2	Sistema de alcantarillado.....	105
8.4.3	Servicio eléctrico.....	105
8.4.4	Servicio telefónico.....	106
8.4.5	Mercados.....	106
8.4.6	Servicios médico-asistenciales.....	106
CAPITULO IX	VULNERABILIDAD	
9.1	Definición de términos básicos.....	108
9.2	Condicionantes de la vulnerabilidad sísmica.....	109
9.3	Clasificación de las edificaciones según su comportamiento sísmico.....	110
9.4	Determinación del nivel de vulnerabilidad de las edificaciones	
9.4.1	Metodología empleada.....	114
9.4.2	Obtención de la muestra.....	115
9.5	Vulnerabilidad de la ciudad de Nasca.....	117
9.6	Riesgo sísmico de la ciudad de Nasca.....	122
9.7	Proyección de daños en las edificaciones.....	123
9.8	Determinación del riesgo sísmico.....	124

CAPITULO X	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFIA		221
ANEXOS		
Anexo "A"	Peligro Sísmico de Nasca	134
Anexo "B"	Modelos de Encuestas	147
MATERIAL FOTOGRAFICO		151

SUMARIO

Las pérdidas humanas y de recursos económicos ocasionadas por desastres naturales en el Perú son una de las principales causas que detienen el normal desarrollo socio-económico de las ciudades expuestas a diferentes fenómenos de la naturaleza, por tal razón la falta de estudios que regulan zonas seguras para el emplazamiento de centros urbanos e infraestructura con fines económicos es motivo de gran preocupación.

A nivel local la Microzonificación ha demostrado que es una herramienta muy útil para el desarrollo sostenido y seguro de las ciudades, por lo que el presente trabajo titulado: "**Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Nasca**", pretende llenar ese vacío, además de estar circunscrita dentro de los trabajos que se vienen realizando en el CISMID y el DPMD como un aporte a la Decada Internacional para la Prevención y Mitigación de Desastres declarada por las Naciones Unidas.

La ciudad de Nasca, objeto del presente estudio esta ubicada a 444 km. al sur de Lima en el departamento de Ica, es la capital de la provincia y del distrito del mismo nombre y esta edificada sobre un estrecho valle que remata en extensas zonas áridas hacia el norte, oeste y sur. Comprende los distritos de Nasca, Vista Alegre, El Ingenio, Changuillo y Marcona. El estudio se realizó en los dos primeros.

La población urbana en la ciudad de Nasca, según los resultados del IX Censo Nacional de Población y Vivienda fue de 28,192 hab. cifra que representa el 4.98% de la población total de departamento que es de 565,686 hab.

En los últimos años, el crecimiento acelerado de la población en el área urbana en desmedro del ámbito rural, ha hecho que los

servicios básicos (agua, salud, educación, etc) y de vivienda sean insuficientes

La población proyectada de Nasca resultó de 35,336 habitantes para el año 2005 y 42,654 habitantes para el 2015, este crecimiento de la población significa que en los próximos años habrá un incremento en la demanda de suelos para satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura por este crecimiento de población. Esta es una de las razones por la que es necesario contar con un plan director urbano, que considere la microzonificación física ante fenómenos naturales como una herramienta para lograr evitar el crecimiento desordenado de la ciudad y hacia lugares con mayores peligros que otros.

Los antecedentes de desastres que se han presentado en la zona son principalmente debido a la sismicidad de la zona, pues está situada en una zona de alta a mediana sismicidad, y a los desbordes de los dos ríos que cruzan la ciudad; el Tierras Blancas y el Aja. Durante su historia se vió afectada por numerosos eventos telúricos como el del 24 de agosto de 1942 que dejó en escombros casi la totalidad de la ciudad y, en el caso de desbordes, el del 24 de febrero de 1985 fue uno de los que más estragos causó en los asentamientos humanos ribereños.

La metodología para la microzonificación se basa en realizar estudios multidisciplinarios de los fenómenos naturales que podría afectar una determinada zona, estableciéndose, así áreas con igual peligro potencial.

El objetivo del presente trabajo es describir en líneas generales, la sismicidad del área de influencia de Nasca, determinación del peligro sísmico asociado a esa sismicidad, así como el análisis de la vulnerabilidad de las edificaciones existentes y posteriormente la determinación del riesgo sísmico.

Dentro de los alcances de la presente tesis, esta pretende ser una herramienta para optimizar el uso de suelos, planificación de la ciudad y desarrollo de su infraestructura en forma segura a fin de disminuir las pérdidas de vidas y daños a las obras.

A nivel local, se ha determinado que la ciudad de Nasca, se encuentra asentada sobre terreno geológicamente denominado como cuaternario aluvial y formado litológicamente por un conglomerado de gravas y guijarros medianamente consolidados con intercalaciones de limos y arcillas. Superficialmente se ha encontrado un estrato de arcillas en casi toda la ciudad, con espesores que varían entre los 0.80 a los 2 mts. para luego encontrarse los estratos de gravas.

El resultado del Peligro Sísmico potencial para la ciudad de Nasca para un periodo de exposición de 50 años (ó 475 años de periodo de retorno) y una probabilidad de excedencia de 10% nos dió 465.6 cm/seg².

El mapa presentado de máximas intensidades sísmicas probables, indica una mayor intensidad sísmica en la zona constituida por una franja arenosa ubicada a la margen izquierda del río Aja, se ha determinado que la intensidad máxima que podría esperarse en dicha zona es de IX, en el resto de la ciudad la máxima intensidad esperada es de VIII, con excepción de una pequeña área en la zona central constituida por material de relleno no bien compactado y en el cual podría presentarse intensidades de IX.

Con respecto a la acción de la geodinámica externa, se ha determinado que las zonas más propensas a sufrir la acción de los desbordes de los ríos, son los asentamientos humanos de "Las Latas", "La Paradita", "Barrio El Acero" y el pueblo joven "Unión Victoria", esto debido a la desfavorable topografía del río Tierras Blancas con respecto a los mencionados barrios y además, a la insuficiente protección de las riberas del mencionado río que pasa por dichos barrios, atravesando la ciudad.

El estudio de la vulnerabilidad de las edificaciones de Nasca nos dá como resultado general una alta y muy alta vulnerabilidad sísmica para la ciudad, debido a que predominan las construcciones de adobe, en la mayoría de los casos de gran antigüedad y en las más recientes, porque presentan defectos típicos de construcción (deficiente mano de obra, ausencia de viga collar, etc.).

La sumatoria de una alta vulnerabilidad más el hecho de estar Nasca ubicada en una zona sísmica de alta actividad, nos dá como resultado un alto riesgo de desastre ocasionado por fenómenos telúricos. Debido a esto, se hace necesario implementar un plan de emergencia que involucre medidas para mitigar los posibles daños materiales y humanos.

Se espera que el presente trabajo contribuya al mejor conocimiento de las áreas sensibles o vulnerables a peligros naturales, relacionando aspectos sísmicos, topográficos, morfológicos, etc., y sirva de base para preparar un plan de uso de suelo de la ciudad de Nasca, sus zonas de expansión, en lo que no solamente se conseguirá mayor seguridad física, sino que también los costos de construcción puedan reducirse de manera significativa en beneficio de la población de menores recursos.

INTRODUCCION

En los últimos años, más de 70 países se han visto afectados por decenas de desastres como consecuencia de fenómenos naturales que han dejado como saldo la muerte de más de un millón y medio de personas, cifras demasiado altas para un siglo en el que se han logrado numerosos avances científicos y tecnológicos sorprendentes. Pero estas cifras encierran además una realidad dura y compleja: es en los países en vías de desarrollo en los que se han producido la mayor cantidad de pérdidas humanas y económicas debido a estos fenómenos incluso de intensidad moderada.

El terremoto de 1970 en el Perú y la erupción del Monte del Ruiz en Colombia, dejaron 67,000 y 23,000 víctimas respectivamente. El huracán Andrew en el Sur de la Florida y el terremoto de Northridge en los Angeles, CA. USA, causaron daños, cada uno de ellos, por unos 20 mil millones de USD. El reciente terremoto de enero del año pasado en Kobe, el más desastroso en Japón desde 1923, ha provocado pérdidas materiales aún no determinadas con exactitud, pero probables en 90 mil millones de USD.

Como vemos, el número de víctimas en los países del Tercer Mundo y las pérdidas materiales en las naciones desarrolladas, causadas por los desastres naturales, se ha incrementado sustancialmente en los últimos lustros.

Las principales razones de tan grandes pérdidas son: el vertiginoso crecimiento de la población que está causando la expansión de las ciudades hacia zonas marginales altamente peligrosas; el

desarrollo socio-económico que no logra incorporar de manera adecuada medidas de mitigación que consideren las enseñanzas de pasados desastres; y la gran concentración de valores expuestos a los riesgos en los países desarrollados.

En la actualidad existe en los países del Tercer Mundo el conocimiento y la experiencia para reducir sustancialmente tales pérdidas. Lamentablemente, estas valiosas herramientas que pueden salvar la vida de decenas de miles de personas, no llegan a quienes más los necesitan ya que están limitadas a grupos de expertos que difícilmente trabajan de manera coordinada con otros especialistas para lograr un enfoque integral de la prevención y mitigación de desastres.

Considerando todas estas situaciones, la Asamblea General de las Naciones Unidas, mediante resolución No. A/RES/44/236 de 1990, declaró al periodo de 1990 al 2000 "Decada Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales - DIRDN". Durante este lapso, mediante la cooperación internacional, pero sobre todo por el esfuerzo propio de los países del Tercer Mundo, han comenzado a desarrollarse actividades tendientes a reducir los efectos negativos de los desastres naturales; de tal manera que se logre ingresar al nuevo siglo teniendo un mundo más seguro donde vivir y en el que la calidad de vida del ser humano sea mucho mejor.

La idea del DIRDN fue propuesta por el Dr. Frank Press, presidente de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, durante la inauguración de la VIII Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica, en Julio de 1984. Dicha iniciativa tuvo unánime acogida entre los asistentes a dicha conferencia, entre los que se encontraba el Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi, profesor principal de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería quien se encontraba representando al Perú en dicho evento. Casi de inmediato el Ing. Kuroiwa y un grupo de investigadores empezó a bosquejar un programa que comprometiera a todo el Perú en un trabajo en equipo, con el objeto de beneficiar a la mayoría de la población. Es así que se llegó a formular, con proyección al año 2000, el **PROGRAMA NACIONAL PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES.**

El programa se comenzó a implementar en 1989 gracias a que la Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA, se encontraba desde 1986 apoyando el proyecto "Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID", gestionado por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. El Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres del CISMID tomó el liderazgo en el desarrollo del estudio modelo de la nueva región Grau para la prevención y mitigación de desastres. Esto se hizo con la idea que la experiencia que se gane y los métodos que se desarrollen sirvan como modelo a las otras regiones del Perú, y tener así un programa a nivel nacional.

En Julio de 1992 se inició el "Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú - PNPMD", que está siendo conducido por Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas con sede en Ginebra (DHA-Geneva) y el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, contando con el apoyo técnico del CISMID a través del Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres.

Los objetivos del PNPMD para el año 2000 son:

- * Que todas las construcciones públicas y privadas que se efectúen en el país estén adecuadamente protegidas contra los desastres naturales.
- * Que todos los peruanos, por remoto que sea el lugar de su residencia, conozcan qué situaciones de desastre se pueden producir en su comunidad y qué deben hacer para protegerse a sí mismos y a sus propiedades.

Como parte del PNPMD, el presente trabajo "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres en la Ciudad de Nasca", tiene como finalidad principal delimitar la ciudad en zonas de diferente peligro potencial debido a la manifestación de cualquier fenómeno natural que pudiera ocurrir en ella. Es otro de los objetivos del presente trabajo determinar el nivel actual de vulnerabilidad de las

edificaciones existentes en Nasca, así como proporcionar las recomendaciones respectivas para disminuir el grado de vulnerabilidad de las edificaciones sísmicamente débiles.

Este estudio se ha realizado con el apoyo técnico y de infraestructura del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID a través del Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres - DPMD, instituto de investigación que pertenece a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

CAPITULO I

Objetivos, Metodología y Alcances del Estudio

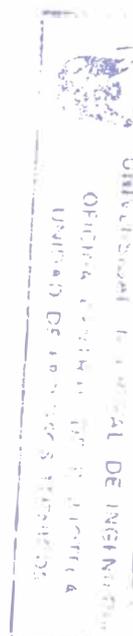
1.1.- IMPORTANCIA DEL PROYECTO

Los desastres naturales han sido, son y serán una de las principales causas de la pérdida de millones de vidas y de grandes cantidades de recursos económicos. Estos fenómenos conocidos por nosotros que los hemos sufrido con cierta regularidad como terremotos, lluvias extraordinarias, erupciones volcánicas, huaycos, inundaciones; y sus respectivos efectos secundarios tal como tsunamis, licuación de suelos, asentamientos diferenciales etc., son eventos naturales de inevitable ocurrencia.

Nasca esta situada en la zona centro-sur del Perú y está expuesta con cierta peridiocidad a severos sismos, como los ocurridos en 1942 y 1960 que destruyó la mayoría de la ciudad e impactó en la economía de la región.

Los desastres, como consecuencia de fenómenos naturales, detiene el normal desarrollo socio-económico de la población, afectan vidas humanas y destruyen obras vitales para su subsistencia, pero el desastre en sí, se produce como resultado de las imprevisiones del hombre al ubicar sus centros urbanos y obras de ingeniería en desacuerdo con los dictados de la naturaleza.

Por esta razón, señalar las zonas de peligro debido a acciones naturales en los actuales centros urbanos, industriales



etc. y áreas de futura expansión es importante para prever daños, mejorar la infraestructura y cuantificar los montos de las obras a emplazar.

El crecimiento desordenado de las ciudades, se contempla actualmente de una manera prioritaria, prever y mitigar desastres naturales, son el objetivo para evitar grandiosas pérdidas humanas y económicas.

1.2.- ANTECEDENTES

El CISMID, fue creado mediante un convenio entre Japón y Perú, con la finalidad de convertirse en un centro piloto de investigaciones sísmicas y de mitigación de desastres a nivel de países de la región sudamericana. Dichas investigaciones las realiza de una manera multidisciplinaria, tomando acciones tanto de prevención como mitigación, de tal manera que cuando ocurra un desastre, ésta cause el menor número de víctimas y daños.

En la actualidad se tiene varios antecedentes del desarrollo de la **Microzonificación en el Perú**, iniciados en 1970, por el Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi, a raíz de los **terremotos** ocurridos en 1970, 1974 y 1979, donde se demostró la influencia de las condiciones de suelo, geología y topografía, en la severidad de los daños. Las torrenciales lluvias y las inundaciones, causadas por el fenómeno de " El Niño ", en el Norte del país, en 1983 causaron cerca de mil millones de U.S. Dólares en pérdidas.

En 1989, se inicia el desarrollo del proyecto " **Los Desastres Naturales y el Programa de Desarrollo Económico y Social de la Nueva Región Grau** ", dándose inicio a un Plan Nacional de Mitigación y Prevención de Desastres en Perú.

1.3 OBJETIVO

El objetivo de la presente investigación, es prevenir y mitigar desastres naturales mediante los estudios de microzonificación de áreas vulnerables debido a acciones naturales que afectan a la **Ciudad de Nasca**, dadas por las condiciones de sitio tal como: suelos, geología y topografía; geodinámica interna (movimientos telúricos, asentamientos,

etc.), o por acciones geodinámicas externas (inundaciones, etc.).

Para ello se emplearán múltiples disciplinas para determinar las zonas de mayor peligro potencial a la que está expuesta determinadas zonas de la ciudad, por la manifestación de cualquier fenómeno natural.

Por lo que, la presente investigación, pretende delimitar zonas seguras aptas para el crecimiento del centro urbano de la **Ciudad de Nasca**, recomendando se realice en lugares adyacentes pero con mejores condiciones para ello.

Se estudiará la situación socio-económica en la que se encuentra actualmente la ciudad y el Departamento de Ica, la infraestructura con que cuenta y su futuro desarrollo.

Se analizará el peligro sísmico de la ciudad de Nasca, tomando en cuenta el tiempo de exposición y período de retorno en función de la infraestructura con que cuenta.

Se tomará en cuenta el peligro de desborde de los ríos Aja y Tierras Blancas, como producto de las precipitaciones pluviales en las zonas altas de la cuenca y se recomendará algunas medidas de protección y prevención contra estos fenómenos.

Luego de estudiar el área y los desastres que allí se producen para cada fenómeno, se elaborará los mapas de microzonas de acuerdo a su peligro potencial. La superposición de dichos mapas nos dará un mapa superpuesto de acuerdo a diferentes fenómenos naturales, donde se podrá observar sectores de diferente grado de peligro. Este mapa será el producto del presente estudio, será y se denominará mapa de microzonificación de peligro de desastres; mediante el cual, se dará el respectivo uso a los diversos sectores en función a su peligro potencial, de acuerdo a las necesidades de vivienda, recreación, infraestructura industrial y otros.

Finalmente, se hará un estudio del nivel actual de vulnerabilidad de las edificaciones existentes de la ciudad, así como proporcionar las recomendaciones respectivas para disminuir el grado de vulnerabilidad de las edificaciones sísmicamente débiles.

1.4 METODOLOGIA

El método utilizado en el presente estudio es el de "**microzonificación**", usado por el CISMID para el estudio de los desastres naturales, es el método en el cual se estudia de manera multidisciplinaria la zona de interés, considerando todos los efectos negativos sobre ella. El área será dividida en sectores de diferente grado de peligrosidad, permitiéndonos lograr un planeamiento urbano equilibrado con las condiciones físicas locales y regionales. Tal es así, que nos permitirá seleccionar las ubicaciones y usos de las zonas apropiadas para el desarrollo urbano, desarrollo industrial, etc., mitigando de esta manera posibles desastres naturales.

Por lo tanto, se dispondrá de una herramienta importante en la distribución de los sectores, que se consideran componentes urbanos importantes, en zonas seguras donde se desarrollen las actividades socio-económicas.

Para efectuar el estudio de microzonificación de la ciudad de Nasca, se identificará en primer lugar los fenómenos ocurridos a través de información histórica, y estudios geológicos preliminares, para luego mediante estos datos y las diferentes disciplinas de estudio que intervienen, tales como Sismología, Ingeniería Sismológica, Geología, Mecánica de Suelos, y otros, confeccionar el plano de microzonificación, para detallar las zonas de peligro potencial .

1.5 ALCANCES

El proyecto se centrará básicamente en el estudio de la ciudad de Nasca, el distrito de Vista Alegre y zonas aledañas que sean aparentes para la expansión urbana.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se tuvieron que salvar muchos obstáculos en la etapa de recopilación de datos, debido a la falta de información precisa que en algunos casos fue inexistente. Para salvar esta dificultad, se tuvo que hacer un trabajo de inspección de campo con el apoyo de algunos profesionales del lugar y de la población misma.

Además debido a los obstáculos mencionados, la presente tesis está basada en las características más saltantes de la zona, y desarrolla la metodología de microzonificación, en mayor porcentaje desde el punto de vista descriptivo pero a la vez objetivo; resultando por lo tanto de este trabajo, una microzonificación de peligros preliminar, dejando pautas para seguir estudios mas profundos sobre la base trazada.

Por esta razón la estrategia para la ciudad de Nasca, será difundir los conocimientos y lineamientos generales de microzonificación para lograr en este aspecto una planificación urbana ordenada y proponer recomendaciones para que los estudios de microzonificación que posteriormente se realicen, beneficien a los pobladores en el menor plazo posible.

CAPITULO II

Descripciones Generales

2.1.- ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD

2.1.1.- DATOS HISTORICOS

La Cultura Nasca, cultura Precolombina que floreció en su periodo intermedio temprano, entre los años 330 a.c. a 300 d.c., en el área de la ciudad del mismo nombre, fue una gran civilización que destacó no sólo por la habilidad de sus tejedores que realizaron magníficos trabajos de brocado, tapicería, telas pintadas y tejidos tridimensionales, sino también por lo hermoso de su cerámica, que destaca por la policromía de sus colores y sus representaciones naturistas y simbólicas.

Existen dos versiones acerca del origen etimológico del nombre de la Capital de la Provincia de Nasca. Una versión se refiere al vocablo que se deriva de la voz quechua "nanasca", que significa adolorido, escarmentado, y otra del cronista Huamán Poma de Ayala, quien afirma que la villa fue fundada el 25 de Agosto de 1591, por Don García De La Nasca, en tiempos del Virrey García Hurtado de Mendoza, IV Marquez de Cañete, habiendo el 2 de Julio de 1855 alcanzado el rango de Distrito, luego el 29 de Agosto de 1921 se establece su categoria de Ciudad y el 23 de Enero de 1941 por Ley N° 9300, se le reconoce como Provincia.

2.1.2.- LOCALIZACION

La ciudad de Nasca donde se realiza el presente estudio se encuentra situada en el Departamento de Ica. Asimismo Nasca es la Capital de la Provincia y del Distrito del mismo nombre.

Nasca pertenece a la zona Centro - Sur de la Costa Peruana, se puede llegar facilmente a la ciudad a través de la Carretera Panamericana Sur a la altura del Km. 444 y es un valle estrecho que remata en extensas zonas áridas hacia el Norte, Oeste y Sur.

Por otro lado, el Departamento de Ica abarca una superficie de 21,327.83 Km². dividida políticamente en 5 provincias (una de ellas es Nasca), y 43 distritos, ilustrándose con mayor detalle en la Lámina y Cuadros adjuntos. (Cuadros 2.1 , 2.2 y Lámina 2.1)

La Ciudad fue edificada en el valle del mismo nombre en la cuenca hidrográfica del Río Grande, entre los ríos Aja y Tierras Blancas de cauce irregular y encuadrada geográficamente por la imponentia de sus cerros: Altos de Nasca, Aja y Orcona entre otros, que sirven como orientadores para el poblador.

Cuadro N° 2.1.- Principales datos del Departamento de Ica.

CONCEPTO	DATO
SUPERFICIE (Km ²)	21,327.83
POBLACION	565,686
DENSIDAD(Hab/Km ²)	26,52
PROVINCIAS	5
DISTRITOS	43

Fuente: RESULT. DEFINITIVOS DE LOS CENSOS NACIONALES - INEI - 1993

2.1.3.- GEOGRAFIA

La Provincia de Nasca se encuadra geográficamente en la zona Centro - Sur del País. Su ambito comprende zonas costeras y preandinas; su relieve es poco accidentado, observandose pequeñas elevaciones de terreno que limitan extensas pampas y tablazos deserticos de arena y rocas.

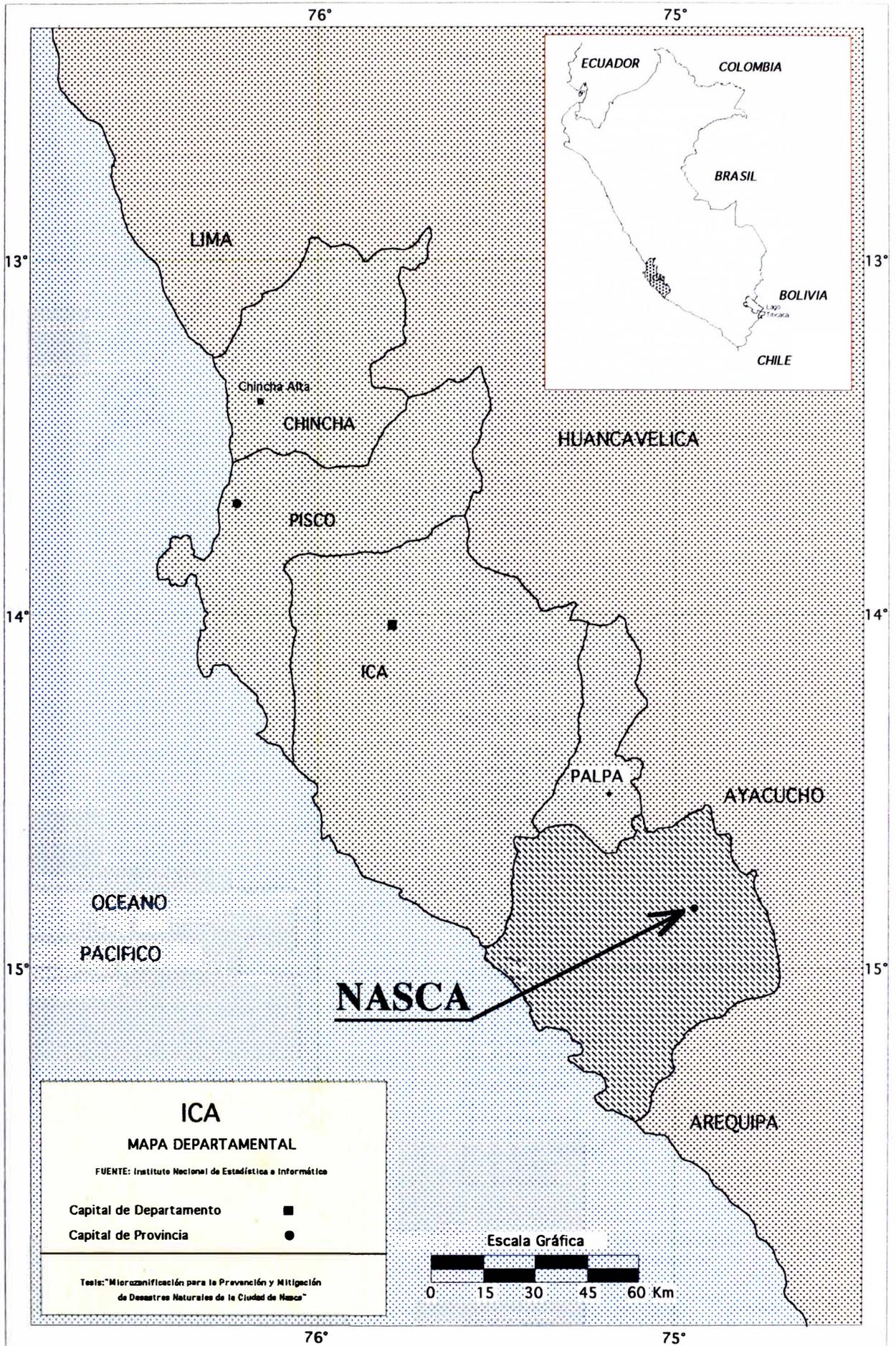


Lámina 2.2

Cuadro N° 2.2.- Categoría Política

PROVINCIA DISTRITO	CAPITAL	CATEGORIA	CREACION	FECHA	ALTURA (M.S.N.M.)	LATITUD (SUR)	LONGITUD (OESTE)
NASCA							
NASCA	NASCA	CIUDAD	L.R. 491	29 AGO 1921	588	14°49'11"	74°56'07"
CHANGUILLO	CHANGUILLO	PUEBLO	LEY 10165	12 ENE 1945	244	14°39'36"	75°13'18"
EL INGENIO	EL INGENIO	PUEBLO	LEY 2548	19 NOV 1917	445	14°38'30"	75°03'21"
MARCONA	SAN JUAN	PUEBLO	LEY 12314	10 MAY 1955	4	15°21'27"	74°09'54"
V. ALEGRE	V. ALEGRE	PUEBLO	LEY 23927	21 SET 1984	585	14°50'24"	74°56'27"

Fuente: RESULTADOS DEFINITIVOS DE LOS CENSOS NACIONALES - INEI - 1993

Tiene una superficie de 5,234.24 Km². y está ubicada entre las coordenadas 14° 39' Latitud Sur y 74° 56' Longitud Oeste a una altura de 588 msnm. Limita por el Norte con las Provincias de Palpa e Ica, por el Sur con la Provincia de Caravelí del Departamento de Arequipa, por el Este con la Provincia de Lucanas del Departamento de Ayacucho y el Oeste con el Océano Pacífico.

La Provincia de Nasca comprende los siguientes Distritos: El Ingenio, Changuillo, Nasca, Vista Alegre y Marcona.

2.1.4.- CLIMATOLOGIA

El Clima predominante en la Ciudad de Nasca es cálido y seco con temperaturas medias del orden de 19,5 °C. Las variaciones de temperatura registradas en Nasca, son algo más extremas que las de Ica, habiéndose registrado máximas de 32,3 °C y mínimas de 6 °C, en algunos meses de Enero y Julio respectivamente.

La ausencia de nubosidad y la baja humedad relativa promedio, inciden en un número elevado de horas de sol, por lo que la Ciudad de Nasca es denominada "La Ciudad del Sol Eterno".

La parte baja de la cuenca del río Nasca hasta los 2,000 msnm. posee un clima que varía de semi-árido a semi-cálido. La fisiografía conforme se empieza a elevar el terreno se vuelve accidentada y el clima varía de árido y templado a húmedo y frígido en la parte mas alta de la cuenca.

La velocidad del viento observadas de las estaciones de San Juan y Palpa se ha podido obtener datos donde las variaciones

mensuales están en un rango comprendido entre 3 y 7 m/seg. y tienen dirección de Sur a Norte y Oeste a Este. Son apreciables en la ciudad en los meses de Julio y Agosto, sintiéndose con mayor intensidad en la zona de Tunga, Mancha Verde, Estaquería, Tambo de Perro y la Ayapana.

Las precipitaciones pluviales en Nasca son escasas por no decir nulas ya que en los últimos cinco años no se han registrado lluvias en ninguna época del año

2.2.- ANTECEDENTES DE DESASTRES.

2.2.1.-SISMOS.

Todos los valles de los ríos costeros del Perú, contienen las zonas de mayor riesgo sísmico, por razones bastante obvias. Las intensidades sísmicas relacionadas con sedimentos aluvionales tienden a ser más altas que la intensidad media observada en otros suelos de la costa Peruana.

A continuación se hace una breve descripción del sismo más fuerte registrado en Nasca en lo que va del siglo, ocurrido el 24 de Agosto de 1942 y luego se presenta una tabla con la descripción de eventos sísmicos notables desde la época del Virreynato hasta la actualidad.

SISMO DEL 24 DE AGOSTO DE 1942

Hora: 17:51 horas

Intensidad: IX en Nasca. (Ver lámina N° 2.3)

Terremoto en la región limítrofe de los Departamentos de Ica y Arequipa, situada entre los paralelos 14° a 16° de Latitud Sur. Apreciado en un área de unos 180,000 Km². donde ocurrió gran destrucción. Murieron 30 personas por los desplomes de las casas habitación y 25 heridos por diversas causas.

Se estimó que el 30% de las edificaciones de la ciudad de Nasca, sufrieron ruina total. Quedaron en escombros también las poblaciones vecinas de Quincacha, Atiquipa y Palpa. En la ciudad de Caravelí sólo resistieron el sismo los edificios de reciente construcción. En Ica, la pesada cúpula de la Iglesia del Señor de Luren, se desplomó. El sismo en total duró más de un minuto y tuvo cuatro réplicas posteriores.

Entre los diversos efectos de este sismo se cuentan:

- a.- El levantamiento de un metro de un espigón que servía de embarcadero en la bahía de San Juan, prueba de una emersión local de la costa, se afirmó haberse observado después del terremoto.
- b.- Derrumbes de los cerros en los tramos de la carretera de acceso al interior, especialmete a la altura de Puquio y en otros lugares de la vertiente occidental, como también al NW, de la población de Cangallo, de la vertiente atlántica.
- c.- Formación de grietas en los cerros rocosos de Calpa, jurisdicción de Caravelí, las cuales tenían varias pulgadas de extensión
- d.- En el Puerto de Lomas, el mar se retiró más de 200 metros, regresando luego para inundar la población destruyendo embarcaciones, almacenes de la Aduana y causando heridos.
(Ver Lámina 2.3)

Antecedentes de Desastres Ocurridos en la Zona de Estudio

FECHA	HORA	INTENSIDAD	CONSECUENCIAS
24 Nov. 1604	13:30 Hr	VIII en Arequipa, Arica, Tacna y Moquegua. VI en Cuzco e Ica.	Terremoto asociado con Tsunami en la costa sur. Tsunami en Arica.
12 May. 1664	04:15 Hr	X en Ica. VIII en Pisco.	La ciudad de Ica quedó destruida, murieron más de 300 personas. Movimiento sísmico tan grande y tan fuerte que no quedó piedra sobre piedra en casas y templos. Se rebozaron algunos pozos y se arrancaron grandísimos árboles.
20 Oct. 1687	04:15 Hr 05:30 Hr	IX en Lima.	El primer movimiento sacudió y desarticuló los edificios, y el segundo los acabó de arruinar. Ocasiónó más de 100 muertos. Las ruinas se extendieron hasta unos 700 Km. Especialmente en las haciendas de los valles de Cañete, Ica, Palpa y Nasca.
10 Feb. 1716	20:00 Hr	IX en Pisco. V en Lima.	Terremoto en Pisco. Se derribaron todas las casas. La tierra se agrietó en algunos lugares expeliendo chorros de polvo y agua. El día 11 la tierra tembló con más violencia que el día anterior.
30 Mar. 1813	04:30 Hr	VII en Ica.	Destruyó casas y templos muriendo 32 personas. Grandes grietas se formaron en el cauce del río del cual surgió gran cantidad de lodo.
21 Nov. 1901	14:19 Hr	VI en Ica	La percepción del sismo alcanzó a Huacho y Supe por el noroeste y a Chala por el sureste. Fue sentido en Lima y ligeramente en Tarma.

FECHA	HORA	INTENSIDAD	CONSECUENCIAS
6 Ago. 1913	17:13 Hr	X en Caravelí	Caravelí quedó destruida por el terremoto. El movimiento de pocos segundos produjo desplomes de edificios y derrumbes, ocasionando varios muertos. El movimiento se llegó a sentir hasta Chimbote por el norte y hasta Iquique por el sur.
11 Set. 1914	06:48 Hr	VII en Caravelí VI en Nasca	Sismo que volvió a dejar en escombros Caravelí, que había sido reconstruida como consecuencia del sismo anterior. Ocasiónó derrumbes en los cerros que rodeaban la ciudad. En Nasca hubo victimas y el desplome de la nueva iglesia.
11 Oct. 1922	09:50 Hr	VII en Caravelí	En Caravelí cayeron muchas casas. En Arequipa y Mollendo causó daños de consideración. Se sintió en Ica, Nasca, Puquio, Palpa Chala y Cañete.
24 Ago. 1942	17:51 Hr	IX en Nasca	Apreciado en un área de 180,000 Km ² . Murieron 30 personas por los desplomes de las casas. 30 % de las edificaciones de Nasca sufrieron ruina total. Quedaron en escombros también Quincacha, Atiquipa y Palpa. En Ica la cúpula de la Iglesia Señor de Luren, se desplomó.
10 Dic. 1950	21:50 Hr	VII en Ica V en Pisco y Nasca	Ocasiónó en Ica la muerte de 4 personas y averias de consideración en algunas edificaciones de adobe.

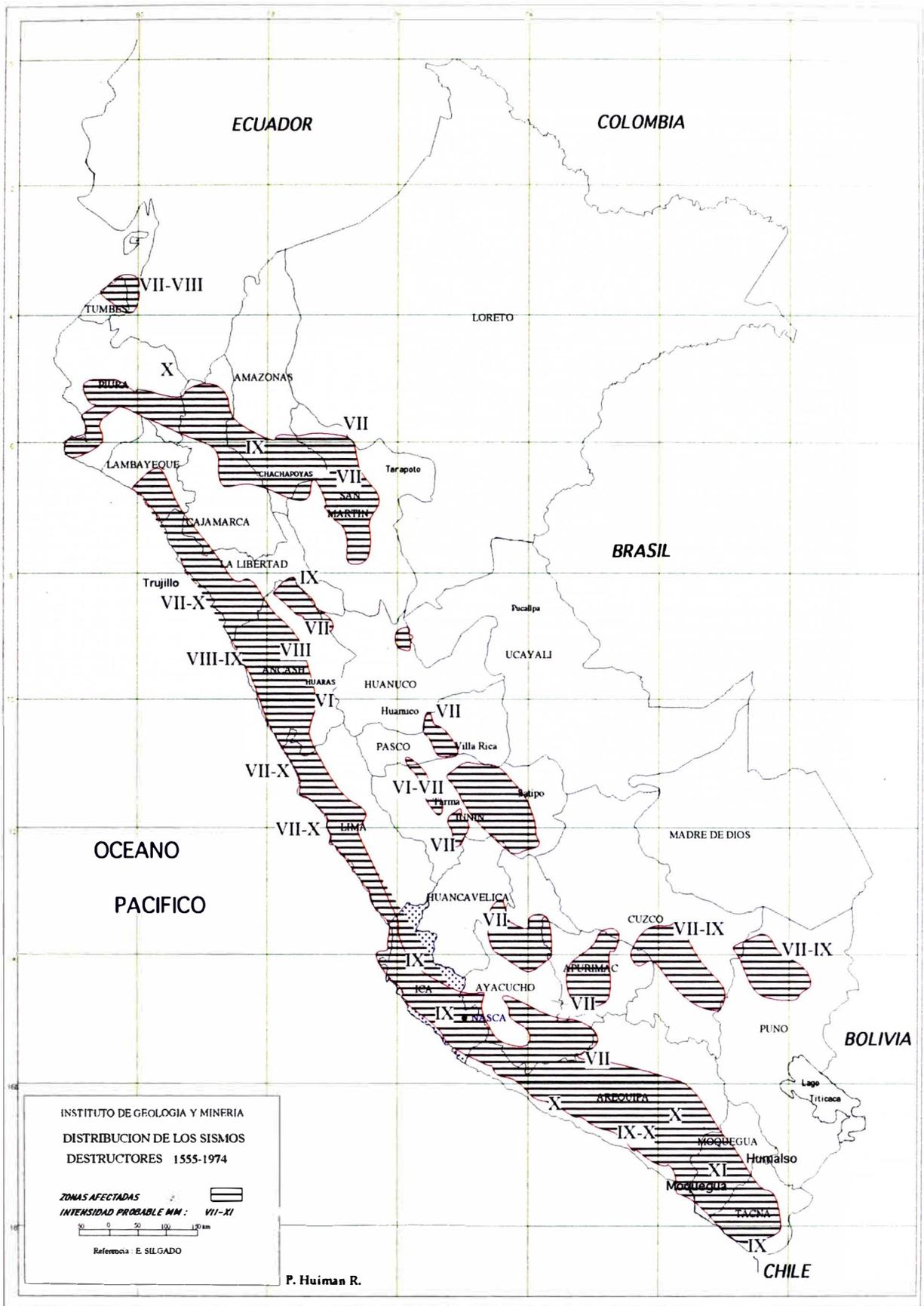
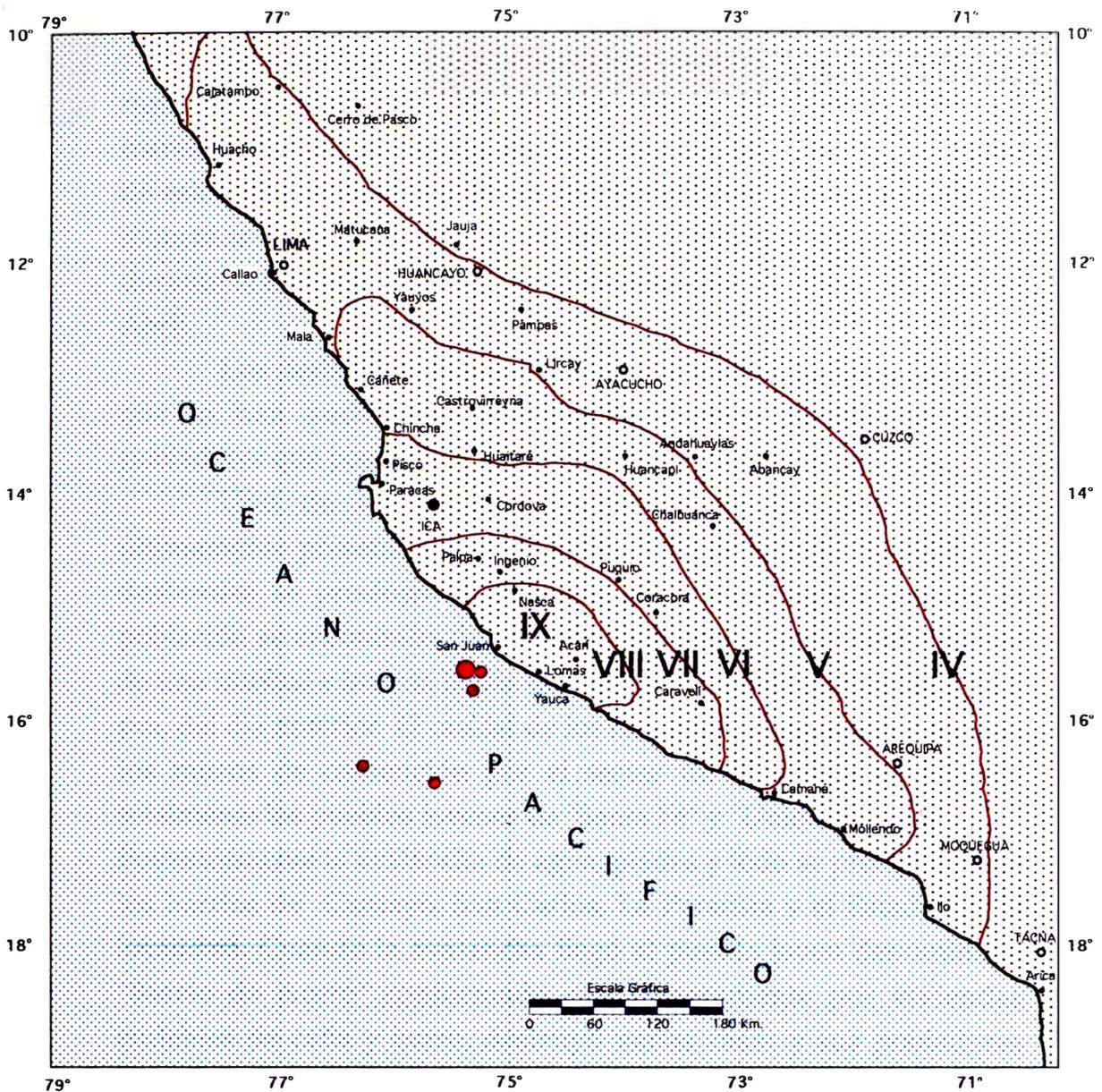


FIG. No. 2.1



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD		
FIGURA ISOSISTAS DEL TERREMOTO DE NASCA 24 DE AGOSTO DE 1942		Lámina 2.3
● Epicentro Principal ● Epicentro de Réplicas		
<small>Fuente: Instituto de Geología y Minería</small>		
TESISISTA Bach. Pedro Hulman R.	ASESOR Ing. Julio Kuroiwa H.	FECHA Ago. 1995

2.2.2.- INUNDACIONES

La ciudad de Nasca se encuentra asentada en medio de dos ríos de caudal variable, el río Aja y el Tierras Blancas, correspondientes al sistema hidrográfico del Río Grande, las aguas de estos ríos se originan en las precipitaciones que ocurren en las montañas de la parte alta de su cuenca y acarrear agua sólo durante la estación lluviosa, que corresponde a los meses de Enero a Abril.

Los desbordes de estos ríos no son frecuentes pero las veces que lo han hecho han ocasionado algunos problemas a los pobladores que poseen sus viviendas en las margenes de estos.

Uno de los últimos desbordes de los que se tiene últimamente presente fue el ocurrido el 24 de febrero de 1985. Los desbordes se produjeron en horas de la madrugada cuando la población se encontraba durmiendo (3.00 am) y como consecuencia de una inusual e intensa lluvia que se inició aproximadamente a las 5 pm. del día anterior. El caudal de los ríos creció demasiado y rompió los muros de contención por el sector de Bizambra inundando totalmente los pueblos jóvenes de "Santa Fé" y "Unión Victoria". Posteriormente la avalancha de agua, piedra y lodo se precipitó hacia los barrios de Cantayo, San Carlos, La Paradita y el Estadio de la localidad. Cuando la avalancha llegó al pueblo joven denominado "Barrio de Acero" conformado casi íntegramente por viviendas endebles de caña y barro, destruyó varias casas y sus pobladores perdieron todas sus pertenencias. Se vivieron momentos de zozobra pues el agua llegó hasta la Plaza de Armas y las calles céntricas de Lima y Bolognesi.

La Planta Eléctrica que está ubicada cerca al sector de Bizambra, fue inundada completamente y toda la ciudad quedó sin energía eléctrica. Los desbordes arrasaron también con parte de los cultivos de algunas cooperativas cercanas.

A la semana de ocurrida esta desgracia el balance fue de tres mil damnificados, setecientas viviendas destruidas, decenas de hectáreas de sembríos arrasados, interrupción de carreteras y paralización de la Planta Térmica de Nasca.

CAPITULO III

Situación Socio-Económica

3.1.- DEMOGRAFIA

3.1.1.-POBLACION

El Departamento de Ica posee una superficie de 21,327.83 Km² (IGN) lo que representa el 1.65% del territorio nacional, la población censada el año 1993 según el INEI es de 565,686 habitantes, lo que representa el 2,6% de la población total del Perú.

Además, mientras que en el total del país la densidad poblacional es de 17.6 Hab/Km², en el Departamento de Ica la misma es de 27.1 Hab/Km², es decir mayor que el promedio nacional.

En el cuadro N° 3.1, se aprecia que la mayor concentración poblacional del Departamento, se encuentra en la provincia de Ica con una población de 244,741 habitantes, seguida de la provincia de Chincha con 150,264 habitantes. En el gráfico adjunto se observa además que las poblaciones indicadas representan el 43.26% y el 26.56% respectivamente.

POBLACION DE LAS PROVINCIAS DEL DEPARTAMENTO DE ICA

Provincia	Población
Ica	244,741
Chincha	150,264
Pisco	104,512
Nasca	52,742
Palpa	13,427



DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR PROVINCIAS

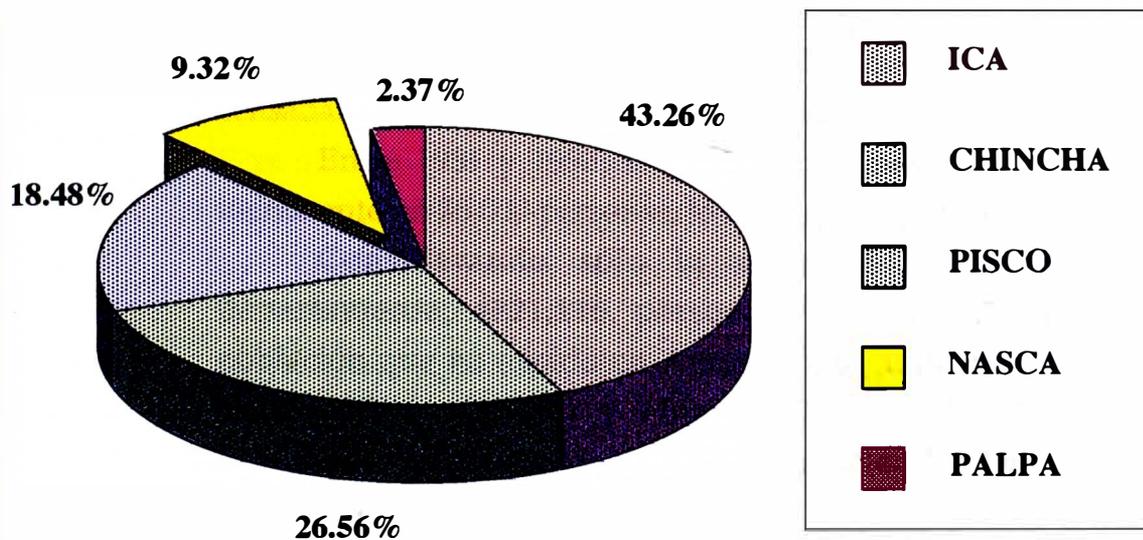


Gráfico N° 3.1

Cuadro N° 3.1.- Población de las provincias de Ica.

PROVINCIA	POBLACION	(%)	AREA (Km2)	DENSIDAD (Hab/Km2)
ICA	244,741	43.26	7,894.25	31.86
CHINCHA	150,264	26,56	2,988.27	51.12
PISCO	104,512	18,48	3,978.19	10.28
NASCA	52,742	9,32	5,234.24	27.04
PALPA	13,427	2,37	1,232.88	11.17

Fuente: Resultados definitivos Censo 1993 - INEI.

3.1.2.- LAS MIGRACIONES

Según el INEI, y para los análisis respectivos durante el último Censo la migración se divide en dos grandes grupos; la migración de toda la vida, que es el número de personas que declararon haber nacido en un lugar diferente al departamento donde se realiza el empadronamiento, y la migración reciente, que es la población que tenía un lugar distinto de residencia y que llegó al departamento en el último quinquenio: 1988 - 1993

a) MIGRACION DE TODA LA VIDA

En el Censo de 1993, se registraron 121,824 personas que nacieron en un lugar diferente al departamento de Ica (inmigrantes), representando el 21.7% de la población censada. De este total 708 son extranjeros.

Entre 1981 y 1993, la población inmigrante total se incrementó en 26,000 personas, lo que equivale al 27.1%.

Considerando sólo la migración interna del departamento, (121,116 personas); 33,232 (27.4%) es población que ha nacido en Ayacucho, seguido de Lima y Callao 27,464 (22.7%) y Huancavelica 27,381 (22.6%), departamentos que en conjunto representan el 72.7% del total de inmigrantes.

En cuanto a la población emigrante, es decir los nacidos en el Departamento de Ica pero que fueron empadronados en un lugar diferente al de su nacimiento, el

principal foco de atención del poblador de Ica, es Lima y Callao 126,791 (80.9%) del total de 156,698 emigrantes.

En terminos generales, Ica registra un saldo migratorio negativo, es decir, es mayor el número de personas que han salido del departamento en relación al número de personas que llegaron. En 1993 el saldo es -35,582 personas.

b) MIGRACION RECIENTE

La población inmigrante de 5 y más años de edad que llegó al departamento en el quinquenio 1988-1993 fue de 40,247 personas, que representa el 8.2% de la población censada en el departamento, de este total 462 son extranjeros.

Respecto a los emigrantes internos, estos tienen como lugar de destino los Departamentos de Lima y Callao 34,019 (68.8%), Ayacucho 3,405 (6,9%) y Arequipa con 3,065 (6.2%).

Al igual que la migración de toda la vida, el Departamento de Ica representa en el quinquenio 1988-1993 un saldo negativo de -9,652 personas, es decir el número de personas que han salido es mayor al que ha ingresado en dicho periodo.

Las ciudades más urbanizadas y mejor equipadas es por todos sabido que son las preferidas por los pobladores de cualquier lugar para emigrar e Ica no podía ser la excepción. Una de las motivaciones mayores para la migración interna, es presumiblemente el centralismo capitalino que no ofrece la oportunidad de reducir las grandes diferencias existentes en cuanto a infraestructura educativa, servicios de salud, empleo etc. entre las provincias y esta.

3.1.3.- INDICE DE MASCULINIDAD

El índice de masculinidad representa la estructura por sexo de la población y significa la cantidad de varones que hay por cada 100 mujeres. En el cuadro N° 3.2, se presentan los índices de masculinidad respecto de la población total de los Distritos de Nasca y Vista Alegre.

Cuadro N° 3.2.- Índice de Masculinidad.

DISTRITO	TOTAL	I.M.	URBANA		RURAL	
			POBLACION	I.M.	POBLACION	I.M.
NASCA	23,463	100.86	19,661	97.96	3,802	115.17
VISTA ALEGRE	10,239	98.78	8,531	95.04	1,708	120.85

Fuente : Resultados Definitivos Censos Nacionales 1993 - INEI

3.1.4.- ESTRUCTURA DE EDADES DE LA POBLACION

En el Gráfico y Cuadro adjunto de estructura por edades de la población de los Distritos de Nasca y Vista Alegre, podemos apreciar que la población de la ciudad es bastante joven, siendo la mayor parte de edades menores de 24 años.

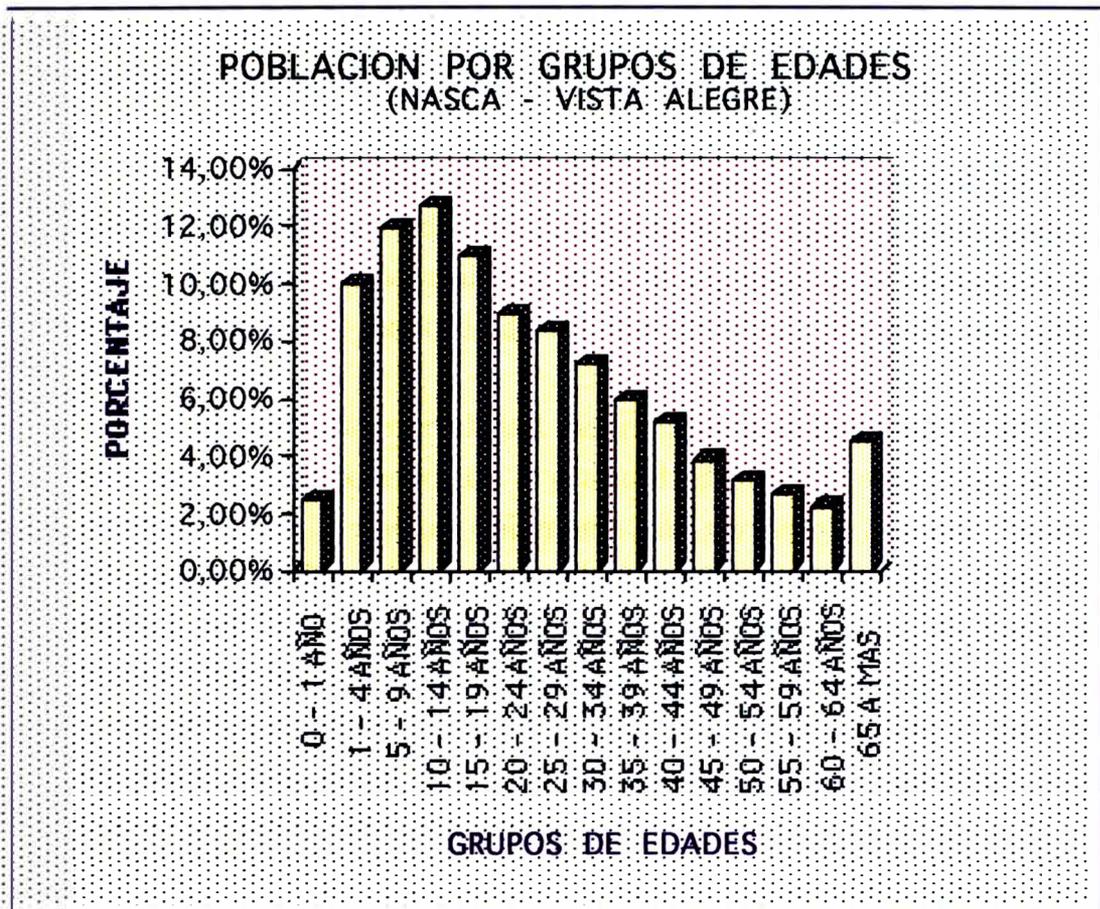
**Cuadro N° 3.3
POBLACION POR GRUPOS DE EDADES
(NASCA - VISTA ALEGRE)**

GRUPOS QUINQUENIALES	%	NASCA-V.ALEGRE	NASCA	V. ALEGRE
		TOTAL	URBANA	URBANA
0 - 1 AÑO	2,45%	690	461	229
1 - 4 AÑOS	9,97%	2.810	1.868	942
5 - 9 AÑOS	11,93%	3.363	2.315	1.048
10 - 14 AÑOS	12,70%	3.579	2.448	1.131
15 - 19 AÑOS	10,97%	3.092	2.166	926
20 - 24 AÑOS	8,97%	2.528	1.712	816
25 - 29 AÑOS	8,35%	2.354	1.630	724
30 - 34 AÑOS	7,24%	2.040	1.484	556
35 - 39 AÑOS	5,91%	1.667	1.218	449
40 - 44 AÑOS	5,15%	1.451	1.061	390
45 - 49 AÑOS	3,87%	1.090	786	304
50 - 54 AÑOS	3,14%	886	620	266
55 - 59 AÑOS	2,65%	748	544	204
60 - 64 AÑOS	2,23%	629	447	182
65 A MAS	4,49%	1.265	901	364
TOTAL	100,00%	28.192	19.661	8.531

Fuente : Resultados Definitivos Censos Nacionales 1993 - INEI

Ahora si se divide en solo tres grupos de edad, de 0 a 14 años, de 15 a 64 años y de 65 a más edad, tendremos que la población potencial económicamente activa representa el 58.48 % , lo cual es positivo desde el punto de vista de la producción, pero representará también una mayor dificultad en la consecución de empleo y una

responsabilidad de la clase dirigenal para facilitar o promover mayores puestos de trabajo, por otro lado, el hecho de que del 41.52 % restante, los comprendidos entre las edades de 0 a 14 años sean el 37.05 %, significa que la demanda futura será aun mayor.



3.1.5.- NATALIDAD

Los nacimientos se calculan mediante dos indicadores principales, la Tasa Bruta de Natalidad (TBN) y la Tasa Global de Fecundidad(TGF). La TBN significa la frecuencia de nacimientos ocurridos por cada mil habitantes en el lapso de un año. En 1993 la TBN del Departamento de Ica fue 28.29 por cada mil habitantes.

La TGF en cambio, expresa el número promedio de hijos que llega a tener una mujer al completar su vida reproductiva (hacia los 49 años).

Según el Censo de 1993, la TGF del Departamento fue de 3.32 hijos por mujer, lo cual significa que la fecundidad es regular y está dentro de los promedios nacionales.

3.1.6.- MORTALIDAD

La mortalidad se calcula mediante 2 indicadores principales, la Tasa Bruta de Mortalidad (TBM) y la Tasa de Mortalidad Infantil. La TBM representa la frecuencia de las defunciones ocurridas por cada mil habitantes en el lapso de un año.

En el Departamento de Ica se calculó que para el periodo 1990-1995 la TBM será de 5.91 defunciones por cada mil habitantes.

La Tasa de Mortalidad Infantil representa la frecuencia de muertes de niños menores de un año de edad, por cada mil niños nacidos vivos.

El nivel de mortalidad de infantes que tiene una sociedad está estrechamente asociado al grado de desarrollo alcanzado en las mismas, pues a mejor cobertura de servicios básicos (salud, educación, vivienda), mayor será el grado de desarrollo y menor deberá ser la mortalidad infantil. En el caso de Ica, la Tasa de Mortalidad Infantil alcanza el 56 por mil, esto nos indica que las condiciones de vida de los habitantes del departamento si bien no son las ideales, están muy por debajo del promedio nacional cuya tasa es del orden de 75.8 por mil.

3.2.- ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

3.2.1.- ASPECTOS SOCIALES

a) EDUCACION

La situación educacional a nivel nacional está caracterizada por la tendencia a la marcada reducción del analfabetismo.

El alfabetismo está referido a la capacidad de leer y escribir de la población de 15 y más años de edad. A nivel departamental se demuestra esta tendencia a la reducción del analfabetismo que, según los resultados obtenidos para el

periodo 1988-1993 nos arroja una disminución de la tasa y la ubica en 5.8 %; pero específicamente en la Provincia de Nasca creemos que todavía hay mucho por hacer en este campo ya que la tasa aun es alta: 8.2 %. De este porcentaje obtenido en el ultimo Censo Nacional de 1993, más de las dos terceras partes son mujeres aumentando esta proporción a las tres cuartas partes en el ambito rural.

Una de las razones que explica la mayor proporción de mujeres analfabetas está fundada en los patrones culturales tradicionales de la sociedad peruana que ha venido asignando a la mujer roles principalmente domésticos. Sin embargo esta situación ha ido variando en los últimos años y la mujer está asumiendo paulatinamente un rol mas protagónico en las actividades económicas fuera del entorno familiar, por lo tanto hay una tendencia a mejorar su nivel educacional y de esta manera tener un mejor desempeño dentro de la sociedad.

La población estudiantil del nivel escolarizado alcanzó en la Provincia de Nasca 16,136 alumnos durante el año 1993 y el Estado programó para este periodo 796 docentes, dando como resultado una carga docente en el nivel primario y secundario de 28 y 15 alumnos.

El nivel de instrucción alcanzado por la población en Nasca está disgregado de la siguiente manera expresado en porcentajes:

Sin Nivel	7.7
Pre-Escolar	0.5
Primaria	25.6
Secundaria	45.8
Superior	20.4

b) SALUD

La infraestructura con que contó el Departamento de Ica en 1992, fue de 19 hospitales, 37 centros de salud, 58 puestos sanitarios. Existiendo en la actualidad 186 médicos, 62 odontólogos y 136 enfermeras. (ver Cuadro 3.4)

En el Servicio de cama, se cuenta con un promedio de 20 por cada 10,000 habitantes, con un total de 1,138 en el Departamento.

En cuanto al programa de vacunación a fin de prevenir la mortalidad infantil, se podría decir que la cobertura en menores de un año para el año de 1993 fue la siguiente: Antipoliomielítica con 99.4 %, DPT (triple) con un 98.4 %, Antisarampionosa con un 87.8 % y la vacuna BCG (antituberculosis) con un 99 %. Estos promedios para el departamento son superiores a los que se registran en el mismo periodo para el resto del país.

Otro indicador del estado de los servicios que brinda una sociedad es la Morbilidad, y según el Cuadro N° 3.5 las principales causas de morbilidad en el departamento fueron: las infecciones respiratorias agudas con 24,973 casos registrados durante 1993, seguido de las enfermedades gastrointestinales con 9,497 casos reportados.

Cuadro N° 3.4.- Establecimientos y personal médico en 1992

VARIABLE	TOTAL ICA
ESTABLECIMIENTOS	
Centros de Salud	37
Hospitales	19
Puestos Sanitarios	58
PROFESIONALES	
Médicos	186
Odontólogos	62
Enfermeras	136
Nutricionistas	3
Biólogo	0
Obstetriz	36
Asistente Social	5

Fuente: Dirección Sub-Regional de Salud - Ica - Oficina de Estadística.

Cuadro N° 3.5.- Causas de Morbilidad registradas en el Departamento de Ica: 1991 y 1993.

ENFERMEDAD TRANSMISIBLE	CASOS NOTIFICADOS	
	1991	1993
Infecciones respiratorias agudas	22.652	24.973
Gastroent. e Infecciones Diarreicas	88.586	9.497
Resfrio común		5.924
Neumonía y Bronconeumonía	843	2.987
Cólera	3.080	2.220
Helmintiasis	837	1.550
TBC Respiratoria	916	953
Sarna	718	657
Varicela	358	495
Tifoidea y Paratifoidea	455	473
Sarampión	23	101

Fuente: Dirección Sub-Regional de Salud - Ica - Oficina de Estadística.

En este cuadro se aprecia parcialmente la situación, debido a que el pueblo no recurre siempre a los hospitales sino que en muchos casos recurre a médicos naturistas o curanderos empíricos, ya sea por lo elevado del costo de las medicinas tradicionales o creencias de la gente.

3.2.2.- ASPECTOS ECONOMICOS

a) TENDENCIAS DEL PBI Y EL INGRESO PERCAPITA

En 1992, el PBI del Departamento representó el 2.7 % del PBI de todo el país, teniendo una tasa de decrecimiento de - 0.4 % , entre los periodos 1970 a 1992, cifra que difiere del promedio nacional que para el mismo periodo registró un crecimiento promedio de 1.26 %; cabe destacar que a pesar del promedio negativo del PBI de Ica, uno de los sectores que creció considerablemente durante todo este periodo fue el de Construcción con un promedio de 30.8 % por año. Y en el lado negativo el sector que mas decreció fue el de Pesca con un promedio de 2.99 % por año.

Cuadro N° 3.6 .- PBI departamental y su crecimiento porcentual a precios constantes de 1979 (en nuevos soles).

AÑO	PBI PAIS	PBI-ICA	PARTIC. % PAIS	VARIACION % - ICA
1970	2.518.595	96.103	3,8	
1971	2.623.875	84.067	3,2	-12,5
1972	2.699.222	74.915	2,8	-10,9
1973	2.844.345	70.781	2,5	-5,5
1974	3.107.387	79.460	2,6	12,3
1975	3.213.039	79.204	2,5	-0,3
1976	3.276.074	85.215	2,6	7,6
1977	3.289.336	76.012	2,3	-10,8
1978	3.298.594	73.530	2,2	-3,3
1979	3.490.135	85.586	2,5	16,4
1980	3.646.637	79.511	2,2	-7,1
1981	3.807.715	86.736	2,3	9,1
1982	3.815.751	95.759	2,5	10,4
1983	3.334.220	71.808	2,2	-25,0
1984	3.494.779	80.169	2,3	11,6
1985	3.573.928	91.461	2,6	14,1
1986	3.904.219	94.637	2,4	3,5
1987	4.234.711	98.206	2,3	3,8
1988	3.881.284	89.426	2,3	-8,9
1989	3.428.614	84.778	2,5	-5,2
1990	3.243.760	79.376	2,4	-6,4
1991	3.334.495	86.231	2,6	8,6
1992	3.252.716	86.787	2,7	0,6

Fuente: INEI

La variación porcentual promedio del PBI departamental en el periodo mencionado visto año a año (Cuadro N° 3.6), se puede apreciar que los valores han sido sensibles a los altibajos de la política económica del Gobierno Central. Tras una variación porcentual positiva del PBI departamental en los años 1981 y 1982, cae en 1983 hasta el -25.0 % , para despues ir paulatinamente mejorando durante los años subsiguientes hasta 1987 en que vuelve a caer en una pendiente recesiva hasta el año 1991, es a partir de entonces que las cifras del PBI han vuelto a ser positivas.

b) POBLACION EN LA ACTIVIDAD ECONOMICA

La Población Económicamente Activa (PEA), está constituida por las personas que estan desarrollando alguna actividad económica o que estan buscando trabajo. Se considera a los 6 años como edad mínima, debido a la magnitud de niños que trabajan, pero para fines de comparatibilidad internacional se emplea como referencia a la población de 15 años y más para determinar el PEA.

Con este criterio, la PEA del Departamento de Ica empadronada en el Censo fue de 172,921 personas, los cuales reprentan el 30.57 % de la población total.

En los varones de 15 años y más el mayor porcentaje (68.8 %) es PEA, contrariamente en las mujeres de estas mismas edades, la PEA es minoría (25.4 %). El 90.8 % de la PEA de 15 y más años de edad está ocupada. Este nivel segun sexo, es de 90.9 % en los varones y 90.4 % en las mujeres.

La PEA de la Provincia de Nasca empadronada en el año 1993 fue de 16,643 personas que representa el 37.03 % de la población total. De acuerdo a la condición de ocupación principal, se puede advertir en el Cuadro N° 3.7, que la mayor actividad ocupacional es la de servicios con 25.34 % de la PEA, seguida de la agricultura con 25.12 % de la PEA.

Cuadro N° 3.7.- Ocupación de la PEA - Nasca

ACTIVIDAD	PEA	%
Agricultura	4.181	25,12
Minería	3.500	21,03
Comercio	2.330	14,00
Servicios	4.217	25,34
Transporte	779	4,68
Manufactura	701	4,21
Construcción	521	3,13
Centros Financieros	310	1,86
Electricidad y Agua	105	0,63
TOTAL	16.643	100,00

Fuente: INEI

En la Población Económicamente No Activa (PENA), de 15 y más años, la mayoría de 47 % son estudiantes. El 39.4% se dedica al cuidado del hogar y el 4.3 % son jubilados o pensionistas.

3.3.- POBLACION Y VIVIENDA

3.3.1.- ESTIMACION DE LA POBLACION PARA EL 2005 Y 2015

El área metropolitana de Nasca, abarca aproximadamente 248.63 hectáreas e incluye el Distrito de Vista Alegre.

Como se dijo anteriormente según el último Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993, el área metropolitana albergaba una población de 28,192. Si mantenemos la tendencia de la tasa de crecimiento intercensal (1.9 %) como promedio anual entre los censos de 1981-1993, la población del área metropolitana será 35,336 habitantes en el año 2005 y 42,654 habitantes en el año 2015.

Cuadro N° 3.8.- Población Histórica del área urbana y rural de la Ciudad de Nasca y proyección al 2015

AÑO	DISTRITAL		URBANA		RURAL	
	POBLAC. TOTAL	TASA DE CRECIMIENTO	POBLAC.	TASA DE CRECIMIENTO	POBLAC.	TASA DE CRECIMIENTO
1940	8.523		2.175		6.348	
		4,08		9,11		-1,16
1961	19.722		13.587		6.135	
		2,67		4,09		-1,42
1972	26.357		21.117		5.240	
		0,52		0,97		-1,50
1981	27.614		23.039		4.575	
		1,67		1,70		1,56
1993	33.702		28.192		5.510	
		1,85		1,90		1,60
1998	36.939		30.974		5.965	
		1,85		1,90		1,60
2005	42.002		35.336		6.666	
		1,85		1,90		1,60
2015	50.467		42.654		7.813	

Fuente: INEI

POBLACION DEL AREA URBANA DE NASCA Y SU PROYECCION

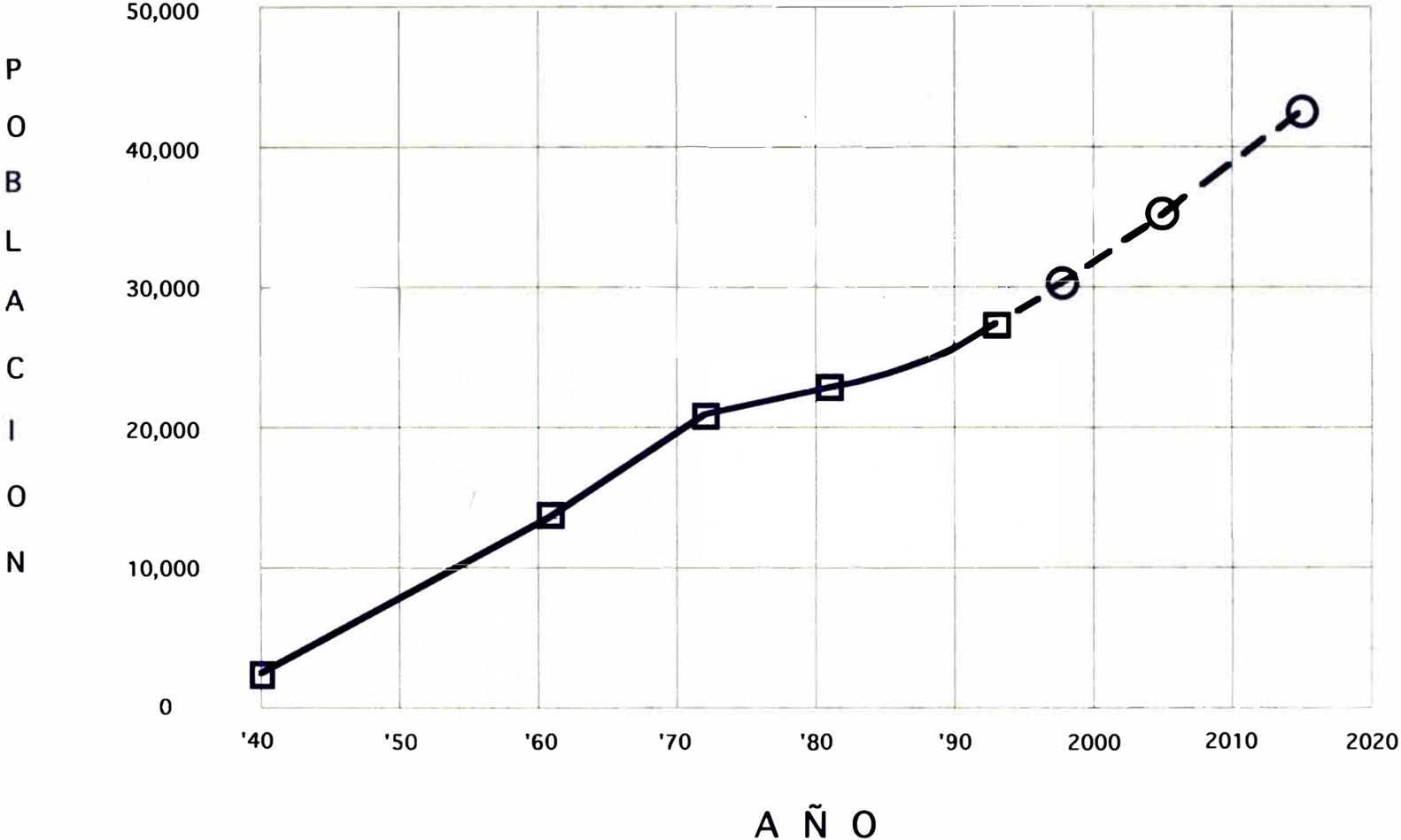


Gráfico N° 3.2

3.3.2.- VIVIENDA

Durante los últimos años el problema de la vivienda, no se ha visto tan agudizado en la Provincia de Nasca, ya que por el momento no hay déficit de viviendas, según el último Censo de 1993 la población del área urbana de los Distritos de Nasca y Vista Alegre fue de 28,192 habitantes en total, y el número de viviendas fue de 7,250, lo que nos da un promedio aproximado de 4 hab/viv., cifra que es considerada como razonable. Sin embargo es evidente la conformación de cinturones de vivienda alrededor de la ciudad en precarias condiciones habitacionales. Estos sectores de población han sido denominados "Pueblos Jóvenes", y considero deberían tener el asesoramiento respectivo para atender sus problemas prioritarios.

3.3.3.- DEMANDA FUTURA DE VIVIENDA

Si suponemos que el promedio de miembros por hogar sea de 4 y permanece constante, el número de nuevas viviendas requeridas para el futuro en el año 2005 será de 1,584 nuevas viviendas y para el año 2015 se necesitarán 3,414 nuevas viviendas, de acuerdo a la población proyectada para esos años. Estos valores sin duda implicarían una demanda de suelos para satisfacer la vivienda, sin embargo parte de esta demanda debe ser satisfecha a través de una nueva zonificación de la ciudad permitiendo la densificación de acuerdo a un plan director para la ciudad.

CAPITULO IV

Características Físicas

4.1.-GEOMORFOLOGIA.

4.1.1.- GEOMORFOLOGIA REGIONAL

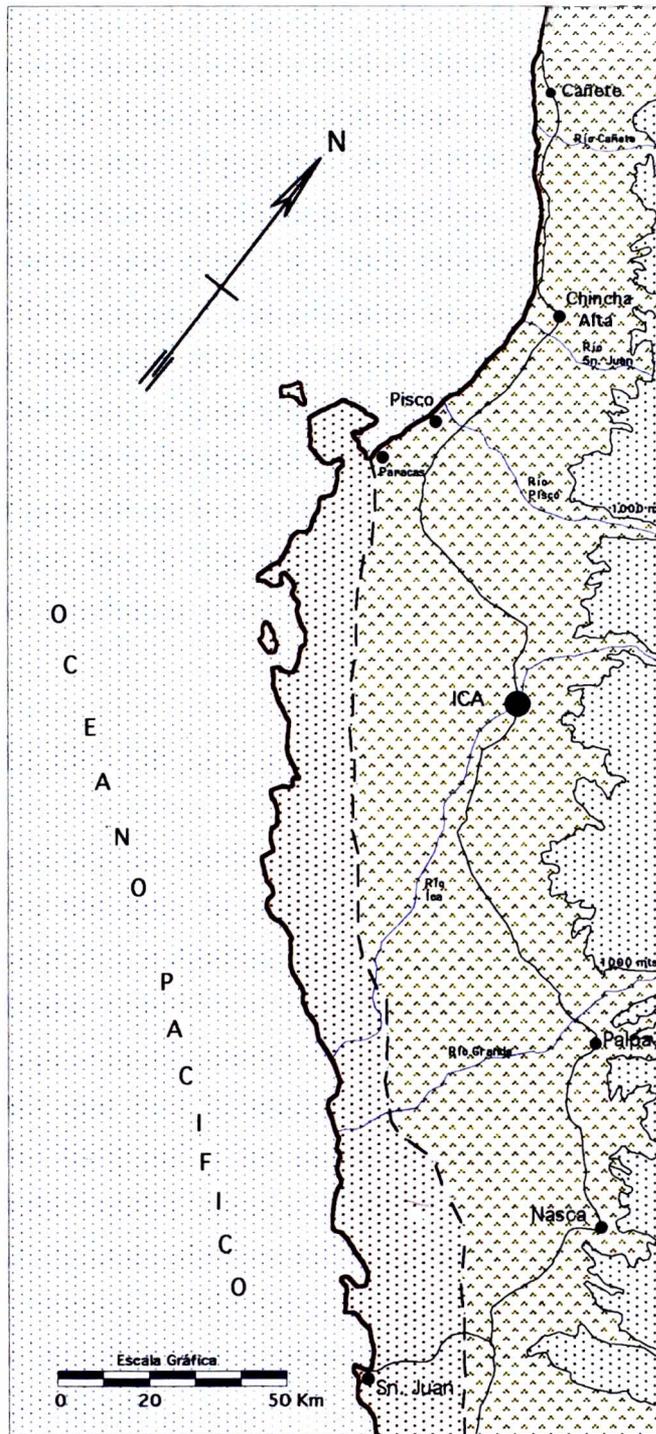
Con excepción de las pequeños áreas cultivadas, la región de la Costa Peruana es un verdadero desierto y frecuentemente los afloramientos rocosos estan cubiertos por un manto de arena eólica.

El departamento de Ica, por encontrarse en la vertiente del Pacífico, comprende un territorio correspondiente a la faja costanera y parte de la región cordillerana, donde se han desarrollado unidades geomorfológicas conspicuas, generalmente discontinuas y labradas en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

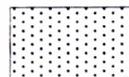
La zona Pisco - Nasca presenta 3 regiones naturales fáciles de distinguir por su litología, sus estructuras y su topografía. Dichas regiones son: El Flanco Occidental de la Cordillera de los Andes, la relativamente baja Cordillera de la Costa y las tierras bajas de colinas suaves situadas entre las 2 cordilleras y a la que se denomina Llanura Preandina. (Fig. N° 4.1).

Las 2 cordilleras son esencialmente paralelas siendo su dirección NNW. La linea de la Costa sur desde el límite con Chile hasta la Península de Paracas sigue muy de cerca las estructuras de bloques fallados de la Cordillera de la Costa. Dicha Cordillera termina abruptamente en la Península de Paracas sumergiendose en

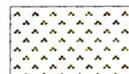
GEOMORFOLOGIA DE LA REGION PISCO - NASCA



Cordillera de los Andes



Llanura Preandina



Cordillera de la Costa



Figura N° 4.1

el mar, pero su prolongación hacia el NW esta marcada por las Islas Guaneras del Grupo Chincha.

Debido a este notable cambio estructural la linea de la Costa vira hacia el Norte desde Paracas hasta Chincha, cortando el rumbo regional, tambien la Llanura Preandina llega a la playa entre la Bahía de Paracas y Cerro Azul, a pocos Kms. al NW de Cañete, donde la Cordillera de los Andes se aproxima a la playa.

Al Norte de este punto la Costa esta formada por el Flanco Occidental de los Andes cuyos cambios estructurales y litológicos determinan la configuración de la linea de Playa. Es Probable que tanto la Cordillera de la Costa como la Llanura Preandina continuen bajo el mar al NW de la Península de Paracas.

La morfología general de la Costa al NW de Pisco es esencialmente de sumersión viendose en los barrancos marinos entre Chincha Alta y Cañete solo depósitos fluviales de probable edad Pliocena o Cuaternaria.

a) LA CORDILLERA DE LOS ANDES

Ocupa el flanco occidental del macizo andino, de relieve moderadamente abrupto, la gran muralla que forma el frente del flanco occidental de los Andes, parece a simple vista una escarpa de falla, cuyo rumbo medido a lo largo de los mas prominentes espolones es aproximadamente N 36°- 38° W, pero un examen detenido revela que esta intensamente disectado. Los espolones tienen diferente longitud y no están truncados en forma de una escarpa de falla relativamente reciente. Un detallado estudio revelaría la existencia de algunas fallas paralelas al frente andino que están mas o menos cubiertas con gravas piedemonte, pero aparentemente las fallas no son responsables de la forma y elevación general de la Cordillera.

Las cimas más elevadas de los espolones son notablemente planas y hacia el interior forman una altiplanicie o superficie de niveles acordes que contrastan grandemente con el frente de la Cordillera profundamente disectada.

La superficie de la meseta se hace evidente por lo general a elevaciones de 1600 a 2000 mts. sobre el nivel del mar osea 1200 a 1600 mts. sobre el pie de la Cordillera. En algunos sitios, sin

embargo, como cerca de Palpa y Nasca, la plataforma desciende hasta los 600 a 800 mts. sobre el nivel del mar. El examen de los mapas topográficos revela que la superficie de la altiplanicie no es horizontal sino ligeramente inclinada hacia el mar con un ángulo de unos 3° (4.3 % a 4.7%). Esta pendiente es sorprendentemente uniforme dentro de los límites del área estudiada y continua tierra adentro por una distancia de por lo menos 75 Km. donde pasa de los 4000 mts de altitud.

Como la planicie de los Andes trunca las estructuras rocosas, se puede deducir que esta es una superficie de erosión formada a menor altitud de la que tiene ahora y a lo cual ha sido elevada por los movimientos epirogenéticos del Terciario y del Cuaternario.

b) CORDILLERA DE LA COSTA

Está constituida por una alineación de cerros de moderada elevación, paralela al litoral, cruzada por pequeñas torrenteras. La Cordillera de la Costa ocupa una estrecha franja de 20 a 30 Km. de ancho a lo largo de la línea de la costa y consiste de bloques fallados de rocas ígneas y metamórficas antiguas y de rocas sedimentarias (Fig. 4.1). Las lluvias son escasas en esta área y salvo las pequeñas modificaciones en la topografía de la playa ocasionadas por las olas, las escarpas de falla han sido poco disectadas.

Al SE de la bahía de la Independencia, las altas terrazas marinas son cada vez más prominentes en dirección al Puerto de San Juan, donde se ven 10 terrazas bien definidas, la más alta de las cuales está a más de 250 mts. sobre el nivel del mar. La altura local máxima de la Cordillera de la Costa es de 300 mts. a 400 mts. en la parte septentrional del área, pero al SE de la Bahía de la Independencia hay numerosos puntos próximos al mar que tienen hasta 900 mts. de altitud. El punto más alto de esta Cordillera está en el cerro Huaricangana, que es un stock granítico al SW de Nasca y cuya elevación es de 1725 mts. Este pico dista 20 Km. de la playa.

c) LLANURA PREANDINA

Considerada como una región geológica la Llanura Preandina es compleja. Se distingue de la Cordillera de la Costa,

principalmente por su estructura más simple, por la ausencia de grandes fallas, por tener extensas áreas de rocas más recientes y en muchas partes por su topografía baja y reducida. En esta llanura se puede distinguir dos partes: la del Norte de planicies aluviales que se extiende hacia el NW desde Pozo Santo (Carretera Panamericana entre Pisco e Ica) hasta Cañete y la del Sur que es una meseta de variados tipos de rocas y que se extiende desde Pozo Santo hasta Nasca. Por supuesto que estas elevaciones también están relacionadas con la distancia al mar y además no es probable que el aluvionamiento se haya producido uniformemente a lo largo de todo el frente de la cordillera.

La parte meridional de la Llanura Preandina es una planicie de topografía y geología heterogéneas. El relieve máximo no excede por lo general de 200 a 300 mts. y presenta extensas pampas en rocas terciarias y gravas cuaternarias casi horizontales. No parece que el terciario marino excediese de 700 mts. en cualquier parte de esta área.

Grandes áreas de la Llanura Preandina están cubiertas por dunas de arena que ocultan completamente las rocas subyacentes.

4.2.- GEOLOGIA DE LA ZONA

La columna geológica de la zona de Nasca está constituida por unidades lito-estratigráficas, con un rango vertical comprendido entre el Jurásico y el Cuaternario, separados por discordancias, como efecto de sucesivos procesos tectónicos. La distribución de las rocas precámbricas y paleozoicas es restringida, predominando rocas del mesozoico y cenozoico.

ESTRATIGRAFIA

En el área estudiada se encuentran unidades geológicas ígneas, sedimentarias y metamórficas con rangos cronológicos entre el Mesozoico y el Cuaternario reciente. La estratigrafía de la región se muestra en la figura N° 4.2.

El Mesozoico, aunque no muy bien expuesto, está representado por unidades clásticas, volcánico-clásticas y carbonáticas del Bajociano-Albiano medio, correspondientes a las

formaciones Guaneros, Grupo Yura, formaciones Copara y Portachuelos, que se encuentran mejor difundida en las zonas de Nasca y Palpa. En la mayor parte de estas unidades se observan fácies de cuenca en el sector occidental y fácies de plataforma en el lado oriental del área.

Durante el Cenozoico se desarrollaron en la región, dos ámbitos paleográficos distintos en naturaleza, control estructural y mecanismos de generación. El primero, distribuido en la franja costanera entre el litoral y la zona de Palpa, donde se produce la sedimentación esencialmente marina de la parte sur de la cuenca Pisco Este, con depósitos correspondientes a las formaciones Paracas, Caballas, Pisco y Changuillo de edad Eoceno Superior-Cuaternario antiguo, seguido de acumulaciones aluviales del Piedemonte Pacífico y materiales eólicos del Pleistoceno reciente.

El segundo de amplia difusión en las zonas de Nasca y Puquio, de un régimen eminentemente continental, caracterizado por una actividad magmática intensa en la región andina que produce gruesas acumulaciones de materiales volcánicos y volcánico-clásticos, pertenecientes a las formaciones San Pedro, Puquio, Castrovirreyna, Grupo Nasca, Volcánico Caudalosa y Barroso de edad Oligoceno-Pleistoceno.

FORMACION GUANEROS

La formación Guaneros ha sido registrada en las estribaciones andinas, al este de la localidad de Nasca, conformando una franja discontinua de dirección NO - SE, de 10 a 12 Km. de ancho comprendida por el Norte entre el cerro Condor y por el Sur la quebrada Trancas.

La unidad más inferior de la formación Guaneros, aflora parcialmente en el núcleo de la estructura anticlinal de Nasca, extendiéndose, desde el río Tierras Blancas por el norte hasta la quebrada Trancas por el sur. La sección típica ha sido observada al este de Nasca, donde consiste de intercalaciones de limonitas grises, areniscas gris claras en capas medianas a delgadas y volcánicos piroclásticas finos tabulares, asociados con chert gris a gris claro bandeado.

La parte superior de la formación Guaneros se encuentra muy bien expuesta en el flanco oriental del mismo anticlinal, desde las inmediaciones de la mina Sol de Oro hasta el fundo Patolaya Grande.

Litológicamente, la sección está constituida predominantemente por volcánicos andesíticos, gris oscuros a gris verdosos, en parte violáceos, de textura porfirítica, microporfirítica y afanítica en capas que varían desde bien tabulares hasta masivas, con espesores que van desde 20 cm. hasta varios metros.

GRUPO YURA

Ha sido identificado en las estribaciones andinas de las zonas de Palpa y Nasca. En el cerro Altos de Nasca, al sureste de la localidad del mismo nombre, se observa el grupo Yura, estratigráficamente concordante debajo de la formación Copara y sobre la formación Guaneros y a su vez cubierta discordantemente por el grupo Nasca. Esta sección de un espesor aproximado de 500 mt, aunque aparentemente es normal, se estima reducida tectónicamente por las fallas adyacentes, las que probablemente desaparecen parte de la sección superior de la secuencia.

Litológicamente está constituida en su mitad inferior por areniscas grises a gris claras, de grano fino en capas medianas a delgadas, tabulares a intercaladas, con una proporción similar de limonitas y lutitas grises a gris oscuro, fisibles y astillosas y ocasionales niveles de volcánicos piroclásticos de naturaleza andesítica. La parte superior está representada esencialmente por areniscas grises y gris claras a blancas, en parte cuarcíticas, en capas medianas a delgadas, con intercalaciones de limonitas y lutitas grises.

FORMACION COPARA

Esta denominación se utiliza para describir una secuencia volcánico-clástica aflorante a los alrededores de los cerros Copara, en el sector noroccidental del cuadrángulo de Acarí.

La sección más representativa de esta área, ha sido observada entre los cerros Altos de Nasca y Portachuelo Chico, al sur de la

localidad de Nasca, donde la unidad yace en contacto aparentemente concordante sobre el grupo Yura y en la misma relación debajo de la formación Portachuelo. Parte de dichos afloramientos se ven interrumpidos en su continuidad por intrusivos del complejo Bella Unión.

La formación está constituida por areniscas piroclásticas grises a gris verdosas, intercaladas con microbrechas piroclásticas andesíticas también grises.

FORMACION PORTACHUELO

Se describe con este nombre a una secuencia de calizas grises y areniscas calcáreas expuestas en el cerro Portachuelo chico, en el corte de la carretera Panamericana al suroeste de Nasca.

Litológicamente, consiste de calizas grises a gris oscuras en capas medianas a delgadas, bandeadas y en parte nodulares, intercaladas con calizas gris claras, coquiníferas. Se intercambian también areniscas calcáreas grises a gris claras en estratos delgados a medianos, bandeados y laminares, se reconocen además algunos intervalos volcánicos piroclásticos, gris violáceos, en estratos con disyunción lajosa.

GRUPO NASCA

Este nombre fue utilizado por Noble D.C. y otros (1979), para referirse a una secuencia de rocas volcánico-sedimentarias que afloran extensamente sobre la altiplanicie el este de Nasca.

Las secciones más representativas de la unidad, se observan en la carretera entre Nasca y Pampa Galeras, donde se pueden diferenciar una sección inferior compuesta de conglomerados polimícticos, gris claro a marrón claro, compuesto de cantos heterogéneos de hasta 20 cm. en una matriz arenosa, tobácea seguidos hacia arriba por areniscas gris claras a blanquecinas, tobáceas, de grano fino a grueso, mal clasificadas.

DEPOSITOS PLEISTOCENICOS Y RECIENTES

Los depósitos Pleistocénicos y Recientes, se extienden ampliamente en las zonas de Palpa y la parte sur-oriental de Nasca; están representados por acumulaciones aluviales adyacentes a las estribaciones andinas, por depósitos eólicos en las pampas costeras y por sedimentos playeros en la línea litoral.

DEPOSITOS ALUVIALES

Son acumulaciones fluviales o fluvio-aluviales de diseño coalescente, asociados a los conos de deyección de los ríos Santa Cruz, Palpa, Ingenio, Nasca y a las numerosas quebradas que descienden del frente andino; entre ellos se distinguen:

a) DEPOSITOS ALUVIALES ANTIGUOS

Son acumulaciones fluviales o aluvionales, generalmente observadas conformando el sedimento de las principales pampas adyacentes a las estribaciones (Pampas de Nasca, La Chimba, Las Carretas, Chauchilla etc.) o constituyen una serie de terrazas escalonadas y levantadas del actual cauce de los principales ríos y quebradas.

Litológicamente están constituidos, por conglomerados de gravas y guijarros, poco consolidados, con intercalaciones subordinadas de arenas y limos lenticulares; dicha litología va incluyendo progresivamente hacia las vertientes brechas de naturaleza aluvional o de piedemonte. Estos depósitos fueron originados durante las sucesivas crisis climáticas pleistocénicas y son correlacionables con depósitos similares del piedemonte del sur del Perú.

b) DEPOSITOS ALUVIONALES RECIENTES

Constituyen acumulaciones fluviales y aluvionales restringidas al curso actual de los principales ríos y quebradas de la región; son sedimentos inconsolidados representados por gravas, arenas limos y arcillas que han

sido depositados en periodos subactuales o actuales. Sobre ellos se ha desarrollado, preferencialmente la actividad agrícola de los principales valles del área.

c) DEPOSITOS EOLICOS

Son suelos transportados compuestos de arenas de grano fino a medio no consolidados de profundidad y permeabilidad variables. Constituyen médanos, dunas, etc. que cubren parcial o totalmente afloramientos más antiguos.

Las arenas eólicas tienen su fuente de aprovisionamiento principal en las playas de la boca del río Ica, de donde siguen la dirección preferencial N 45° E de los vientos dominantes de la zona. Las arenas eólicas de la región son cuarzosas, de grano medio, bien seleccionado, con regular contenido de ferromagnesianos, probablemente aportados por las corrientes marinas marginales que traen las arenas del litoral de más al Sur. (Playas de San Juan y Acarí).

Es interesante anotar la gran acumulación de arena eólica sobre el área de cerro Blanco que lo ha cubierto casi en su totalidad.

ROCAS INTRUSIVAS

En la región de estudio, existen rocas intrusivas de dimensiones batolíticas cuya naturaleza composicional varía desde gabro-dioritas hasta granitos y fueron emplazados en dos períodos magmáticos diferentes e importantes; el primero correspondiente al Batolito San Nicolás, distribuido adyacente al borde del litoral y de edad Paleozoico Inferior; y el segundo, perteneciente al Batolito de la Costa, expuesto principalmente en el frente andino, emplazado durante el Cretáceo Superior.

También es importante en la región, una unidad más subordinada en extensión y de naturaleza subvolcánica, denominada complejo Bella Unión, que ha sido reconocida asociada al borde oriental del Batolito de la Costa.

COMPLEJO BELLA UNION

Fue definido para describir un conjunto de cuerpos intrusivos subvolcánicos de naturaleza andesítica, que cortan las secuencias jurásicas y cretácicas y a su vez son intruidos por el Batolito de la Costa.

En la región de estudio se han observado afloramientos de este complejo al pie de las estribaciones andinas, en los sectores suroccidental (al sur de Nasca) y nororiental (en los alrededores de Palpa e Ingenio); en todos los casos, cortan a las formaciones mesozoicas plegadas y a su vez son intruidos por las superunidades Linga y Tiabaya del Batolito de la Costa.

El complejo Bella Unión de nuestra área, muestra características estructurales y litológicas homólogas a las descritas como fácies típicas; en general, es una intrusión múltiple, representada por brechas intrusivas, pequeños stocks y sistemas de diques, muy afines en su naturaleza composicional y de estrecha asociación entre si.

Las brechas están compuestas por fragmentos y bloques angulares a subangulares de andesitas y dacitas porfiroides de colores gris verdosas y violáceas por alteración, en una pasta porfirítica de similar naturaleza, en algunos casos incluyen fragmentos de sedimentos y piroclásticos provenientes de las secuencias intruidas.

BATOLITO DE LA COSTA

En el área de estudio el Batolito de la Costa aflora en las estribaciones andinas de Nasca y Palpa. El batolito de esta área se ha emplazado en rocas sedimentarias y volcánico-sedimentarias del Jurásico y Cretácico, la mayor parte de las cuales se hallan como techos colgantes.

a) SUPERUNIDAD LINGA

Sus afloramientos han sido registrados muy limitadamente en el sector suroccidental del cuadrangulo de Nasca (cerros Punta de Chauchilla y elevaciones al norte de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
OFICINA CENTRAL DE REGISTRO Y CONTROL DE DOCUMENTOS
UNIDAD DE REGISTRO Y CONTROL DE DOCUMENTOS

la Hda. Las Trancas), donde ocupan una posición marginal al batolito y es intruida por la superunidad Tiabaya.

b) SUPERUNIDAD TIABAYA

Es la superunidad de mayor extensión en el área de estudio, donde constituye cerca del 90% de las litofácies del batolito expuestas. Las mejores ocurrencias se observan en el sector nororiental del cuadrángulo de Nasca, entre los cursos intermedio de las quebradas Apacheta por el norte y los alrededores de la quebrada de Socos por el sur. (cerros Ayapana, Agua Perdida, Lomas, Los Colorados y Puntón de los Chivatos). Otros afloramientos más restringidos y discontinuos se observan en las quebradas Chauchilla y Trancas al sureste de Nasca.

La naturaleza de la unidad varia de tonalitas a granodioritas estando asociadas por una fuerte afinidad textural y composicional.

4.3.- TOPOGRAFIA

Nasca está ubicada en la parte baja de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes y la ciudad es punto de cambio entre las regiones naturales costa y sierra; por este motivo presenta dos características topográficas distintas: La primera que es la parte alta tiene una topografía abrupta debido al modelado de lechos fluviales con dirección generalizada de este a oeste. Es un relieve con quebradas más o menos profundas y paralelas, que normalmente no llevan agua, son las "quebradas secas" o "ríos secos". Al oeste en la parte baja del valle encontramos las "pampas" desérticas, cruzadas por estos "ríos secos" y solo interrumpida por "oasis costaneros", su topografía es plana con suaves ondulaciones a causa de las dunas de arena que forman algunos sistemas de colinas. La pendiente promedio en la zona de la ciudad es de 1.36% en dirección este-oeste.

4.4.- DRENAJE

Los sistemas de drenaje del área pertenecen a parte de las cuencas hidrográficas de los ríos Grande é Ica en la costa y frente

andino, y a un sector alto de la cuenca del río Acarí en la región cordillerana.

El sistema hidrográfico nace únicamente de las precipitaciones registradas en la parte alta de la cuenca, los que dan origen a cursos de agua de naturaleza intermitente especialmente en los meses de estación de lluvias de Enero a Abril. Los ríos y quebradas más importantes enumerados de norte a sur son: Santa Cruz, Palpa, Viscas, Ingenio, Aja, Tierras Blancas, Nasca, Pajonal, Taruga y Las Trancas. Los 4 últimos constituyen la hidrografía del río Nasca que al converger con las primeras forman el curso inferior del río Grande que desemboca al mar.

4.5.- MECANICA DE SUELOS

Los estudios de suelos son escasos para la ciudad y están limitados a los realizados para una o dos obras de relativa importancia como el edificio de la sede del Banco Agrario o la construcción de algunos de los pabellones de la Facultad de Minas y Metalurgia de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica. El estudio que abarca una zona de estudio más amplia es el realizado por los Ingenieros: Humberto Pariona y Marina Rosas, ya que el estudio se realizó con perforación de calicatas en diversos sectores de la ciudad, sin incluir el Distrito de Vista Alegre, sin embargo dado que los suelos son bastante uniformes y sin riesgo de cometer un error se puede inferir la característica de los suelos de esta zona de acuerdo a características de geológicas y de formación.

La resistencia admisible del terreno tiene un promedio de 2.0 kg/cm², variando entre 1.5 kg/cm² y 2.5 kg/cm², respectivamente a profundidades de 0.80 mts. a 1.20 mts. habiéndose encontrado resistencias de hasta 4.5 kg/cm² en algunas zonas a profundidades de 1.0 mt. a más.

De acuerdo a la estratigrafía de los suelos de Nasca, esta se puede zonificar en tres partes o de tres tipos de suelos, haciendo la salvedad de que las variaciones no son muy diferenciadas por la uniformidad que se presenta en casi toda la ciudad, aspecto ya mencionado. (Lámina N° 4.3).

a) ZONA I

Delimitada por el proyecto de la Av. Circunvalación por el sur, la Av. Maria Reiche por el oeste, el río Aja por el norte y terrenos de cultivo por el este.

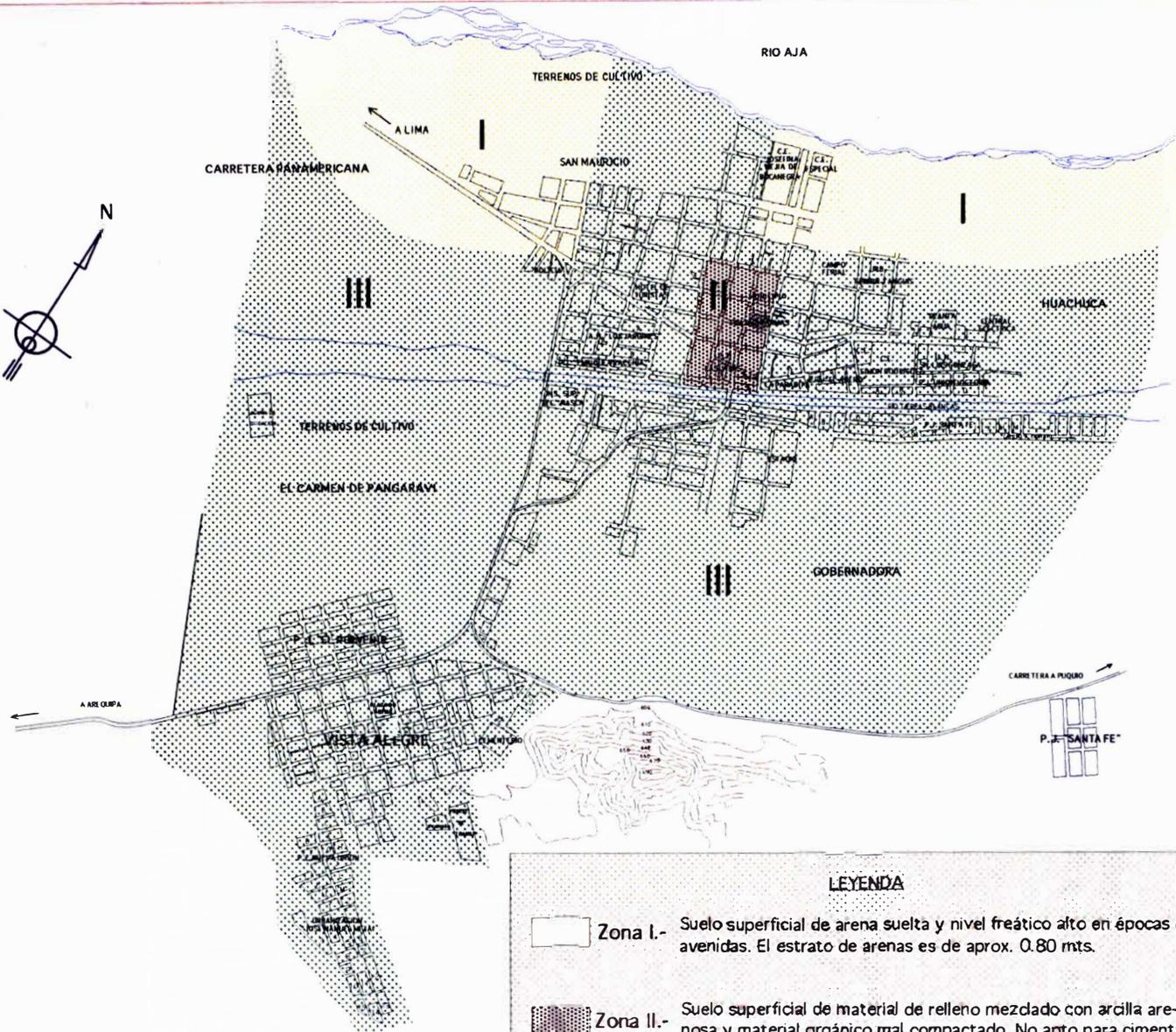
En esta zona superficialmente se encuentra arena fina limosa-arcillosa de mediana plasticidad de color marrón claro (SC-SM), hasta una profundidad de 0.80 mts. continuando con una capa de aproximadamente 1 mt. de hormigón de piedra redondeada con tamaños de 4" a 6". arena gruesa y finos de limo y arcilla (SP-GP). A partir del 1.80 a 2.00 mts. de profundidad, encontramos un estrato de gran espesor de hormigón de piedra grande de \varnothing mayor de 6" con matriz de arena, limo y arcilla.

b) ZONA II

Delimitada por las calles J.C. Mariátegui por el norte, Fermín del Castillo y María Reiche por el oeste y este respectivamente y por el río Tierras Blancas por el sur, esta zona superficialmente tiene una capa de unos 80 cms. de un material de relleno mal compactado, mezclada con arcilla arenosa y piedras, material orgánico y cascajo, esta capa es de espesor variable y a la altura del Hotel Las Lineas llega hasta los 3.0 mt. A partir de los 3.0 mts. de profundidad en promedio, se encuentra un estrato de gravas mal graduadas, mezcladas con arenas también mal graduadas con pocos finos que generalmente son limos; los cantos rodados varían de 1" a 12".

c) ZONA III

Que abarca casi toda el área donde están consolidados los distritos de Nasca y Vista Alegre, tiene un perfil estratigráfico característico compuesto superficialmente por un estrato de arcillas inorgánicas de plasticidad baja, que está consolidada en la parte baja, son arcillas no expansivas. El espesor de este estrato es variable y va desde los 0.80 mts. hasta los 2.20 mts en algunos sectores de la ciudad. A continuación se encuentra una capa de gravas mal graduadas, mezcladas con finos que son generalmente limos. Los cantos rodados varían desde 1" a 12".



LEYENDA

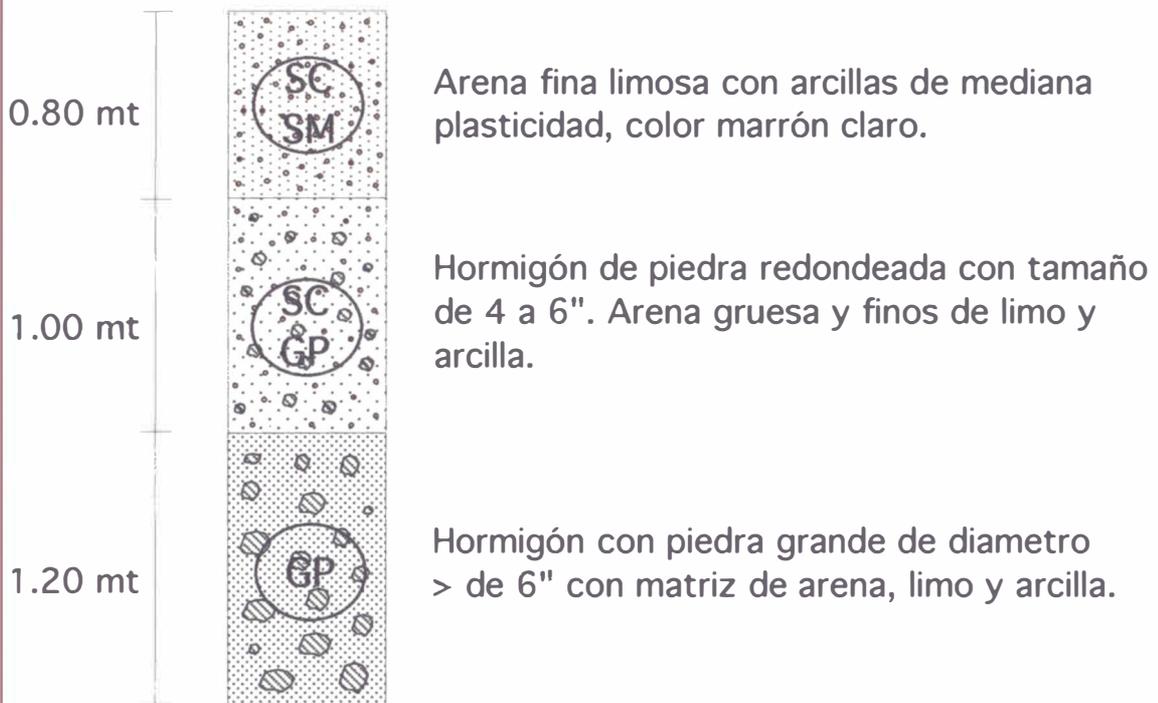
-  Zona I.- Suelo superficial de arena suelta y nivel freático alto en épocas de avenidas. El estrato de arenas es de aprox. 0.80 mts.
-  Zona II.- Suelo superficial de material de relleno mezclado con arcilla arenosa y material orgánico mal compactado. No apto para cimentaciones superficiales.
-  Zona III.- Suelo de arcilla inorgánica consolidada de aprox. 0.80 a 2.20 mts. de espesor por debajo de la cual se encuentra un estrato de gravas y cantos rodados. Poca posibilidad de amplificación de ondas



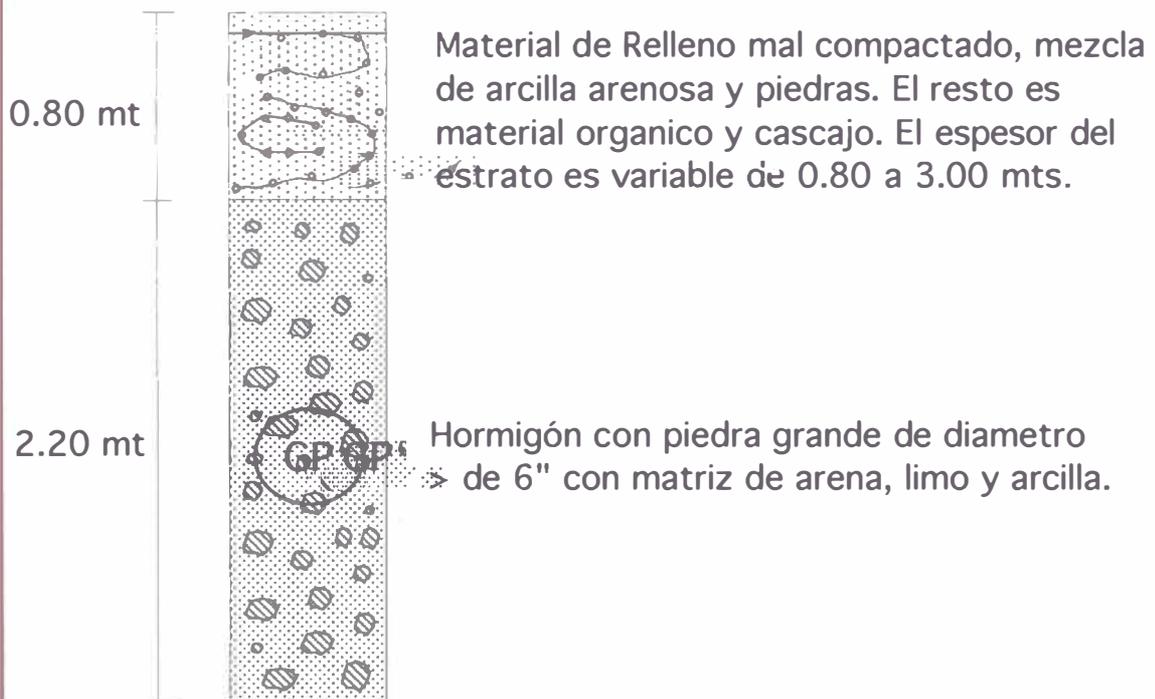
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD		
<small>TESIS INGENIERIA CIVIL PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL ESCUELA DE INGENIERIA</small>		<small>LAMINA:</small>
<small>PLANO</small>	MECANICA DE SUELOS	4.3
<small>Bach. Pedro Huaman R</small>	<small>Ing. Julio Kurowa H</small>	<small>Ago. 1995</small>

Perfiles Estratigráficos de los Suelos de la Ciudad de Nasca

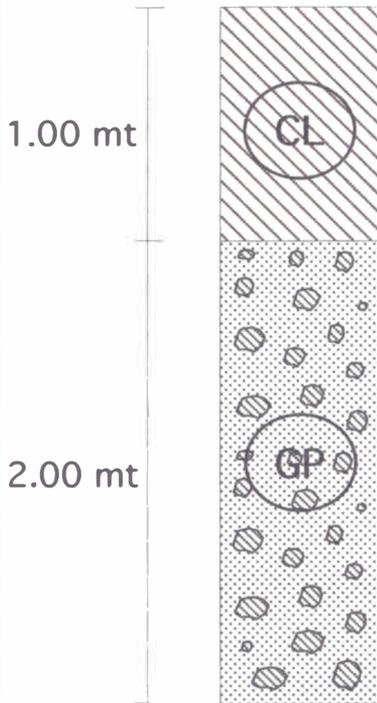
Zona I



Zona II



Zona III



Arcilla inorgánica de plasticidad baja, en la parte inferior esta consolidada. Es de color marrón y no es expansiva. El estrato es de espesor variable de 0.80 a 2.20 mts.

Gravas mal graduadas, mezcla de gravas y arenas mal graduadas con pocos finos que son generalmente limos. Los cantos rodados varían de 1 a 12".

CAPITULO V

Geodinámica Interna

5.1.- ORIGEN Y GENERACION DE SISMOS

La sismicidad es una de las manifestaciones de la dinámica interior del globo terrestre. La actividad sísmica está principalmente concentrada en el borde de los grandes bloques tectónicos, denominados placas tectónicas.

El Perú está situado en una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra. Esta actividad sísmica es el resultado de la interacción de las placas tectónicas Sudamericana y de Nazca así como también de los reajustes que se producen en la corteza terrestre como consecuencia de la interacción y la morfología del aparato andino.

La placa de Nazca es un segmento de la litósfera que se extiende frente a las costas peruanas y que en esa zona llega a tener entre 50 y 60 km. de espesor y cuya parte superior, correspondiente a la corteza oceánica, llega a tener de 10 a 11 km. de espesor. Es de composición gabrobasáltica, en contraposición con la llamada corteza continental. que es de composición granítica.

La placa de Nazca se extiende desde la dorsal de Cocos-Nazca al norte, aproximadamente a la altura del ecuador geográfico, hasta la dorsal de Sud-Chile, a la altura del paralelo 40° sur y desde la dorsal Pacífico-Este, aproximadamente a lo largo del meridiano

110° oeste hasta la fosa Perú-Chile, a lo largo de nuestro litoral. (figura 5.1).

Se ha observado en el Perú y en el mundo entero que la mayor parte de la actividad sísmica se concentra en los bordes de las placas tectónicas. La margen continental occidental de Sudamérica, donde la placa oceánica de Nazca está siendo subducida por debajo de la Placa Continental Sudamericana, es uno de los bordes más grandes de la tierra.

La placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm. por año y se encuentra con la placa de Nazca en su extremo occidental, constituido por la costa Sudamericana del Pacífico. Por otro lado, la placa de Nazca crece de la cadena meso-oceánica del Pacífico Oriental y avanza hacia el este con una velocidad de aproximadamente 5 a 10 cm. por año, subyaciendo debajo de la placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12 cm. por año.

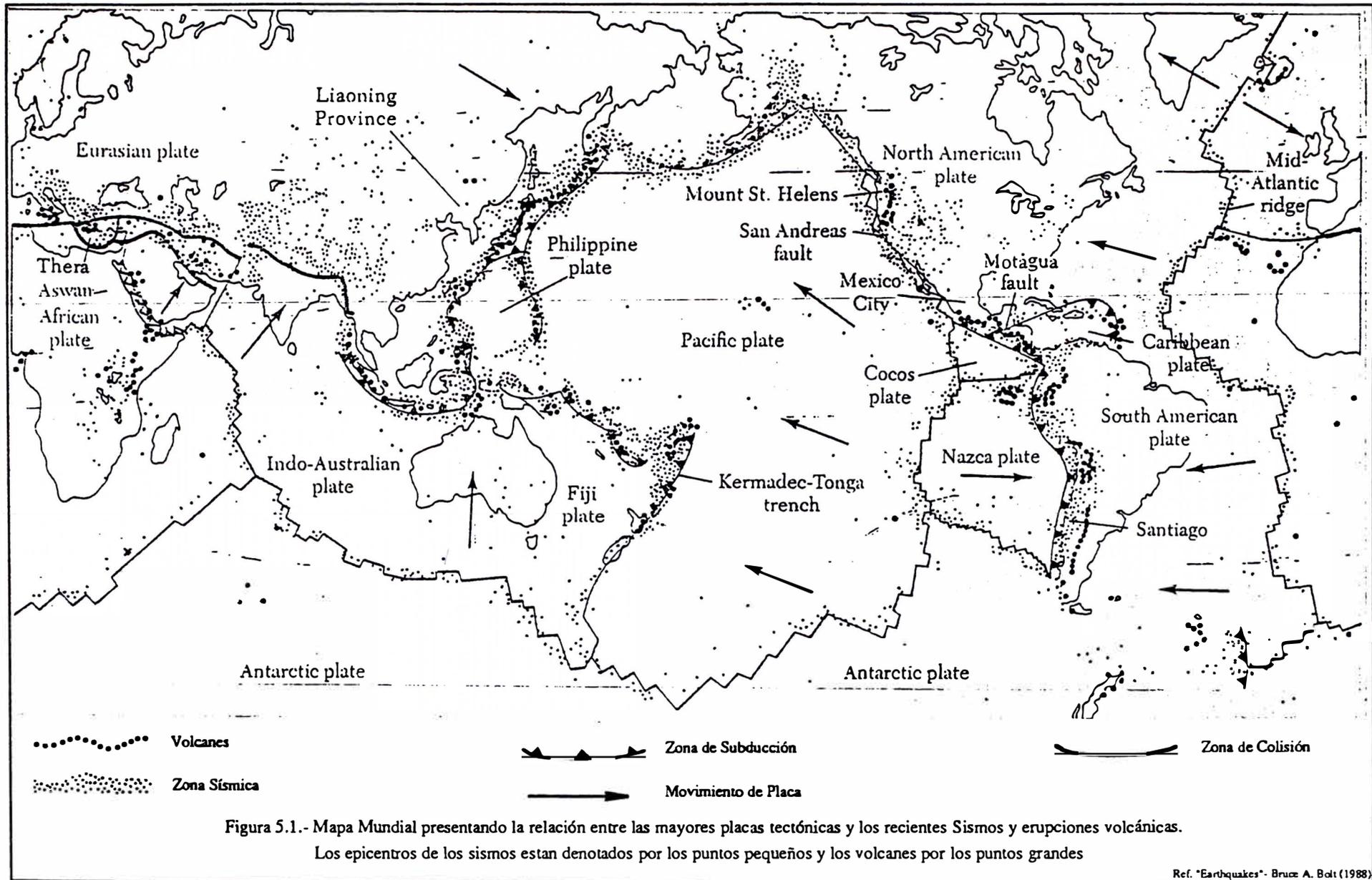
El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas no se conoce, pero se supone que es debido a corrientes de convección o movimientos del mismo manto plástico y caliente de la tierra y también a los efectos gravitacionales y de rotación de la tierra. El frotamiento mutuo de estas placas es lo que produce los sismos.

5.2.-CARACTERISTICAS SISMICAS DE LA ZONA.

Los rasgos tectónicos más importantes en el área de estudio son: La fosa oceánica Perú-Chile y la dorsal de Nazca. Estas provincias tectónicas tienen características específicas que influyen en la actividad sísmica que ocurre en cada una de ellas.

La dorsal de Nazca tiene una influencia decisiva en la constitución tectónica de la parte occidental, donde se nota un marcado cambio de la continuidad de otros rasgos tectónicos. En la parte oceánica, la dorsal de Nazca divide la fosa oceánica en la fosa de Lima y la fosa de Arica

Se ha observado que la placa de Nazca subduce a la Continental en la zona Norte y Centro del Perú con una pendiente de aproximadamente 20° en los primeros 70 km. para luego tener una



Ref. "Earthquakes"- Bruce A. Bolt (1988)

pendiente poco pronunciada cuyo valor es de aproximadamente 10° . En la zona sur del Perú y norte de Chile el ángulo es mayor de aproximadamente 25° y 30° . (Figura 5.2)

El cambio de pendiente de una geometría casi plana en el Norte y Centro del Perú a una geometría inclinada en el Sur del Perú ocurre por una ruptura de la Placa de Nazca, que se encuentra debajo de la Continental en forma perpendicular al eje longitudinal Andino.

La zona del Norte de Chile-Sur del Perú está comprendida entre Taltal (Chile), latitud 27° S y la Contorsión del Norte de Arequipa, alrededor de los 15° S de latitud. Es una zona de alta actividad sísmica, donde se ha alcanzado sismos de magnitud 8.5 en la escala de Richter, como el caso del sismo de 1868. En esta zona la actividad sísmica es continua desde la superficie, fosa marina, hasta los 300 km. de profundidad. No hay actividad sísmica detectable entre esta profundidad y los 450 km., aproximadamente. Se observa un nido sísmico a una profundidad aproximada de 100 km.

5.3.- PELIGRO SISMICO DE LA CIUDAD DE NASCA.

Con el objeto de analizar el peligro sísmico en la ciudad de Nasca, hemos hecho uso del programa RISK, en la versión para microcomputadoras personales, para una ubicación aproximada de Nasca de $14^\circ 49' 11''$ Sur y $74^\circ 56' 07''$ Oeste.

Para tal efecto se han usado 6 fuentes sismogénicas de subducción y 4 fuentes continentales aplicables a Nasca, de las 20 fuentes sismogénicas propuestas para el Perú por Jorge Castillo (1993), con sus respectivas ecuaciones de recurrencia.

Para hacer uso del programa RISK, antes debemos definir algunos parámetros que son útiles para la aplicación del programa:

5.3.1.- ATENUACION DE LA ACELERACION

La atenuación de la aceleración es un fenómeno derivado de la disipación de la energía sísmica a medida que el tren ondulatorio se propaga por la tierra. Es decir la atenuación se supone depende de la dirección de propagación.

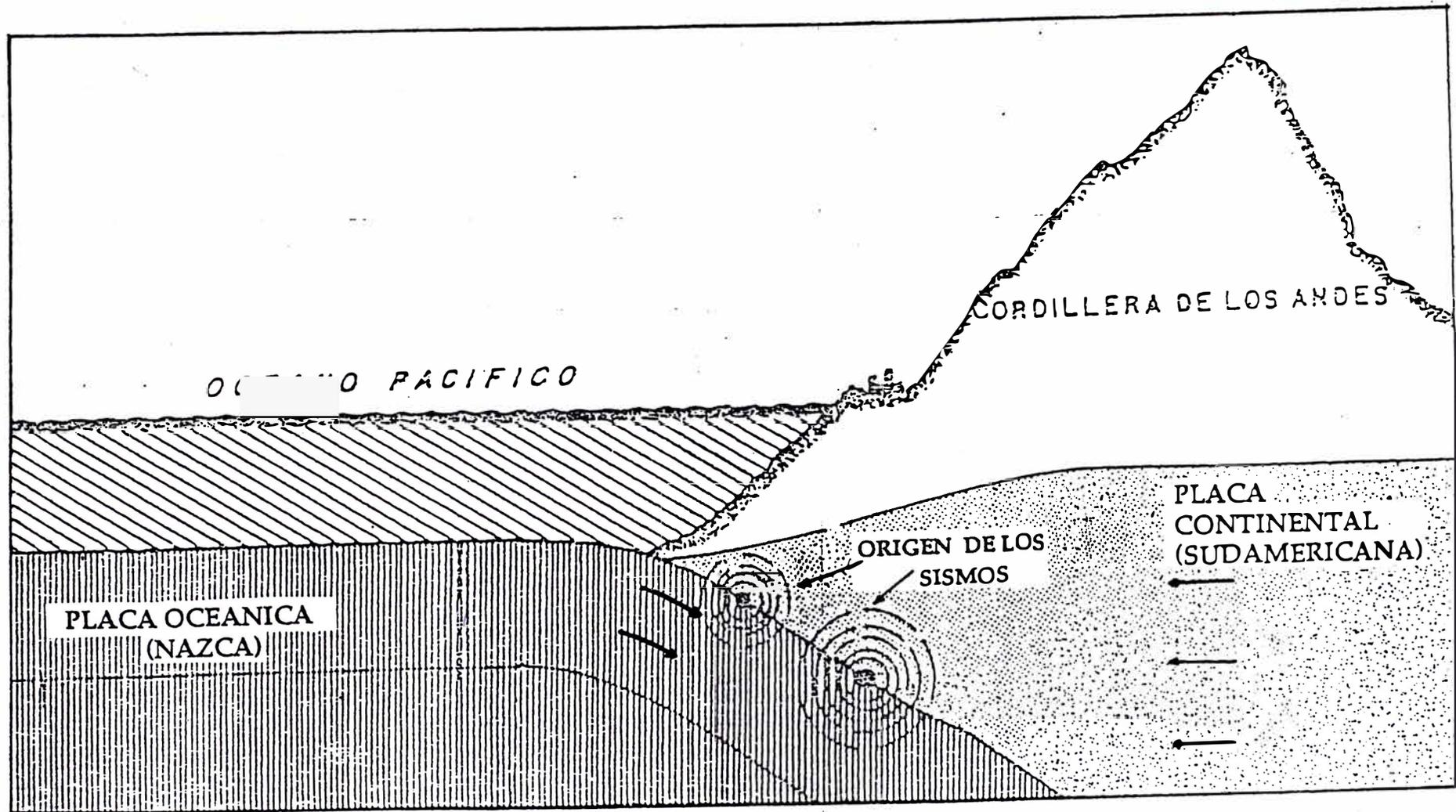


Figura N° 5.2: Sección transversal de la costa del Perú. La Placa Oceánica (Nazca) y la Placa Continental (Sudamericana) chocan entre sí originando sismos.

La disipación se debe a la combinación de fenómenos geométricos y mecánicos. Uno de los fenómenos son los efectos locales, que involucran refracciones, reflexiones y disipación especial de energía.

En la mayoría de los mapas de isosistas, estos tienen formas largas que son concordantes con el alineamiento de la ruptura cuando de fallas geológicas se trata.

Muchos investigadores han hallado diversos tipos de ecuaciones de atenuación. En varios casos estas ecuaciones son de carácter local. Para nuestro trabajo utilizamos dos leyes de atenuación de aceleraciones, la primera es la propuesta por Casaverde y Vargas (1980), y ha sido empleada para las fuentes asociadas al mecanismo de subducción (Figura N° 5.3) Esta ley esta basada en los registros de acelerógrafos de las componentes horizontales de diez sismos peruanos registrados en Lima y alrededores. La ley es:

$$a = 68.7 e^{0.8M_s} (R+25)^{-1.0}$$

donde:

a= aceleración en cm/seg²

M_s=Magnitud expresada en ondas de superficie

R= Distancia hipocentral en Km.

La segunda ley de atenuación de aceleraciones utilizada es la propuesta por Mc Guire (1976) para la Costa Oeste de los Estados Unidos y ha sido empleada para las fuentes asociadas a sismos continentales (Figura N° 5.4).

Esta ley tiene la forma:

$$a = 472 \times 10^{0.28M_s} (R+25)^{-1.3}$$

donde:

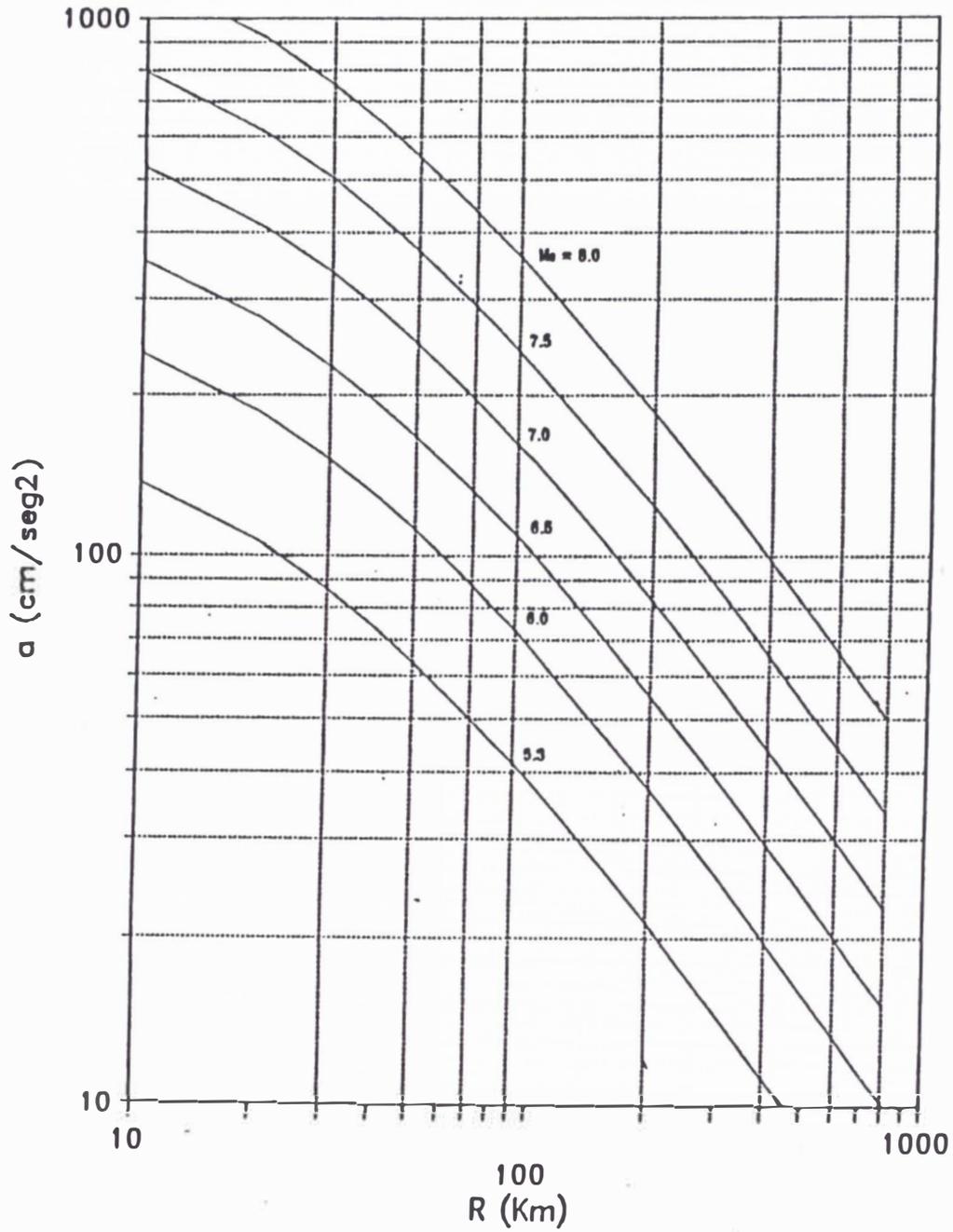
a= Es la aceleración en cm/seg²

M_s= Es la magnitud de las ondas superficiales

R= es la distancia hipocentral en Km.

ATENUACION DE LA ACELERACION MAXIMA DEL SUELO

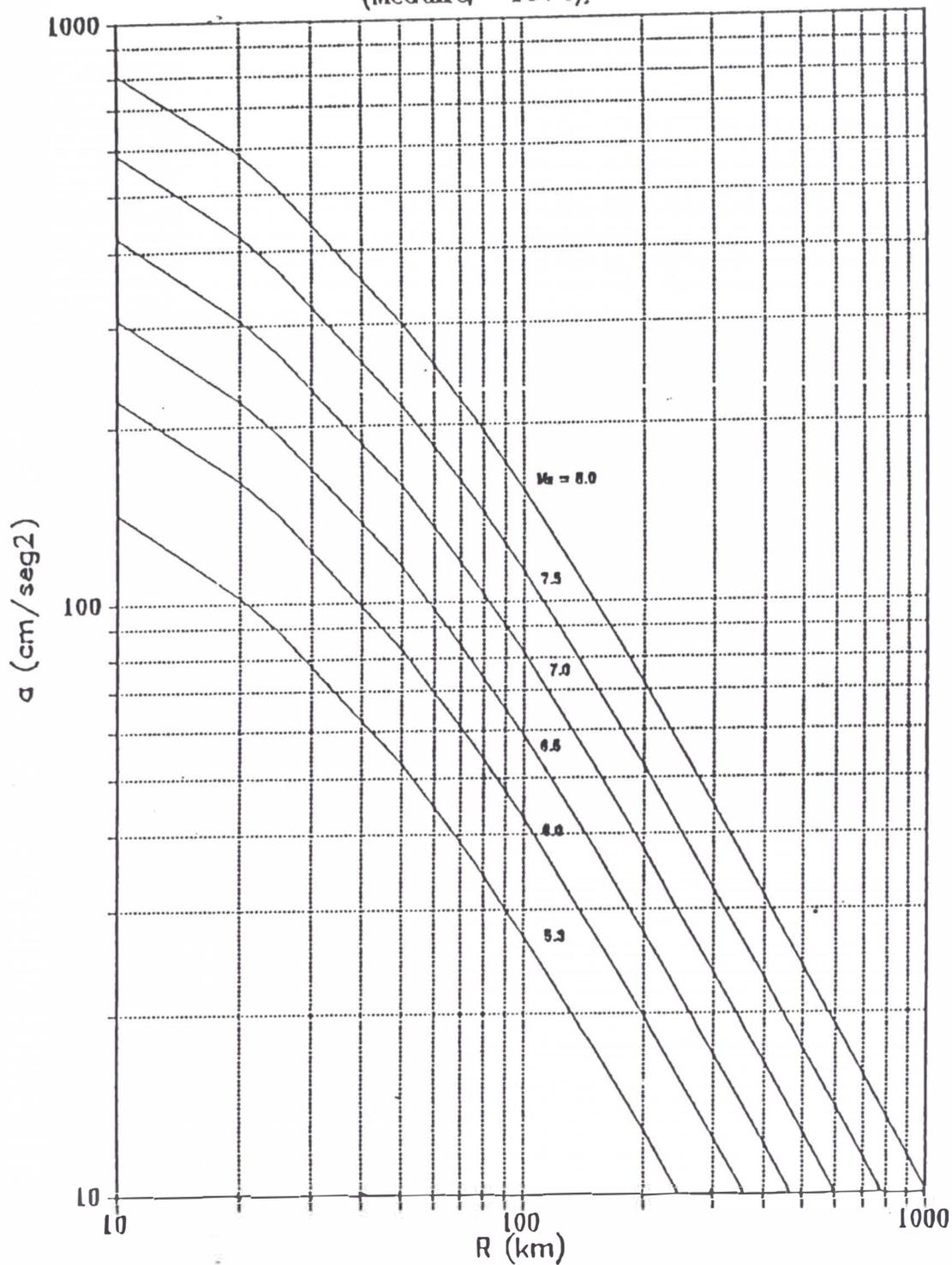
(Vargas , 1979)



$$a = 68.7 e^{0.0M} (R+25)^{-1}$$

Figura N° 5.3

ATENUACION DE LA ACELERACION MAXIMA DEL SUELO (McGuire, 1974).



$$a = 472 \times 10^{0.28 M_w} \times (R + 25)^{-1.3}$$

Figura N° 5.4

5.3.2.- DESVIACION STANDAR DE LA ACELERACION

La desviación standar expresa la dispersión de los residuos respecto a la media, y generalmente es tomado como un valor constante, independiente de la magnitud y la distancia hipocentral. Para nuestro caso tomamos los valores hallados por J. Castillo (1993) para las fuentes continentales y de subducción para el Perú, cuyos valores son de 0.51 y 0.70 respectivamente.

5.3.3.- FUENTES SISMOGENICAS

La distribución espacial de la actividad sísmica y las características neotectónicas en el Perú, le han permitido definir a J. Castillo (1993), 20 fuentes sismogénicas con características sismotectónicas particulares. Estas fuentes se presentan como áreas, ya que no existen suficientes datos como para modelar fallas como fuentes lineales.

El hecho de que la actividad sísmica en el Perú, es resultado de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca, y el proceso de reacomodo del Aparato Andino, permitió agrupar a las fuentes en:

- Fuentes de Subducción y,
- Fuentes Continentales.

Las Fuentes de Subducción modelan la interacción de las placas Sudamericana y Nazca, mientras que las Fuentes Continentales estan relacionadas con la actividad sísmica superficial andina.

5.3.4.- METODOLOGIA PARA EVALUAR EL PELIGRO SISMICO

La evaluación básica del riesgo sísmico local de la ciudad de Nasca, se apoya en la idea de analizar la confiabilidad de las estructuras a emplazar en la ciudad usando métodos probabilísticos. Las fuentes sismogénicas para la evaluación del riesgo sísmico en un lugar determinado se aprecia en la Fig. N° 5.5, donde se muestra la situación general de un área de influencia arbitraria con sus

respectivas fuentes sismogénicas y en el centro de la figura el proyecto a evaluar.

La evaluación del riesgo sísmico local en la ciudad de Nasca lo justificamos en el sentido de ser una de las ciudades con potencial agrícola y turístico que en los próximos años estamos seguros va a alcanzar el crecimiento de otras ciudades importantes del país. La evaluación del riesgo sísmico nos permitira evaluar la probabilidad que un parámetro de diseño como la intensidad (denominación extensiva a cualquier característica del sismo) del terreno sea igualado o superado dentro de un tiempo de exposición prefijada.

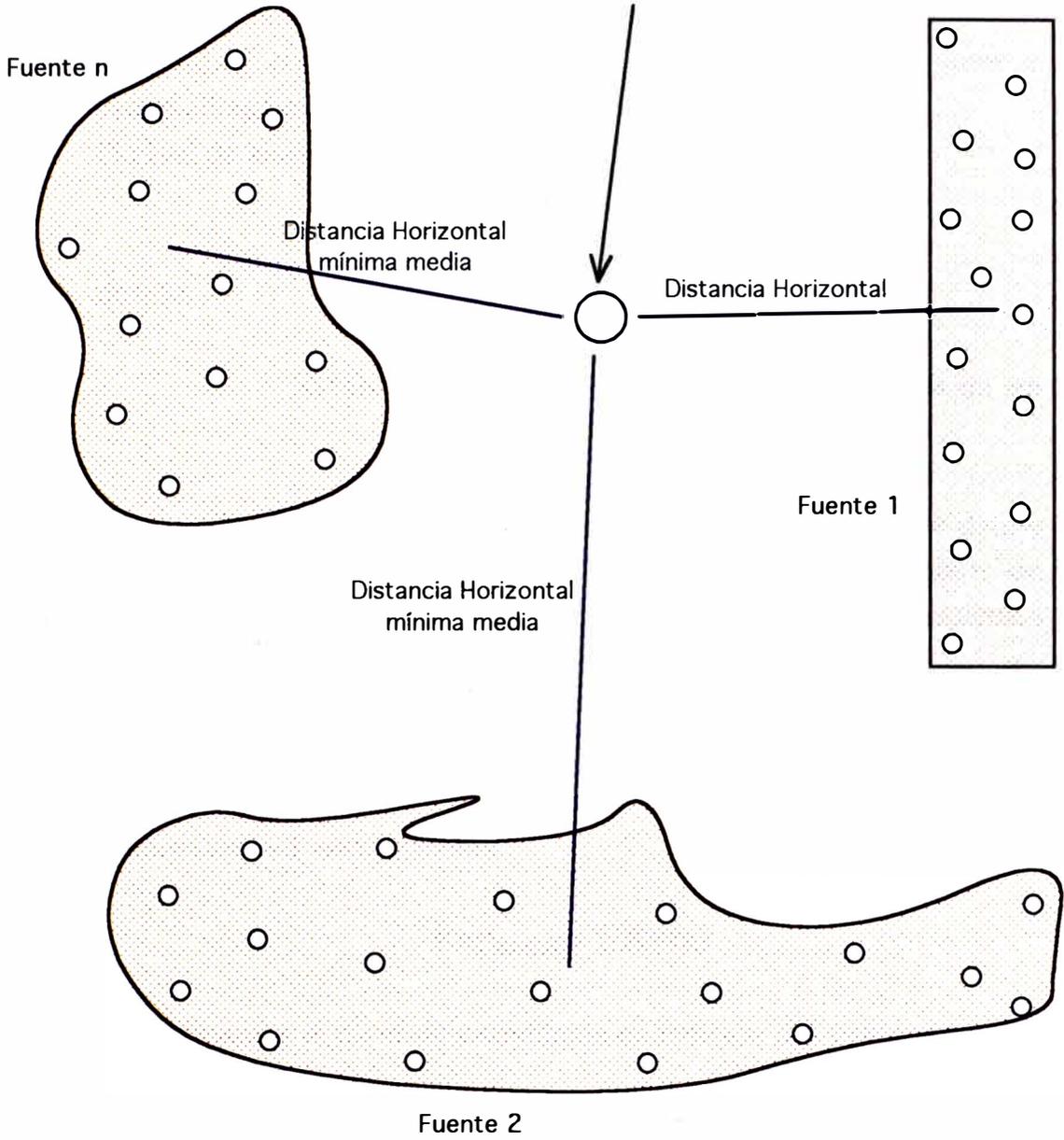
En 1976 Mc Guire implementó el programa RISK, considerando la aleatoriedad de la ocurrencia de un sismo en el espacio y el tiempo.

Para calcular la máxima intensidad sísmica de un lugar se sigue la secuencia que a continuación se detalla:

- 1.- Se identifica las fuentes sismogénicas dentro del área de influencia, que incluyen el sitio donde se va a evaluar el riesgo, así como también la ubicación de los epicentros asociables a cada una de las fuentes aportantes al peligro sísmico local.
- 2.- Análisis estadístico de la recurrencia de las magnitudes de cada una de las fuentes sismogénicas identificadas dentro del área de influencia, incluyendo el sismo máximo probable y la tasa.
- 3.- Determinación de la atenuación de la energía sísmica.
- 4.- Cálculo de la intensidad máxima del suelo en términos de probabilidad $P(A)$.

El programa de cómputo RISK evalúa la integración para cada fuente sismogénica independientemente y calcula el número de eventos esperados anuales en dicha fuente. El número total de eventos esperados anuales que causan intensidad mayor o igual que la especificada en el lugar de interés se obtiene de la sumatoria de los eventos esperados anuales de cada fuente sismogénica. Si este total es menor que 0.1, este número es aproximadamente igual al riesgo asociado con ese nivel de intensidad.

Lugar de evaluación del Peligro Sísmico



Fuentes Sismogénicas

FIGURA Nº 5.5

En el presente estudio del peligro sísmico de la ciudad de Nasca, la probabilidad que, en un tiempo determinado (tiempo de vida útil) ocurra un sismo de intensidad igual o mayor a una intensidad dada, viene dado por el nivel de excedencia y probabilidad extrema.

El nivel de excedencia se expresa de la manera siguiente:

$$\text{RISK} = 1 - e^{-t/Ry(a)}$$

donde:

t = tiempo de vida útil

$Ry(a)$ = Periodo de retorno promedio en años de un sismo de intensidad $>a$.

El valor esperado asociado a una intensidad dada, se define como el número de sismos, que en promedio va a ocurrir de intensidad igual o mayor a una intensidad dada. El valor esperado para un tiempo de vida útil igual a t años se expresa como:

$$\text{Exp}_t = t/Ry(a)$$

si hacemos $t = 1$ año, tenemos:

$$\text{Exp}_{\text{anual}} = 1/Ry(a)$$

Si expresamos el nivel de excedencia en función del valor esperado, tenemos:

$$\text{RISK}_t = 1 - e^{-t \text{Exp}_{\text{anual}}}$$

para $t = 1$ año, tenemos:

$$\text{RISK}_{\text{anual}} = 1 - e^{-\text{Exp}_{\text{anual}}}$$

Expresando la probabilidad de excedencia, para un periodo de vida útil de t años en función del riesgo anual, se tiene:

$$\text{RISK}_t = 1 - [1 - \text{RISK}_{\text{anual}}]^t$$

Cuadro 5.1 Coordenadas Geográficas de las Fuentes para Nasca

FUENTES	COORDENADAS GEOGRAFICAS			
	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud
F3	-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
F4	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
F5	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
	-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
	-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
F8	-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
F9	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
	-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
F11	-79.10	-5.20	-75.10	-4.33
	-76.34	-10.67	-74.17	-9.33
	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
F12	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
	-68.12	-16.13	-67.76	-13.80
F15	-79.80	-8.13	-77.17	-6.53
	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
F16	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
F17	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
	-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
	-70.38	-22.00	-67.98	-22.00

Referencia : J. Castillo

Cuadro 5.2 Parámetros Sismológicos de las Fuentes para Nasca

FUENTE	Mmin	Mmax	TASA	BETA
F3	4.8	8	8.78	3.21
F4	4.8	8.2	3.79	3.24
F5	4.8	8.2	3.95	2.82
F8	4.9	7	0.19	2.42
F9	4.9	7.5	0.88	3.33
F11	4.9	7.1	6.99	5.38
F12	4.9	7.1	0.75	4.55
F15	4.9	7.2	4.04	5.02
F16	4.9	7.2	3.09	3.76
F17	4.9	7.5	12.82	3.69

Referencia : J. Castillo

Cuadro 5.3

VALORES REFERENCIALES PARA LA SELECCION DE MOVIMIENTOS SISMICOS DE DISEÑO

TIPO DE OBRA	VIDA UTIL (t años)	Probabilidad de Excedencia	Tiempo de Retorno (Tr años)
Equipos de S/E eléctricas de alto voltaje	50	0.03	1600
Puentes o viaductos de arterias principales	100	0.1	950
Tanques de almacenamiento de Combustible	30	0.05	590
Edificaciones para Viviendas	50	.10-.20	225-500
Construcciones temporales	15	0.3	40

FUENTE: GRASES (1989)

Los movimientos de diseño están asociados a un nivel de excedencia suficientemente pequeño durante la vida útil de la edificación.

5.3.5.- EVALUACION DEL PELIGRO SISMICO EN LA CIUDAD DE NASCA.

La selección de las fuentes regionales que tienen influencia directa para la ciudad de Nasca, fueron establecidas por J. Alva y J. Castillo en 1993. Las coordenadas de dichas fuentes así como sus parámetros sismológicos se muestran en los cuadros N° 5.1 y 5.2.

Las figuras N° 5.6 y 5.7 nos muestran la ubicación física de las fuentes usadas. Las fuentes F8, F9, F11 y F12, representan la sismicidad de origen continental. Las fuentes F3, F4 y F5 son de subducción superficial. Las fuentes F15, F16 y F17, son de profundidad intermedia a profunda.

Los periodos de retorno se adoptaron de acuerdo a las recomendaciones dadas por Grases (1989) para la selección de movimientos sísmicos de diseño, según el tipo de obra existente o por construir. Están presentadas en el Cuadro N° 5.3.

La evaluación del peligro sísmico se efectuó usando el programa RISK (en el CC-CISMID), y aplicando la metodología antes descrita de acuerdo a las características de la ciudad de Nasca.

Se evaluó el peligro anual de aceleración sísmica de Nasca para las coordenadas 14°49'11" Latitud Sur y 74°56'07" Longitud Oeste. Se adoptó la probabilidad máxima de 90% para un tiempo de exposición de 10, 20, 30, 50, 100 años

Los resultados obtenidos son de 465 cm/seg² para un tiempo de exposición de 50 años o periodo de retorno de 475 años, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Nacional de Construcciones. La superposición de los resultados debido a las fuentes de subducción y continentales se muestran en el Cuadro N° 5.4 y las figuras N° 5.8 y 5.9.

En las láminas N° 5.1 y 5.2 mostramos los resultados obtenidos para probabilidades máximas de 90% y tiempos de exposición de 50 y 100 años. Los cuales son semejantes a los obtenidos por J. Alva y J. Castillo.

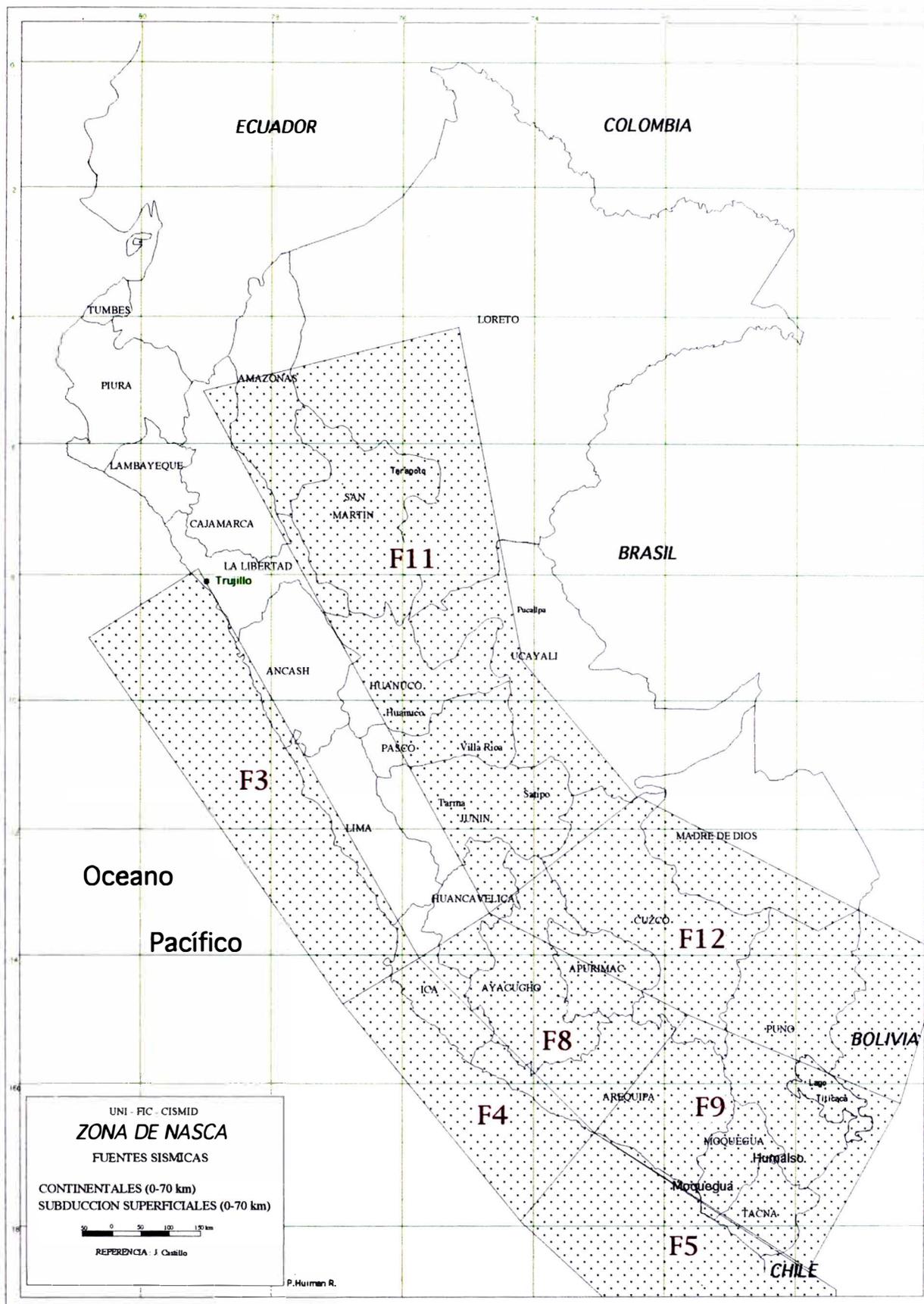


Figura N° 5.6

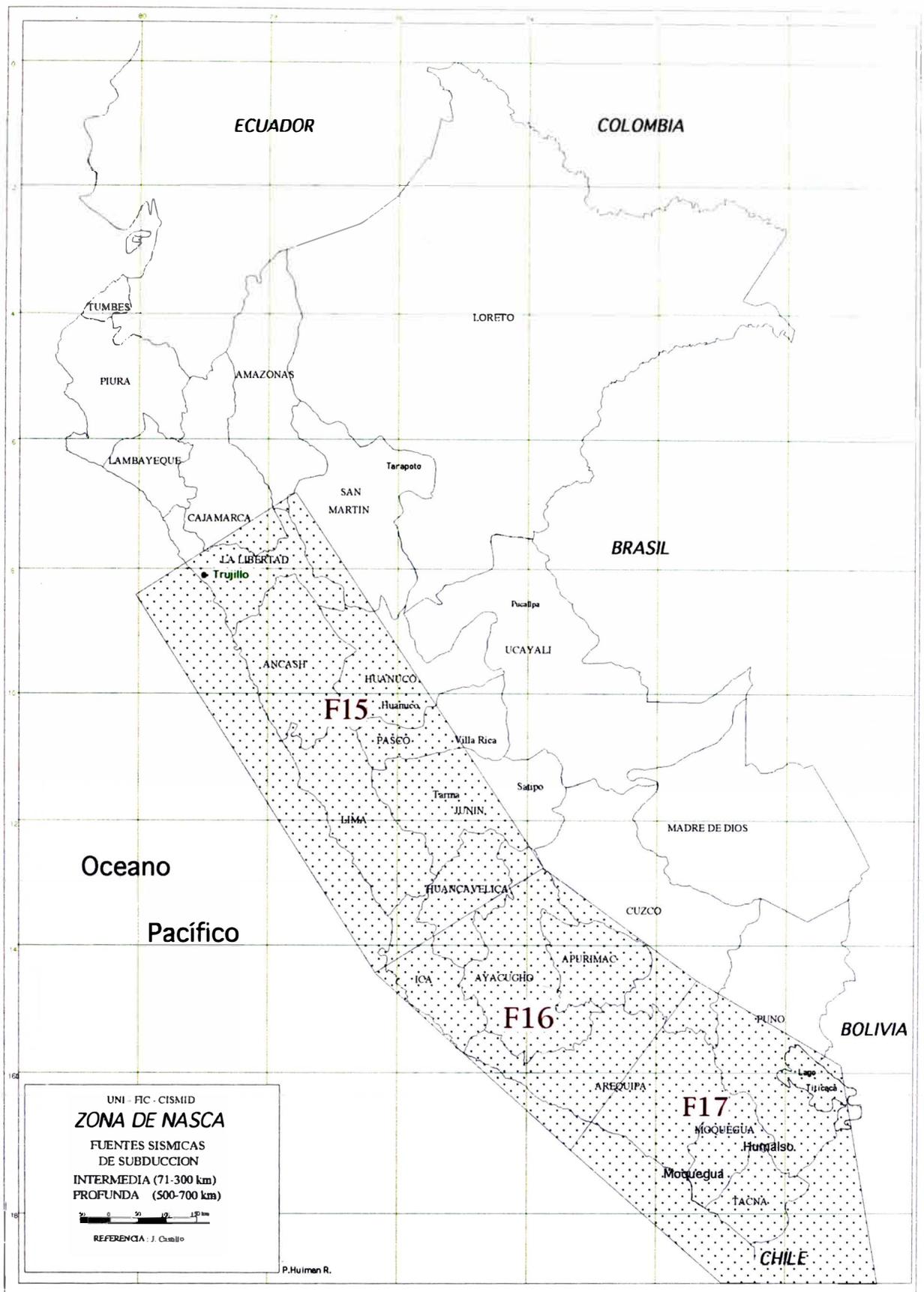
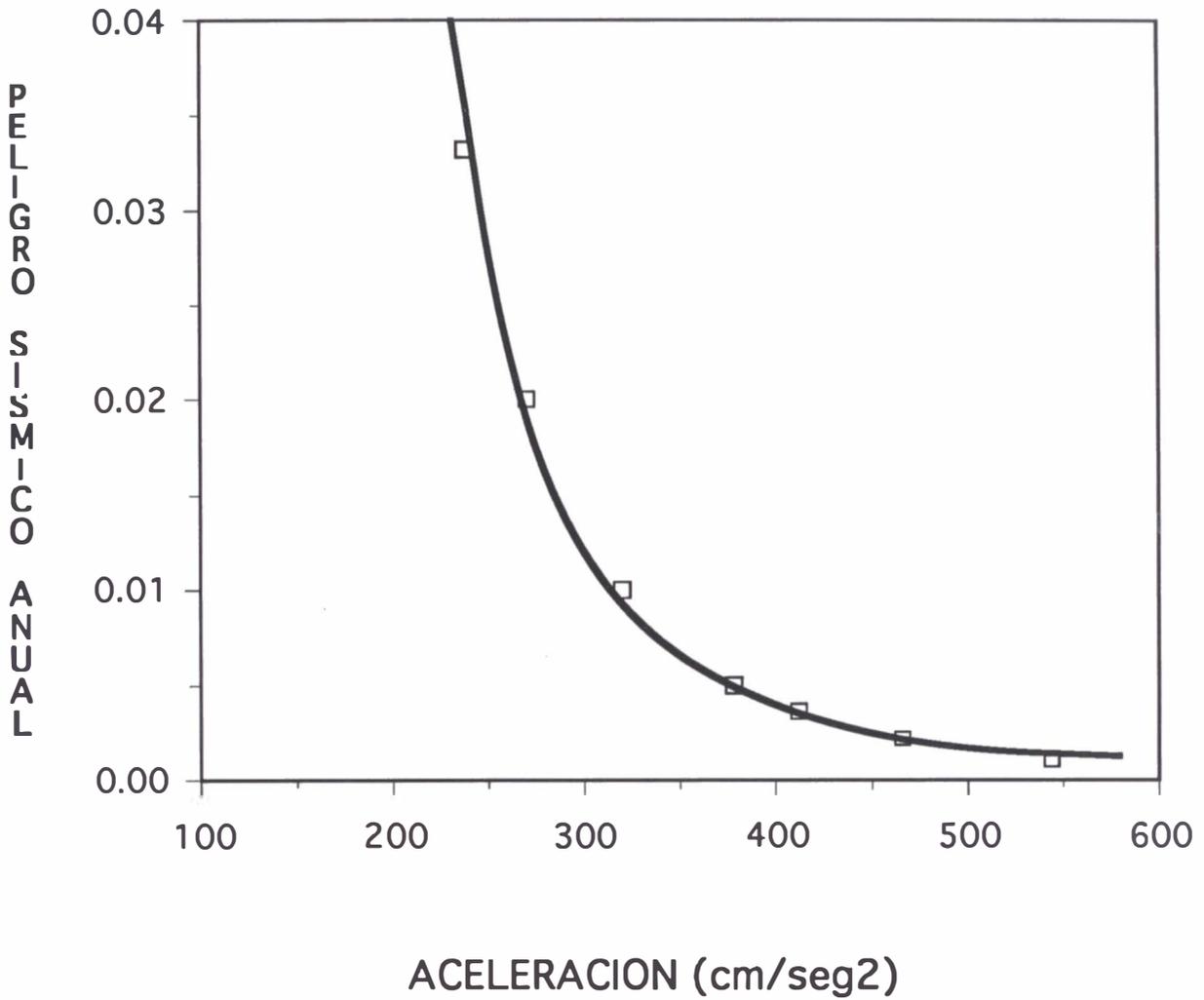


Figura N° 5.7



CURVA

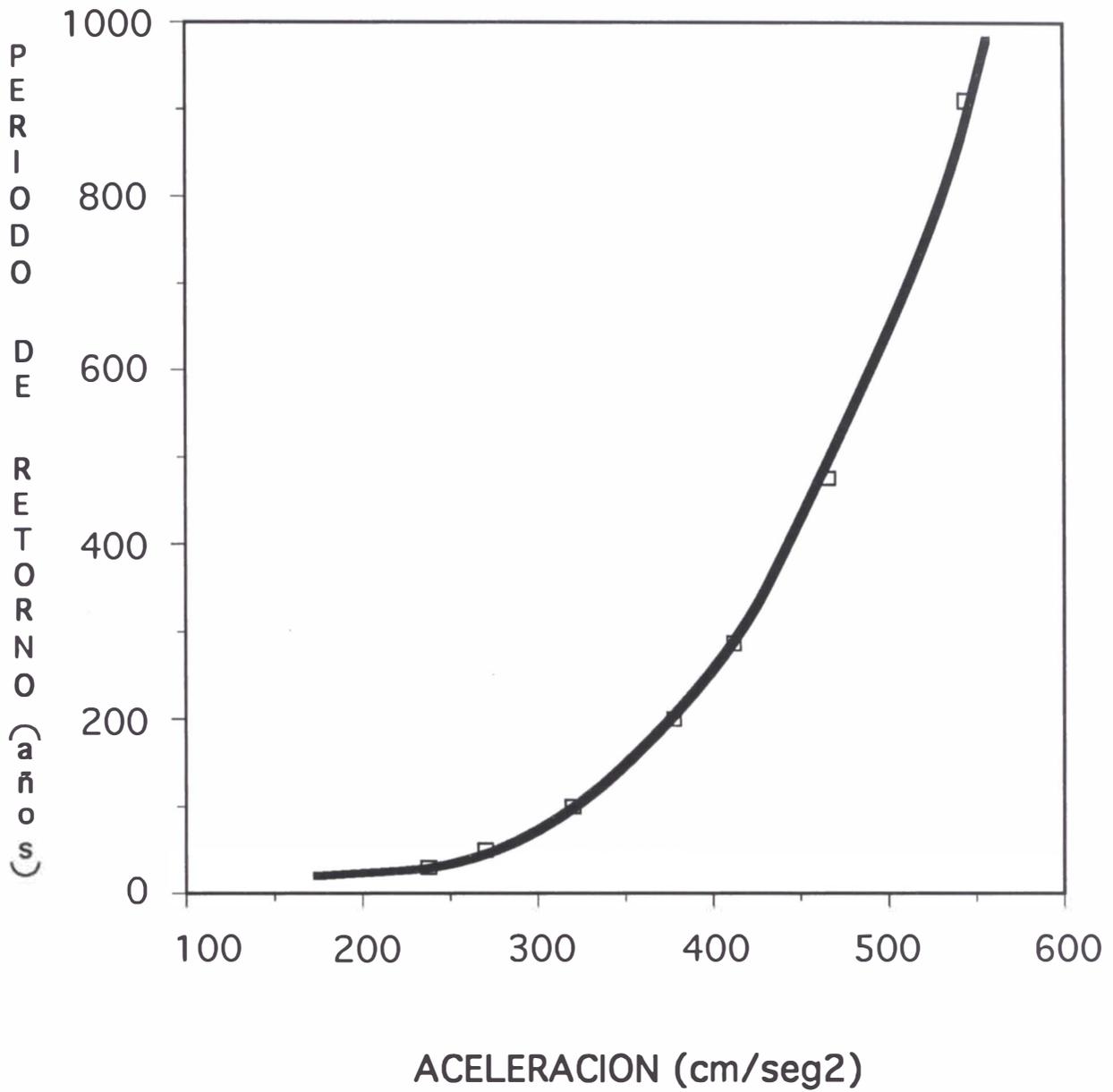
Aceleración Máxima vs. Peligro Sísmico Anual

Nasca

Latitud : 14° 49' 11" S

Longitud : 74° 56' 07" O

Figura Nº 5.8

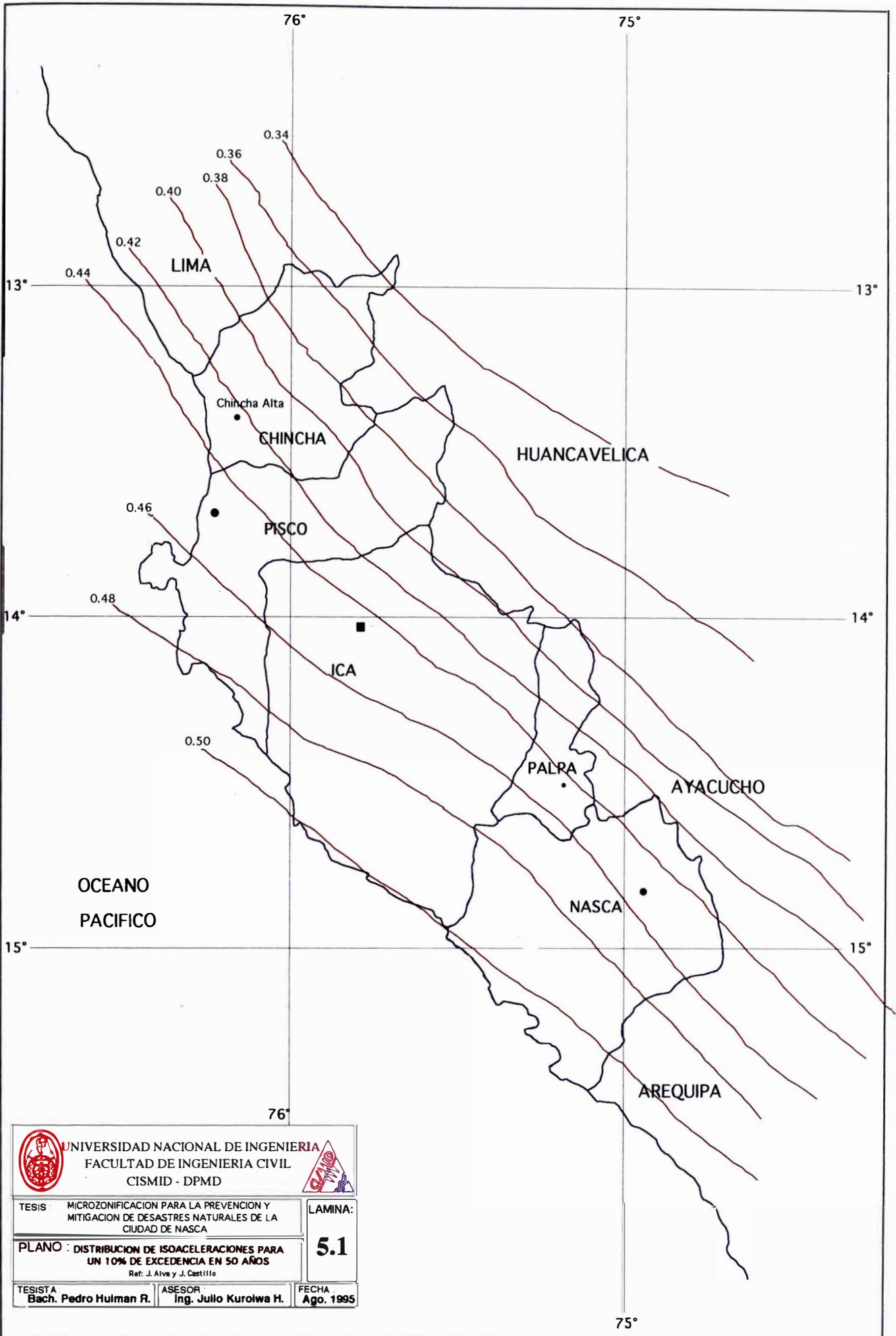


CURVA

Aceleración Máxima vs. Periodo de Retorno

Nasca
 Latitud : 14° 49' 11" S
 Longitud : 74° 56' 07" O

Figura Nº 5.9



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD



TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACION DE DESASTRES NATURALES DE LA CIUDAD DE NASCA

LAMINA:

PLANO: DISTRIBUCION DE ISOACELERACIONES PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 50 AÑOS

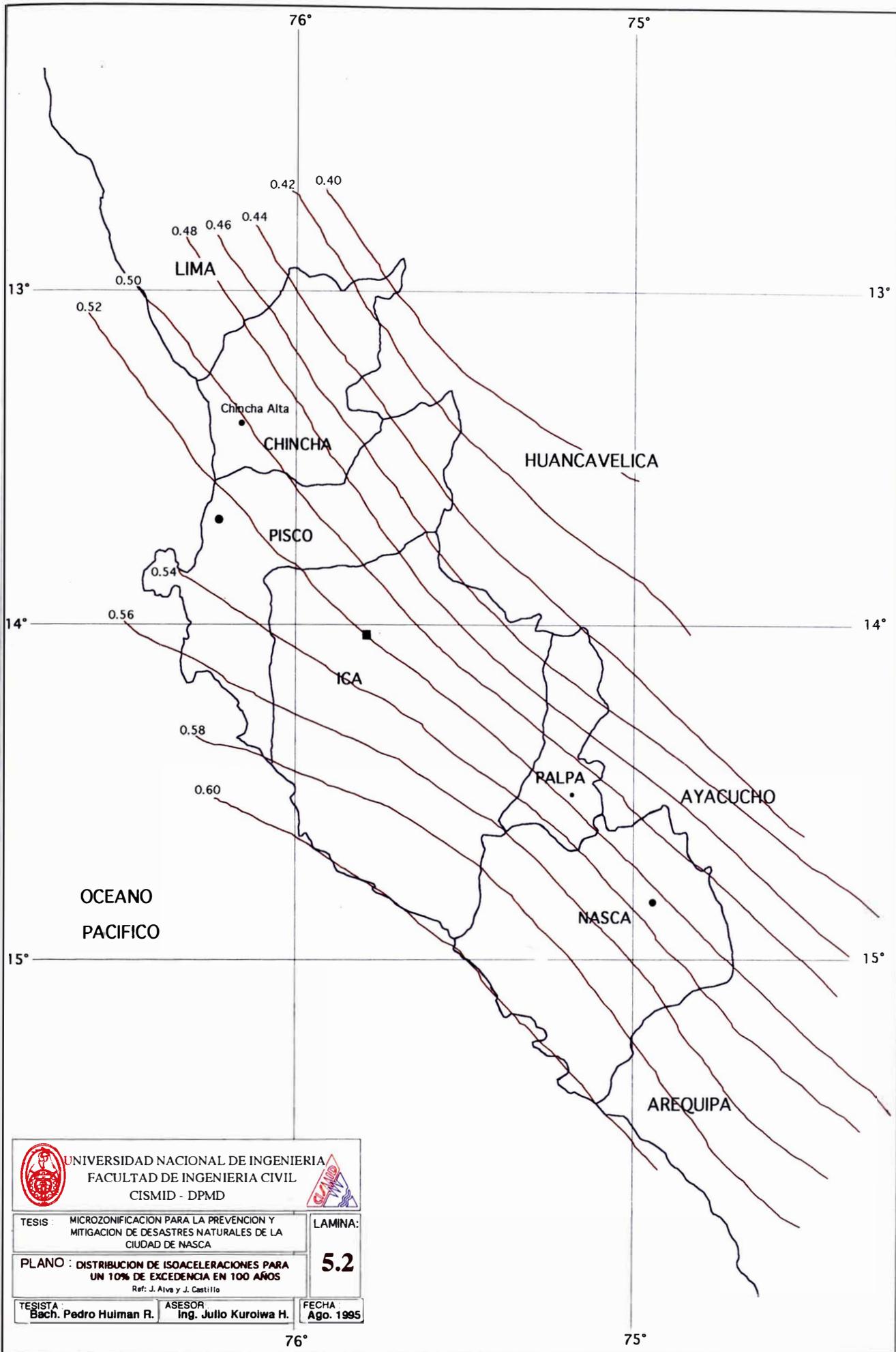
5.1

Ref: J. Alva y J. Castillo

TESISTA
 Bach. Pedro Hulman R.

ASESOR
 Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA
 Ago. 1995




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD

TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACION DE DESASTRES NATURALES DE LA CIUDAD DE NASCA

LAMINA:

PLANO: DISTRIBUCION DE ISOACELERACIONES PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 100 AÑOS
Ref: J. Arva y J. Castillo

5.2

TESISISTA:
Bach. Pedro Hulman R.

ASESOR:
Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA:
Ago. 1995

Cuadro N° 5.4

Periodos de Retorno	a_{max} (cm/seg²)
30	237.53
50	269.66
100	319.74
200	377.90
286	411.80
475	465.58
910	543.70

5.4.- CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DURANTE EVENTOS SISMICOS

La capacidad portante de un suelo muchas veces se ve reducida por efecto de los sismos. Se ha podido comprobar que depósitos de suelos relativamente compactos a muy compactos han presentado pérdidas de resistencia locales poco significativas, originando efectos sobre las estructuras, pero sin alcanzar daños directos a la cimentación. En suelos en estado suelto a muy suelto, total o parcialmente saturados de agua, puede suceder que por efecto de las vibraciones sísmicas, se origine una pérdida parcial de resistencia al corte o aun total del suelo que se manifiestan como asentamientos diferenciales o totales, fisuramientos, grietas, afloramientos de agua o licuación. En estos casos este tipo de suelo es inestable para la cimentación.

5.4.1.- AMPLIFICACION DE ONDAS.

Las características del comportamiento sísmico de un lugar dado, en un evento particular depende de varios factores como la magnitud del sismo, la profundidad y el mecanismo fuente del sismo, la distancia del lugar a la zona de liberación de energía y las características geológicas de las formaciones rocosas a través de las cuales las ondas sísmicas deben viajar desde su origen.

Cuando se produce un sismo, la energía que es liberada de una fuente de falla a muchos kilómetros de profundidad, viajará en

forma de ondas sísmicas hacia una zona de importancia tal como lo son las ciudades. Las características originales del movimiento serán modificadas al pasar de las formaciones rocosas subyacentes a los diferentes depósitos de suelos, que son variables con la profundidad, de tal forma que al alcanzar la superficie, tendrán características diferentes en distintos lugares de la ciudad.

Aunque los datos no han sido cuantificados; de acuerdo a las experiencias recogidas en numerosos casos de evaluación de daños en las edificaciones versus profundidad de los depósitos, hay un patrón que sugiere que la intensidad del daño está relacionada entre otros factores por el periodo natural de la estructura y el periodo fundamental del depósito de suelo subyacente a esta.

El fenómeno ocurre cuando coinciden los periodos o estos son muy similares, este fenómeno es conocido como resonancia y la respuesta de la edificación puede ser muy alta. (Romero 1995).

5.4.2.- INTENSIDADES SISMICAS PROBABLES.

Las probables intensidades sísmicas para diversas partes o zonas de una ciudad para un sismo de determinada magnitud se puede deducir tomando en cuenta los datos geológicos, estudio de suelos y registro de anteriores sismos.

Kuroiwa (1992) relaciona el tipo de suelo de cimentación con las siguientes intensidades sísmicas de la escala de MMA-92

- Suelos sísmicamente desfavorables: suelos granulares sueltos, suelos cohesivos blandos, suelo arenoso saturado; Intensidad sísmica probable IX MMA-92.
- Suelos intermedios: Arena suelto, suelo cohesivo duro o densa, intensidad sísmica probable VIII MMA-92
- Suelos firmes: Roca, grava densa, grava arenosa densa, Intensidad sísmica probable VII MMA-92.

5.4.3.- INTENSIDADES SISMICAS PROBABLES EN NASCA

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriormente expuestas, se deduce que en la ciudad de Nasca se espera intensidades altas. En el siguiente cuadro, se presenta un resumen de la tabla de intensidades Mercalli Modificada adaptada por Kuroiwa

(1992) para ser aplicable a los países de la costa occidental de Sudamérica MMA-92.

Cuadro N° 5.5.- Escala de Intensidades Mercalli Modificada.

Grado de Intensidades	Calificación	Descripción de los efectos
I	Despreciable	Solo detectado por instrumentos
II	Sensible	Sentido por personas en descanso en pisos altos de edificaciones.
III	Ligero	Sentido levemente, como el paso de un camión. Objetos colgando oscilan.
IV	Moderado	Ruidoso como el paso de un camión pesado. Los objetos vibran y se mueven.
V	Algo fuerte	Sentido en el exterior, las personas se despiertan, pequeños objetos sobre los muebles pueden caer.
VI	Fuerte	Sentido por todos. Personas asustadas huyen hacia el exterior, Muebles ligeros se mueven. Se producen fisuras en las esquinas de las construcciones de adobe y tapial.
VII	Muy fuerte	Difícil mantenerse en pie, los muebles altos pueden volcarse y romperse. Se presentan daños fuertes en construcciones de adobe, tapial y piedra unida con barro, pequeñas fisuras en construcciones de calidad.
VIII	Destructor	Pánico en personas que conducen vehículos. Colapso parcial de construcciones de adobe y tapial. Grietas en construcciones de albañilería. Fallas en edificios. Deslizamientos en zonas montañosas
IX	Ruinoso	Pánico generalizado, animales "gritan". Daño total en edificaciones de adobe y tapial. Colapso parcial de edificaciones de albañilería sin columnas. Graves daños en edificaciones de concreto con defectos estructurales. Grandes deslizamientos de tierra
X	Desastroso	Destrucción generalizada de edificios. Edificaciones sismo-resistentes permanecen con daños menores. Grietas en el terreno. Agua se sale de su cauce en ríos y lagos.
XI	Desastroso en extremo	Verdadera catastrofe. Daños severos en edificaciones aun sismorresistentes. Daños considerables en el terreno. Derrumbe de grandes volúmenes de suelo.
XII	Catastrófico	Produce cambios en el paisaje. Destrucción total de cualquier edificación sobre o bajo el nivel del suelo.

a) INTENSIDADES DE IX MMA-92.

La intensidad IX en la escala MMA-92 es probable que se alcance en la zona comprendida entre los ríos Aja y la zona posterior del Campo Ferial y la Urb. Fermín Tanguis, donde el nivel freático es alto en los meses de Diciembre a Marzo. También esta intensidad se

presentaría en la zona comprendida entre el puente que lleva al Barrio de San Carlos y la Plaza de Armas, incluyendo el PP. JJ. "Las Latas", lugar en el que se ha encontrado material de relleno hasta casi un metro de profundidad.

b) INTENSIDADES DE VIII MMA-92.

Esta intensidad se presentaría en todas las demás zonas de Nasca y el Distrito de Vista Alegre, que tienen un suelo cohesivo de mediana densidad en capas no mayores de un metro, debajo de las cuales hay un estrato de gravas con arena densa. (Lámina N° 5.3).

5.5.- EFECTOS SECUNDARIOS

5.5.1.- LICUACION DE SUELOS.

En terremotos severos ocurridos en casi todas partes del mundo, se ha podido observar numerosas fallas en la superficie del terreno de las localidades afectadas: tales como pérdida de la capacidad portante del terreno, erupciones de arena etc., con las subsiguientes consecuencias a veces catastróficas sobre las estructuras cimentadas sobre estos suelos. Estas fallas de suelo son conocidas como el fenómeno de "Licuación de Suelos" y se presenta en los suelos arenosos saturados y en estado de compacidad suelto en el momento que ocurre un sismo de gran magnitud.

En la tabla siguiente podemos apreciar los suelos potencialmente licuables y los que no lo son. Dentro de los suelos potencialmente licuables, se nota que uno de ellos se presenta en la ciudad de Nasca pero en una capa muy superficial, que descarta la presencia de este fenómeno como consecuencia de un evento sísmico.

Cuadro N° 5.6.- Clasificación de los suelos con potencial de licuación

SUELOS POTENCIALMENTE LICUABLES	SUELOS NO LICUABLES
<ul style="list-style-type: none"> *Arena fina *Arenas medias *Arenas limosas *Arenas con bajo porcentaje de arcillas *Arenas con partículas de cuarzo *Arenas con bajo porcentaje de material orgánico *Arena con partículas 	<ul style="list-style-type: none"> *Rellenos compactos *Arcilla limosa *Limo con bajo % de arena fina *Suelos orgánicos *Gravas

CAPITULO VI

Geodinámica Externa

6.1.- CAUSAS NATURALES

Desde Epocas muy remotas el hombre ha dependido mucho de la naturaleza, épocas en las cuales ya se producían crisis en el Medio Ambiente, tal condición de dependencia ahora ha cambiado, puesto que siempre es posible encontrar soluciones técnicas para cada problema que se presente.

Lo que hasta ahora es difícil para el hombre, es predecir con exactitud el comportamiento de la naturaleza, dentro de este comportamiento impredecible del Medio Ambiente, encontramos las causas por las cuales se producen las inundaciones fluviales, tanto para los ríos de la Costa como en la Sierra y Selva peruanas.

Por lo tanto buscar las causas que procrean las inundaciones en los ríos de la quebrada de Nasca es tarea un poco difícil, algunos investigadores han intentado pronosticar las inundaciones a partir del análisis meteorológico-oceanográfico, del fenómeno del Niño, de las explosiones termonucleares del sol, etc. Sin embargo, si bien en algunos análisis se pueden observar ciertas correlaciones, ello no explica real y fehacientemente todos los casos presentados.

6.2.- EFECTOS DE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES EN NASCA

6.2.1.- INTRODUCCION

Las inundaciones son fenómenos naturales, frecuentes en las cuencas hidrográficas del territorio peruano. La frecuencia con que ocurren estos fenómenos y el constante crecimiento de los daños ocurridos por estas conducen hacia la búsqueda de soluciones para mitigar sus efectos.

Los daños debido a inundaciones se incrementan en número y costo de acuerdo al desarrollo socio-económico de las ciudades en las cuales se producen estos fenómenos.

En nuestro medio la escasez de recursos económicos y el régimen irregular de nuestros sistemas hidrográficos (especialmente de la Costa), es prácticamente imposible proveer medidas de control a todas las zonas propensas a inundaciones, por lo que se hace necesario optar por medidas de prevención que involucren a la población que podría ser afectada para que regulen sus actividades al régimen de los ríos. Estas medidas pueden ayudar a resolver ciertos problemas o hacer su solución mas sencilla.

6.2.2.- ACCION DE LA GEODINAMICA

Las inundaciones en Nasca tienen como agentes activos a las lluvias que se producen en las partes mas altas de la cuenca. Estas se presentan generalmente con mayor intensidad y persistencia entre los meses de Febrero y Marzo.

Aunque ya se mencionó que es difícil saber con seguridad cual es la causa de estas intensas lluvias; en la Costa y Sierra peruanas al parecer está relacionada con las siguientes condiciones:

- a.- Intercambio de masas de nubes cargadas de humedad provenientes de las cuencas amazónicas, que se enfrian al cruzar los Andes y altitudes elevadas y que al encontrarse con nubes mas calientes provenientes del Pacífico producen altas precipitaciones.
- b.- Desplazamientos hacia el sur de las aguas superficiales y cálidas de la región ecuatorial tropical del Oceano Pacífico, fenómeno conocido como "El Niño".

En el centro del país las cuencas colectoras se caracterizan por su alta pendiente, laderas escarpadas, materiales no consolidados y ausencia o muy rala vegetación, condiciones que favorecen la formación de huaycos.

Más al Sur del país, la Cordillera de los Andes ofrece una barrera formidable para el intercambio de masas de nubes entre la cuenca amazónica y la vertiente del Pacífico, además el fenómeno "El Niño", rara vez se desplaza más allá de la latitud 12° o 14°.

La ciudad de Nasca está situada en una zona intermedia entre la zona central y la zona sur, por lo tanto las inundaciones que se han producido hasta la fecha, se presentan no con la frecuencia que en otras zonas que están más al norte de Nasca y tampoco en la magnitud de aquellas; pero a pesar de ser de menor magnitud y menos frecuentes, estas producen daños considerables en los vecindarios apostados a ambos márgenes de los ríos que atraviezan la ciudad y por lo tanto merecen ser analizados y tomados en cuenta con el fin de mitigar sus efectos.

Las inundaciones producidas en Nasca, se pueden catalogar como avenidas repentinas (flash floods), que se caracterizan por su corta duración y súbito comienzo, producto de lluvias torrenciales sobre un área de drenaje relativamente pequeña y se originan en quebradas y pequeños ríos.

6.2.3.- ZONAS INUNDABLES

Después de hacer un análisis de las condiciones de topografía de la ciudad, así como el testimonio de la población en eventos similares ocurridos en el pasado, se ha podido identificar diferentes zonas de la ciudad propensas a sufrir inundaciones por desbordes de los ríos, estas son las siguientes: (Lámina N° 6.1)

Margen derecha del río Tierras Blancas.- Esta es una de las zonas que más sufre con los desbordes de dicho río, por dos causas muy importantes: la primera de las cuales se debe a la desfavorable topografía que presenta, donde el nivel al que se encuentran las viviendas, está por debajo del nivel superficial del río esto hace que al momento de ocurrir un desborde, el agua allí depositada no pueda ser evacuada o drenada el problema se agrava debido a la rotura en

ciertas partes del pequeño muro de defensa que posee el río que facilita el ingreso del agua por estas partes. La otra razón por la cual al producirse un desborde, este produce tanto daño en la población, es que en un 95% las viviendas y construcciones en dicha ribera, son de adobe común, que al entrar en contacto con el agua por un tiempo prolongado hace que este se disgregue y en la mayoría de los casos las viviendas colapsen.

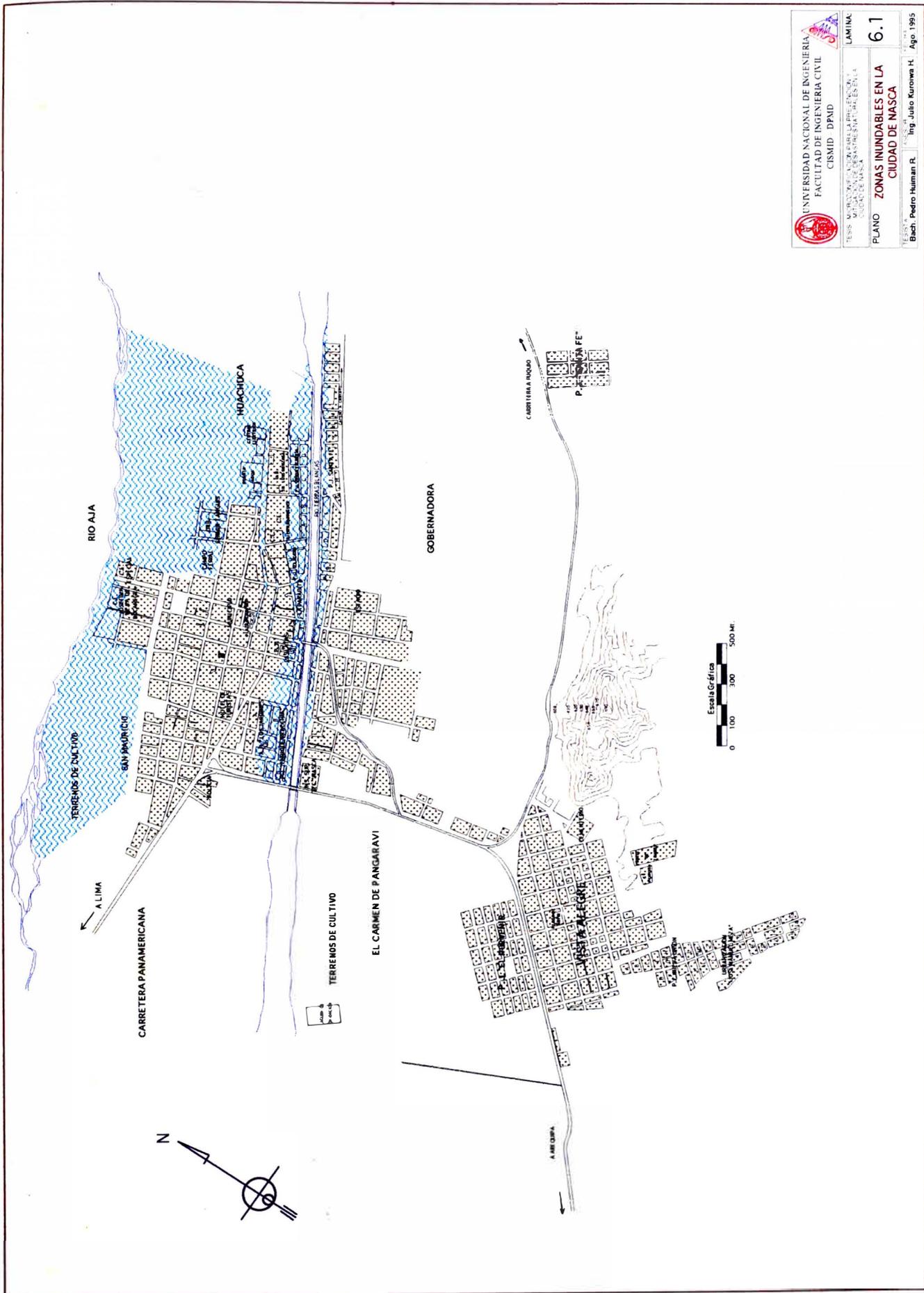
Margen izquierda del río Tierras Blancas.- Esta zona también es propensa a sufrir algunos daños en caso de desborde del río, los cuales son de menor cuantía que los de la otra margen, debido a que el muro que sirve como defensa a esta zona tiene mayor altura que su similar de la otra ribera así como también un enrocado que impediría que el agua ingrese en gran cantidad, esta zona presenta también la condición desfavorable de estar las viviendas en una cota de casi 2 metros por debajo de la rasante del río. En este caso las construcciones que están más próximas al río, serían las más afectadas.

Margen izquierda del río Aja.- Es una llanura plana que en las crisis climáticas ocurridas en el pasado siempre ha quedado a merced de las aguas ya que este río no cuenta con algún tipo de defensa en ninguna de sus dos riberas. Es tanta la cantidad de agua que se sale de su cauce que a veces esta llega a inundar la Planta de Agua y la Central Térmica que se encuentran a cerca de 300 mts. del río.

6.3.- MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA INUNDACIONES

Después de la zonificación de una planicie de inundación, se debe seleccionar el tipo de medidas de precaución para un mejor control de las inundaciones.

Las medidas de protección tienen dos aspectos: Uno es llamado estructural porque está relacionado con la construcción de estructuras de ingeniería civil. El otro es llamado no estructural y requiere de la participación de la población para afrontar el problema y reducir los daños, no es costoso pero necesita de la adecuada preparación de la gente.




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID DPMID

LAMINA
 TESIS MAESTRÍA NACIONAL EN INGENIERÍA PROFESIONAL
 DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA EN LA
 CIUDAD DE NASCA

6.1
PLANO ZONAS INUNDABLES EN LA
CIUDAD DE NASCA

TESIS N.º
 Bach: Pedro Human R. Ing. Julio Kurohwa H. Ago. 1995

6.3.1.-MEDIDAS ESTRUCTURALES.

Existen diferentes formas de controlar las avenidas mediante la construcción de obras de ingeniería civil. Se pueden tener obras que almacenan temporalmente el agua y/o estructuras que sirven para proteger las riberas de los ríos.

a.- Reservorios de retardo.- En un valle, cualquier depresión natural puede servir como un reservorio temporal. Esto hace que se reduzcan los daños aguas abajo. En los periodos en los cuales los flujos de agua son normales, estas áreas pueden ser usadas como centros de esparcimiento, parques, campos deportivos etc. En la siguiente figura se presenta un esquema de este tipo de medida.

b.- Diques.- Estas estructuras evitan que el agua salga del cauce e inunde grandes áreas. Después de la construcción de los diques el cauce queda dividido en un cauce principal donde discurren los flujos normales y en áreas que son inundadas cuando ocurren las avenidas de diseño. En estas áreas no se pueden permitir asentamientos humanos, pero se pueden establecer zonas de esparcimiento (parques, campos deportivos etc.)

Existen otros tipos de diques que son utilizados con fines de encauzamiento para longitudes mas o menos grandes o para defender riberas. Los diques se disponen a lo largo de las dos orillas del cauce a una distancia que no genere aguas arriba sobreelevaciones de remanso que causen daños al valle.

El angulo de ataque debe estar comprendido entre los 75° y 80° en relación a la corriente. Estos diques tienen la ventaja de orientar las aguas de avenida hacia el eje del cauce. En la siguiente figura se pueden observar los esquemas de estos dos tipos de diques. (Ver Figura N° 6.1)

6.3.2.- MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.

Las medidas no estructurales tienen varias fases de acuerdo a los antecedentes históricos y sociales. También dependen de las experiencias de inundaciones anteriores. Se recomiendan básicamente las siguientes:

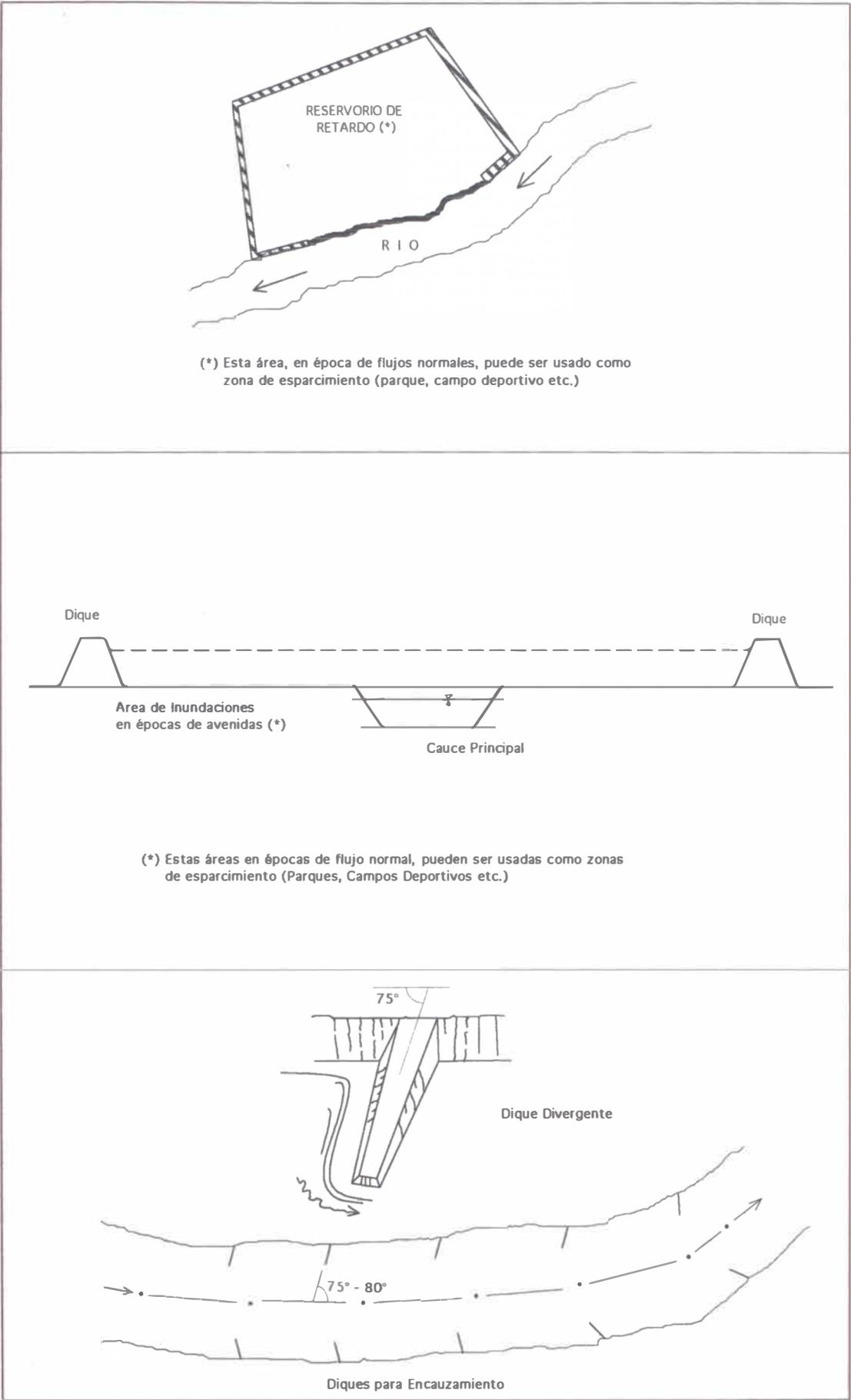


Figura N° 6.1

a.- Preparación de la comunidad.- La gente que vive en zonas con riesgo de sufrir inundaciones debe estar muy bien organizada contra estos fenómenos. Se deben formar equipos para efectuar la alerta general, rescates, evacuación y rehabilitación.

b.- Difusión de Alerta e Intercambio de Información.- La alerta debe ser inmediata y correctamente enviada. Se deben establecer las preparaciones técnicas adecuadas y una estrecha coordinación entre las instituciones idóneas antes de la inundación.

c.- Voluntarios.- La preparación de las comunidades está dirigida por gente común que vive en la zona, como ellos no son expertos, un ejercicio de entrenamiento se debe hacer por lo menos una vez al año.

d.- Material.- Existen en nuestro país muchos materiales para proteger los diques en caso de emergencias. Ramas de algarrobo u otras plantas, sacos de arena etc. Los materiales para afrontar las inundaciones deben ser rápidamente coleccionados durante un periodo de tormentas.

e.- Evacuación.- El primer paso de una evacuación comienza a la primera señal de alerta. Cada familia debe dejar sus casas y dirigirse al lugar más próximo elevado, las acciones próximas pueden ser operadas desde un bote o una balsa por las comites de emergencia (Policia, Defensa Civil o Ejercito), de tal manera de conducir a los refugiados a lugares más seguros.

6.3.3.- MEDIDAS A NIVEL DE CUENCA.

La depredación a nivel de cuenca hace que la reacción de esta a la acción de las aguas sea más violenta.

Por lo tanto se debe reforestar las cuencas de los ríos y mantenerlos así, dando un buen uso a la tierra; para que sirva como un colchón vegetal absorbente y disminuya así la cantidad de las aguas y el sedimento que traen consigo.

Las medidas para la defensa contra inundaciones deben ser considerados dentro de los planes integrales de desarrollo de las cuencas hidrográficas.

Debe haber una coordinación más estrecha entre las instituciones que están relacionadas con el problema, tales como organismos planificadores, organismos de recopilación y evaluación de datos, organismos publicos, institutos especializados, universidades y otros.

CAPITULO VII

Microzonificación Física y Zonas de Expansión

El concepto de Microzonificación en nuestro país desde el punto de vista de prevención y mitigación de desastres, es un proceso que data del año 1970. Los primeros estudios en esta área fueron realizados por la misión japonesa en dicho año, quienes efectuaron el estudio de microzonificación sísmica de la ciudad de Chimbote a raíz del sismo de 1970.

Primero se desarrolló una metodología general de microzonificación que abarcaba estudios profundos en el campo de la sismología e ingeniería sísmológica, geología, mecánica de suelos, dinámica de suelos, etc.

A raíz del terremoto de febrero de 1979 en Arequipa, el Ing. Julio Kuroiwa, desarrolló un método simple y de bajo costo que, por prescindir de instrumentos sofisticados, puede ser usado por personal no especializado y de poca experiencia y ser aplicado de forma extensiva en pequeñas y medianas poblaciones del Perú.

La metodología del método simplificado de microzonificación, consiste en dividir el área de estudio en sectores de similares características en cuanto a propiedades de suelo, topografía, amenaza de fenómenos naturales violentos, etc., luego se hace una calificación de cada área utilizando criterios simples de determinar como:

características del suelo, capacidad portante, grado de humedad, nivel freático etc., para luego seleccionar los sectores más seguros, sobre los cuales se recomienda crezca la población.

Los resultados de estos estudios se plasman en un plano de Microzonificación, documento que va a servir de base para la planificación física de la ciudad contra desastres y, que debe ser considerado en forma paralela a los planos de desarrollo económico y social de la zona.

En los capítulos anteriores hemos estudiado las áreas potencialmente susceptibles a desastres para cada uno de los fenómenos naturales que amenazan la ciudad de Nasca, cuyos resultados serán superpuestos para obtener el plan maestro de microzonificación.

7.1.- MAPA DE MICROZONIFICACION FISICA

En un evento sísmico, el movimiento del suelo y la falla de la estructura está especialmente determinada por la magnitud misma del sismo y la distancia epicentral, pero cuando se tiene un área local determinada, es importante tomar en consideración además las condiciones locales de topografía, geología, características del suelo y nivel freático entre otros parámetros, con el fin de determinar mejor sus comportamientos.

El subsuelo en Nasca, está conformado basicamente por depósitos superficiales de arcillas con limos inorgánicos en estratos de espesor variable y depósitos aislados de arena fina suelta, en acuerdo a diferentes zonas de la ciudad; seguidos estos estratos superficiales por una capa densa de gravas, arenas y limos de espesor > de 15 mts. de profundidad.

La respuesta de las estructuras durante sismos es afectada principalmente por el espesor de las capas y del tipo de suelo, no siendo importante en este caso el nivel freático, ya que este se encuentra en casi todos los meses del año por debajo de los 5 mts.

Basado en los estudios de los capítulos previos, el área de terreno se dividió en cuatro zonas de diferente peligro tal como se muestra en la lámina N° 7.1

Zona I.- El subsuelo consiste en arena suelta superficial con menos de un metro de espesor, el nivel freático está

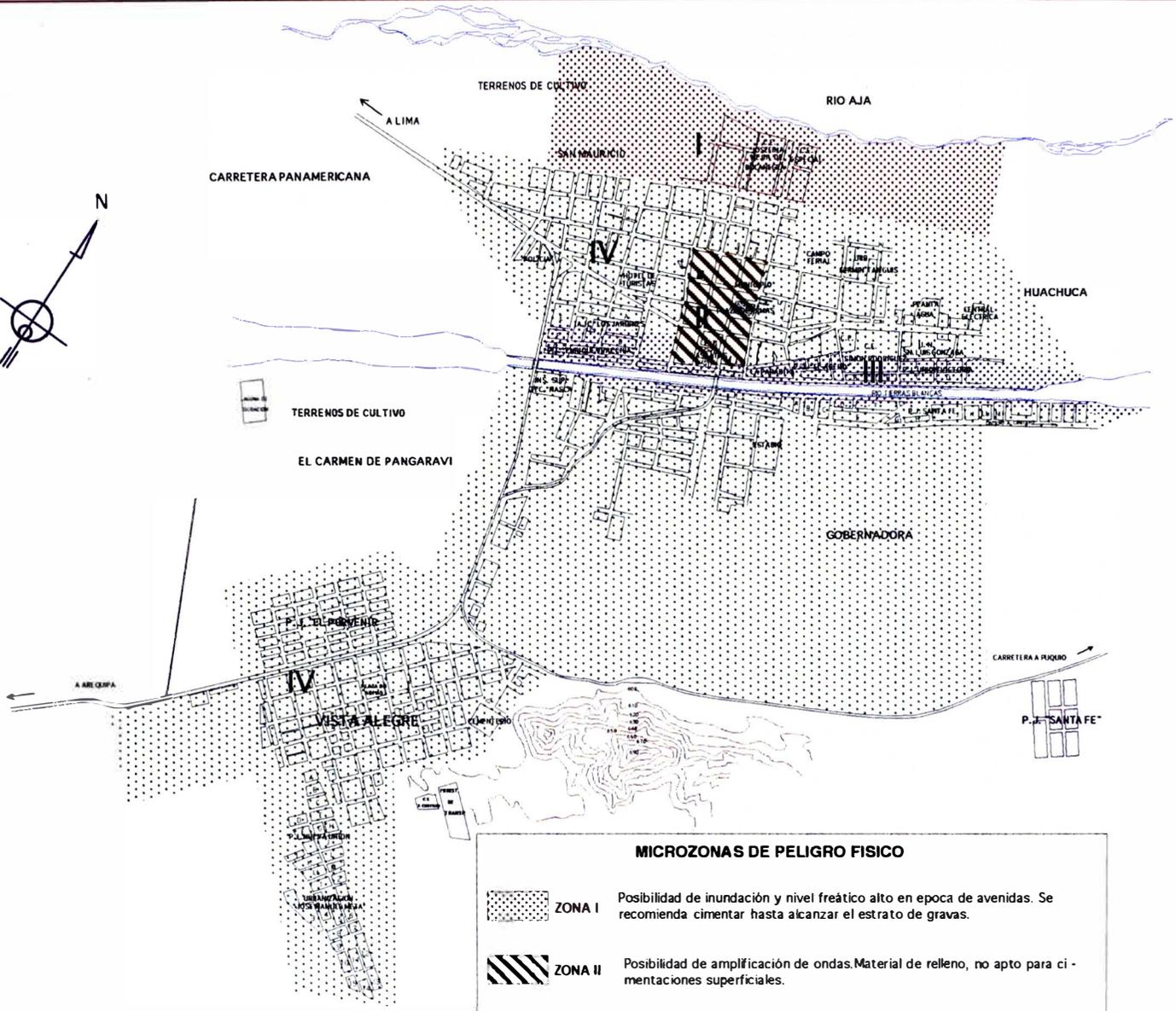
por debajo de los 4 mts. y en épocas de avenidas sube hasta casi un metro de la superficie, por lo que se recomienda cimentar hasta alcanzar el estrato de gravas.

Esta zona está expuesta además a sufrir inundaciones con los desbordes del río Aja en época de avenidas (Enero a Marzo), ya que en esta zona el río no cuenta con ningún tipo de defensa.

Zona II.- Es un área compuesta por material de relleno mal compactado que tiene un espesor variable que va desde los 0.80 mts. a 3.00 mts de profundidad, se da la posibilidad de una amplificación de ondas. Debajo de este estrato se encuentra una capa de gravas, arenas y limos de espesor mayores a 10 mts. No es una zona apta para cimentaciones superficiales, y se esperan intensidades máximas probables de IX en la escala Mercalli Modificada.

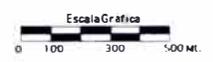
Zona III.- Área compuesta por un estrato superficial de arcilla inorgánica limosa de mediana cohesión y baja plasticidad que está consolidada en su parte baja, tiene un espesor variable que va desde 0.80 mts. hasta los 2.20 metros en algunos sectores de la ciudad, debajo de este estrato, subyace otro de gravas con finos que generalmente son limos, el espesor de esta capa es de aproximadamente 15 mts. En general tiene un buen comportamiento sísmico. Esta área está expuesta a inundaciones por desborde del río Tierras Blancas ya que las defensas con las que cuenta el río son insuficientes cuando el río trae gran caudal. (Enero a Marzo).

Zona IV.- Zona de similares características a la Zona III, es decir con un buen comportamiento sísmico y sin la presencia de nivel freático alto, es la zona más segura para el establecimiento y expansión de la ciudad ya que tampoco está propensa a inundaciones por estar



MICROZONAS DE PELIGRO FISICO

- 
ZONA I Posibilidad de inundación y nivel freático alto en época de avenidas. Se recomienda cimentar hasta alcanzar el estrato de gravas.
- 
ZONA II Posibilidad de amplificación de ondas. Material de relleno, no apto para cimentaciones superficiales.
- 
ZONA III Buen comportamiento sísmico. Problemas de inundación en caso de desborde del río.
- 
ZONA IV En general buen comportamiento sísmico. Terreno apto para cimentación.



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMO		 FIGURA: 7.1
TESIS: MICROZONACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS SASTREN EN LA CIUDAD DE HUACHUCA		
PLANO		
MICROZONIFICACION FISICA		
Bach. Pedro Huaman R. Ing. Julio Kurawa H. Dic. 1995		

alejada de las riberas de los ríos que atraviezan la ciudad.

7.2.- DIRECCIONES DE EXPANSION DE LA CIUDAD

El crecimiento de Nasca desde hace más de dos décadas ha sido natural, más por factores vegetativos que por las condiciones socio-económicas de la micro-región. Nasca en la actualidad tiene una configuración físico-espacial dispersa, desarrollando conurbaciones de las cuales, Vista Alegre logró su autonomía política administrativa, pero que por razones socio-económicas y físicas, depende de Nasca en grado mayor.

Para efectos del presente estudio, la hipótesis supone un crecimiento en conjunto de Nasca y Vista Alegre, cosa que ya se da en la actualidad y que se prevee se mantendrá en un futuro próximo. La tendencia es una consolidación de las áreas inmediatas de la ciudad con una densidad de 117 hab/Ha. para la zona central y 112 hab/Ha. para el resto del casco actual.

Por otro lado, los proyectos como: el "Proyecto Pajonal" de captación de aguas, el Proyecto de Desarrollo Turístico, para convertir a Nasca en un polo de desarrollo de este sector y que necesariamente se deberá ejecutar a nivel provincial y el desarrollo del proyecto del Micro-Parque Industrial, son factores que pueden desencadenar un crecimiento más dinámico en un menor lapso de tiempo que represente una mejora en las condiciones socio-económicas del área Nasca-Vista Alegre.

7.3.- AREAS DE EXPANSION URBANA.

Para efectos de la propuesta de desarrollo físico-espacial, se plantea la expansión de la ciudad, principalmente en terrenos eriazos y en aquellos cuyo valor agrológico es menor, y teniendo en cuenta las facilidades de dotar de agua y desagüe, instalaciones de electricidad, etc. a las zonas propuestas.

Estas áreas que se muestran en la lamina N° 7.2, se han determinado en base a la microzonificación física realizada en el acápite 7.1 y están ubicadas para:

Nasca: Zona I - Oeste.

Se propone la expansión de áreas inmediatas en un área aproximada de 12 Ha. con una densidad bruta de 112 hab/Ha. Esta zona va a permitir albergar una población de 1,344 hab.

Nasca: Zona II - Sur.

Se propone la expansión de áreas inmediatas al barrio de San Carlos y una zona comprendida entre las Av. Guardia Civil y Paredones, se calcula una superficie aprox. de 59.24 Ha., de las cuales 40 de ellas deben ser para uso residencial con una densidad bruta de 112 hab/Ha. por lo que podrá atenderse en un primer momento a una población de 4,431 hab. Esta área es la que anexa a Nasca con Vista Alegre.

Las restantes 19.24 Has. se deben considerar en el rubro de Otros Usos o como equipamientos del área residencial (Hospital, Campos Deportivos, Colegios, Locales Institucionales, etc.).

Vista Alegre: Zona I.

Se propone la expansión de áreas inmediatas al área urbana actual, localizada en el sector de El Porvenir con un área aproximada de 24 Has. y considerando una densidad de 200 hab/Ha, esta zona albergará una población de 4,796 hab.

Area de Reserva Industrial.

Se considera a una zona industrial, el lugar donde se desarrolla todo tipo de industria contaminante y peligrosa para el área urbana y a la cual se le deberá dotar de infraestructura de servicios básicos para el desarrollo de estas actividades. La zona propuesta como área de expansión industrial, esta localizada a la altura del Km. 450 de la Panamericana Sur y adyacente a esta.

Area de Reserva para Expansión.

Se consideran áreas de reserva para expansión con la finalidad de preveer cualquier impacto socio-económico y físico de cualquier factor exógeno o endógeno que pudiera presentarse en el futuro en la ciudad. Se hace esta previsión en vista de los proyectos de fomento al turismo e industria que va a llevar a cabo el Gobierno Central en los próximos años.

Area para Reforestación.

Se está considerando un área para reforestación en las riberas del río Tierras Blancas a la altura del puente con la carretera Panamericana. La dirección predominante del viento (Noroeste), nos obliga a plantear áreas verdes frondosas y espesas que protejan el ámbito urbano y las zonas de expansión que se están considerando.

CAPITULO VIII

Situación Actual del Area Urbana

8.1.- GENERALIDADES

La ciudad de Nasca se puede catalogar como un centro administrativo y de servicios, además de contar con una ubicación estratégica de punto de intercambio a la sierra, convirtiéndose en un centro de intermediación productiva y poblacional, sierra-costa que no redundaba en su propio beneficio reflejado en el escaso nivel de empleo y de servicios que ofrece.

El área de estudio está delimitada por la ciudad de Nasca y Vista Alegre por su cercanía.

La población total de los distritos de Nasca y Vista Alegre alcanza a 33,702 hab. con una tasa de crecimiento aprox. de 1.85%. Este crecimiento implica habitualmente y para el futuro, una demanda de suelo urbano, vivienda e infraestructura de servicios, equipamiento y plazas de trabajo, estando la población mayormente ocupada en la agricultura y los servicios.

8.2.- EVOLUCION HISTORICA

El crecimiento histórico de la ciudad de Nasca se realizó por periodos significativos:

En la década del 40, Nasca tenía una extensión de 18 Has. y se desarrollaba a la margen derecha del río Tierras Blancas, alrededor

de la Plaza de Armas, comenzando a experimentar grandes cambios en su trazo urbano debido a la explotación de los yacimientos mineros de Marcona.

En 1952, se empieza a tener un mayor desarrollo y a funcionar como un centro de administración y comercialización, ampliando su radio a 42 Has.; importante ese crecimiento en esa década, porque florece una nueva zona urbana en Nasca, esta se forma como producto de las invasiones que se dan a un lado de la Panamericana Sur y pasando el desvío a Puquio: luego esta zona será el nuevo distrito de Vista Alegre.

Es a partir de la década del 60, donde se inicia un progresivo proceso de urbanización de las áreas periféricas de la ciudad llegando a triplicar el área urbana a 115 Has., que luego se acentuaría hacia los años 70 a 172.50 Has. con una densidad bruta promedio de 151 hab./Has. (ver cuadro)

Se ha podido notar para todos estos periodos, una escasez del área dedicada a equipamientos, plazas y parques, teniendo el área residencial una alta participación respecto al área total de la ciudad: 92.4% en el año 93.

Cuadro 8.1.- Evolución de la ocupación del suelo en la ciudad de Nasca

Año	Población (Hab.)	Superficie (Ha.)	Densidad (hab/ha.)
1940	2,175	18	140.3
1961	13,579	115	132.0
1972	21,117	172,5	151.0
1981	23,039	193.4	137.0
1993	28,192	254.6	117.0

El proceso de urbanización se ha venido dando a través de diferentes modalidades que iban ascendiendo al suelo urbano y la vivienda; urbanizaciones más o menos formales en algunos casos que por lo general estuvo constituido por barrios populares que se acentuaban en la periferia de la ciudad, de una manera desordenada.

8.3.- USO ACTUAL DEL SUELO

El área central de la ciudad se encuentra consolidada y con un cierto nivel de deterioro de la vivienda, vías y servicios, con una densidad bruta promedio de 140 a 190 hab./Ha.

En los extremos, se caracteriza por barrios populares y antiguos pueblos jóvenes como es el caso de Santa Fé y San Carlos, ubicados a la margen izquierda de los ríos Tierras Blancas, llegando en esta área a niveles de saturación hacinamiento, con la consiguiente presión de los servicios de equipamiento, estimándose una densidad muy alta de 500 habs./Ha. (aprox.)

Hacia el extremo Noroeste se encuentra áreas en proceso de ocupación, como Los Jardines y Santa Isabel, mientras que en el Este, se tiene los PP.JJ. de Bizambra y Santa Fé.

Hacia el Suroeste tenemos el distrito de Vista Alegre que en un comienzo se acentuó en forma disgregada y desordenada producto de las invasiones, teniendo luego un patrón de asentamiento ortogonal, evidenciándose en su trazo y caracterizándose como una zona residencial o "Distrito Dormitorio".

Se ha observado además que el proceso de ocupación es lento por los altos costos que ello significa, reflejándose en terrenos libres dentro del área urbana consolidada; existiendo una ocupación longitudinal de Este a Oeste.

En cuanto a los usos no residenciales, existe una concentración de usos comerciales, institucionales, recreacionales y de servicios dispersos en el área central de la ciudad, convirtiéndose en el área de mayor intensidad de tránsito tanto vehicular como peatonal, dándose en algunos casos usos no compatibles como la desmotadora de algodón a dos cuadras de la Plaza de Armas.

Se da otra concentración de usos en menor escala a la entrada de la ciudad, relacionada con el transporte, los depósitos, terminales terrestres, hoteles y comercio complementario.

Otra concentración importante es la que se da en Vista Alegre y se localiza a lo largo de la carretera Panamericana con un uso de suelo comercial-industrial.

En lo que se refiere al transporte, no existe una estructura

orgánica ordenada; la estructura vial tradicional se ha ido modificando, adicionandose vías de diferentes secciones y continuidad donde confluyen vías regionales, mezclandose en algunos casos el transporte de carga y público; especialmente en el centro de la ciudad que es donde se dá la mayor intensidad de usos; a ello se suma el mal estado de las vías, muchas de las cuales no están pavimentadas y las que están, no cuentan con la debida señalización para un mejor ordenamiento del transporte.

Otro de los problemas importantes que afronta la ciudad, es la referida a los servicios que se tornan críticos en un futuro inmediato, en cuanto al abastecimiento de agua potable, este ya es insuficiente en la actualidad, contando la población con este vital servicio durante solo 2 horas en la mañana y otras 2 horas en la tarde, teniendo en cuenta que la totalidad del agua es extraída de pozos y considerandose crítico e inconveniente además, la ubicación de la planta de tratamiento de agua, encontrandose esta a escasos 200 de la margen derecha del río Tierras Blancas y muy susceptible de inundación en caso de desborde de dicho río, como que ya ocurrió en el pasado no muy lejano (1985).

En lo que se refiere a la cobertura de la población por parte de los equipamientos existentes, se dá el déficit en salud y comercio (Mercados), además tenemos la saturación del cementerio y la deficiente eliminación de basura.

8.4.- INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD

8.4.1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA

La zona donde se encuentra ubicada la ciudad de Nasca se identifica por no tener recursos hídricos de régimen regular disponible de tipo superficial, originando que la única fuente de agua provenga en su totalidad del subsuelo hecho que caracteriza o tipifica la problemática del abastecimiento de agua potable.

La empresa de la administración del servicio de agua potable en Nasca es EMAPAVIGNA. En el año de 1993 la producción de agua potable alcanzaba en promedio 3,679 m³ diarios, esta cifra representaba el 55% de la demanda requerida por los pobladores de la ciudad de Nasca y Vista Alegre.

La capacidad de almacenamiento de agua en dicho año, era aproximadamente 750 m³, distribuido en los 4 reservorios siguientes: Bizambra (450 m³), P.J. Santa Fé (10 m³), Vista Alegre (250 m³), Nueva Unión (40 m³).

El abastecimiento de agua de la ciudad de Nasca se realiza mediante dos circuitos: el de Nasca y el de Vista Alegre.

El circuito de Nasca está compuesto de 3 pozos tubulares Cajuca 1, 2 y 3, los que se encuentran a la margen derecha de la carretera que lleva a Puquio. Existe otro pozo que es del tipo cielo abierto llamado Bisambra, ubicado junto al reservorio. Este último no mantiene un apreciable rendimiento, constituyéndose solamente en un apoyo de menor consideración, sujeto a la recarga de las napas por aguas de avenidas.

El circuito de Nasca está compuesto de dos pozos tubulares profundos denominados Vista Alegre y Nueva Unión, estos pozos se encuentran alejados uno del otro, teniendo cada uno líneas de impulsión distintas.

8.4.2.- SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La administración del servicio de alcantarillado de la ciudad de Nasca, también está a cargo de EMAPAVIGNA. El sistema utilizado es del tipo sanitario exclusivamente y esta está dividido en su etapa de recolección en 3 sectores o colectores principales a saber: Nasca, San Carlos y Vista Alegre. Una vez reunidos los 3 colectores se dirigen a través de una canaleta hacia las lagunas de estabilización que existen en número de dos. El efluente de las lagunas es vertido a una acequia que originalmente se dirigía al río, pero en la actualidad el efluente se utiliza en regadío de tierras de cultivo.

8.4.3.- SERVICIO ELECTRICO

El servicio de alumbrado para la ciudad de Nasca, se realiza desde 1992 por medio del sistema interconectado centro-norte del Mantaro, cuya línea de transmisión viene desde Marcona. Actualmente la empresa ELECTRO SUR MEDIO es la que administra el servicio, teniendo una capacidad de oferta de

5,600 Kw. mientras que la demanda de toda la ciudad es de sólo 2,650 Kw. por lo que se podría decir que el abastecimiento de energía eléctrica en Nasca esta asegurado en por lo menos 15 años, teniendo en consideración que en la misma ciudad existe una Planta Térmica que genera 1,800 Kw. y que es utilizada solo en casos de emergencia.

8.4.4.- SERVICIO TELEFONICO

La ciudad de Nasca cuenta con una central telefónica que actualmente está bajo administración de la empresa "Telefónica del Perú". A partir del año de 1994, la ciudad se integró al sistema de discado directo nacional e internacional, favoreciendo a los usuarios para las llamadas de larga distancia. Se cuenta además con servicio de facsimile y está en etapa de estudio la conexión a la telefonía celular para dotar a los usuarios de la ciudad de Nasca de los últimos avances de la telefonía internacional.

8.4.5.- MERCADOS

En Nasca existen dos mercados que abastecen a la ciudad en sus requerimientos de productos básicos: El "Mercado Central", ubicado entre el Jr. Grau y la calle Lima, es un mercado netamente de abastecimiento de productos alimenticios y el "Mercado de Nasca", ubicado en el Jr. Arica es un mercado en el cual se puede encontrar todo tipo de productos: alimenticios, calzado, ropa, artefactos etc. Anexo a este mercado se encuentra el lugar conocido como la "Parada", que es un lugar donde se comercia los productos del campo que ofrece Nasca y los pueblos de la sierra aledaños, en forma de mayoreo. Este lugar no es precisamente un mercado, ya que la mayoría de veces se instala los fines de semana y en la época de cosechas de productos del campo.

8.4.6.- SERVICIOS MEDICOS ASISTENCIALES

La ciudad cuenta con un Hospital de apoyo, el cual depende del Area Hospitalaria de Ica. Este hospital cuenta con 25 camas. Supervisa a los Centros de Salud de Marcona y El Ingenio, también posee un puesto sanitario en Vista Alegre y dentro de la

provincia se encuentran otros Puestos Sanitarios: el de Changuillo, Otoa y Palco.

Como se puede apreciar la infraestructura de salud es bastante deficiente, por falta de equipamiento y recursos humanos, lo cual condiciona una prestación de servicios adecuada, especialmente en el área rural, esto se ve agravada por los problemas sanitarios por carencia de agua potable, alcantarillado y electricidad.

En Nasca además de no existir la infraestructura adecuada, la atención es limitada, las operaciones y servicios brindados son pequeños.

CAPITULO IX

Vulnerabilidad

En este capítulo se desarrolla el estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones en la ciudad de Nasca; se definen los conceptos y se describe la metodología aplicada, presentando por ultimo los resultados obtenidos.

9.1.- DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

Desastre:

Correlación entre eventos naturales peligrosos como un terremoto, tsunami, huracán, huayco, etc. y las condiciones socio-económicas y físicas vulnerables, como viviendas mal construidas, situación económica precaria, condiciones de suelo inestable. En otras palabras; hay un alto riesgo de desastre, cuando eventos peligrosos ocurren en situaciones vulnerables.

Peligro:

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino para un periodo específico y una localidad o zona conocidas.

Riesgo:

Estimación matemática probable de pérdida de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía para un periodo específico y un área conocida. Se estima en función del peligro y la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} + \text{Vulnerabilidad}$$

Vulnerabilidad:

Grado de resistencia y exposición (física y/o social) de un elemento o conjunto de elementos en riesgo como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada. Se expresa en términos de probabilidad en porcentaje de 0 a 100.

El concepto de vulnerabilidad no es estático. Debe ser comprendido como un proceso dinámico, este proceso integra el cambio y el desarrollo, que afectan la probabilidad de todos los elementos expuestos.

Vulnerabilidad Sísmica:

Es el nivel o grado de daños al que las edificaciones están expuestas a sufrir cuando se encuentran sometidas a un sismo. Se puede interpretar que el nivel de vulnerabilidad de una edificación es inversamente proporcional a la resistencia sísmica con la cual fue construida, dicha resistencia puede aumentar o disminuir con el tiempo, por ello se dice que la vulnerabilidad es un proceso dinámico y no estático.

9.2.- CONDICIONANTES DE LA VULNERABILIDAD SISMICA

Una ciudad es vulnerable sísmicamente si presenta uno o los dos condicionantes principales siguientes:

- a) Que los asentamientos humanos se ubiquen en áreas de alto riesgo sísmico; (terrenos deleznales, terrenos empinados, terrenos con nivel freático alto, etc.)

- b) Que la forma de construcción de las edificaciones no ofrezcan los requisitos mínimos de resistencia a una sollicitación sísmica.

Estos dos factores son los componentes de lo que se podría llamar vulnerabilidad física de un asentamiento humano frente a sismos. Las ciudades que no presentan estos factores no presentan condiciones de vulnerabilidad sísmica. (MASKREY ET. AL. 1986)

9.3.- CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES SEGUN SU COMPOR-TAMIENTO SISMICO.

Para poder determinar el estado de vulnerabilidad de las edificaciones, es necesario clasificar los diferentes sistemas de construcción en un determinado número de categorías. La consideración básica para desarrollar un esquema de clasificación es la diferencia del grado de resistencia sísmica que las edificaciones presentan. Dicha resistencia define el comportamiento sísmico de una edificación la cual depende de diversas características como el tipo de sistema estructural, los materiales de construcción, el tamaño del edificio, mano de obra, estado de conservación, etc.

Diversas investigaciones realizadas en nuestro país, han definido claramente que las construcciones de adobe son las que presentan un comportamiento más débil frente a sismos (menor resistencia sísmica, mayor vulnerabilidad), asimismo las edificaciones de albañilería con y sin confinar han merecido diversos estudios con el fin de determinar su comportamiento sísmico, concluyéndose que las de albañilería confinada ofrecen una mayor resistencia sísmica (menor vulnerabilidad).

Teniendo en cuenta dichas investigaciones, Kuroiwa (1992), ha definido cuatro tipos de comportamiento de las edificaciones según el grado esperado de su resistencia sísmica, esta clasificación abarca los tipos de edificaciones más comunes que existen en Latinoamérica.

TIPO 1: Construcciones Sísmicas Muy Débiles

- Construcciones de tierra conocidas como adobe, piezas cuyas dimensiones más comunes son de 40x25x18 cms., lo que dá muros de 40 y 25 cm. de espesor dependiendo del aparejo usado. Las construcciones antiguas utilizaron adobe de mayores dimensiones y por lo tanto los muros resultantes son de mayor espesor.
- Edificaciones construidas con tierra húmeda apisonada en moldes o formas de madera, resultando bloques de tierra de 50 a 80 cm. de espesor, 50 a 100 cm. de altura y 80 a 150 cm. de largo dispuesto de tal forma que conforman los muros de las edificaciones, que en muchos casos son innecesariamente altos. En el Perú toma el nombre de adobón.
- Edificaciones construidas con bloques de piedra de diferentes formas y tamaños, unidas con mortero de barro.

Estas edificaciones por lo general tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o caña gruesa; y la cobertura planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmeras o materiales similares.

TIPO 2: Construcciones Sísmicamente Débiles

- Edificaciones de albañilería de ladrillo (tierra cocida) o bloques de concreto unidas con mortero de arena-cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar de concreto armado, con techo ligero ó flexible.
- Edificaciones con bloques de piedras unidas con mortero de arena cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar.

- Construcciones de madera y/o caña recubiertas con tierra (bahareque, quincha) cuyos miembros estructurales están debilitados por la acción de insectos o descompuestos por la acción de sucesivos humedecimientos y secado.

Estas edificaciones tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o caña gruesa; y la cobertura planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmeras o materiales similares.

- Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero de arena cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, con baja densidad de muros (menor o igual a 12 cm/m^2), sin columnas de confinamiento, ni refuerzo interior en los muros .

- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Con estructuración inadecuada para resistir sismos por la presencia de columnas cortas, excentricidad, poca rigidez lateral en una de las direcciones principales, insuficiente separación con el bloque adyacente o edificios vecinos y con otras deficiencias estructurales. No diseñadas para resistir sismos, concreto de baja resistencia y ausencia de muros de corte para tomar cargas laterales.

TIPO 3: Construcciones Livianas y Normales.

- Construcciones Livianas , que tienen poco peso propio y por lo tanto en caso de sismos generan fuerzas de inercia poco intensas. La estructura resistente lo constituyen piezas de madera cuadrillada en estado rústico (troncos), caña gruesa (tipo caña de guayaquil), y el relleno de los muros son tablas, cañas delgadas, ramas de árboles recubiertas con barro. Dentro de este grupo se incluye el bahareque de Centro América, la quincha de Perú, las viviendas de madera del Sur de Chile y construcciones de características similares que se construyen en la región.

- Construcciones Normales, de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto, con algunos muros de concreto reforzado para tomar fuerzas horizontales sin tener una concepción ideal para resistir terremotos pudiendo tener en la construcción y supervisión uno de los defectos señalados como construcción débil. Concreto de resistencia normal ($f'_c = 210 \text{ kg/m}^2$).

TIPO 4: Construcciones Sismorresistentes

- Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida) o bloques de concreto de buena calidad, unidas con mortero de arena cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado. Con densidad de muros igual o superior a 12 cm/m^2 , con columnas y vigas de concreto reforzado o con refuerzo interior. Sin columnas de amarre puro con 25 cm/m^2 o más de densidad de muros. Edificios con columnas de

concreto pero con densidad de muros inferior o igual a 5 cm/m^2 . Buena mano de obra.

- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Concebidas, diseñadas y construidas para resistir sismos utilizando modernas técnicas sismorresistentes con muros de corte de concreto reforzado simétricamente distribuidos en planta y elevación, capaces de controlar la deformación lateral dentro de límites que evitan las fallas de elementos frágiles como vidrios o muros de relleno aún en caso de sismos intensos. Concreto de buena calidad ($f'c > 210 \text{ kg/cm}^2$). Buena mano de obra y supervisión.

La clasificación presentada, forma parte de la Escala de Intensidades Mercalli Modificada para los países andinos (M.M.A-92) elaborada por Kuroiwa, cuya versión se presentó en el Capítulo V.

9.4.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES.

9.4.1.- Metodología Empleada.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones en base a la clasificación presentada, se han empleado encuestas dirigidas a obtener la información necesaria para establecer su comportamiento sísmico; los modelos de las encuestas se presentan en la parte de Anexos de esta Tesis.

Teniendo en cuenta que existen numerosas edificaciones de diferentes tipos en las ciudades de estudio, se está utilizando

el método de muestreo recomendado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y que ya ha sido empleado en otros estudios similares. Esta metodología encajó con la disponibilidad de recursos y las necesidades de precisión que se requería de acuerdo con el tipo de decisiones que podrían tomarse durante el desarrollo del estudio.

Se buscó que los resultados a obtenerse sean creíbles y demostrables de tal manera que sirvan para plantear soluciones prácticas orientadas a disminuir el nivel de vulnerabilidad en aquellas edificaciones que lo requieran.

La ciudad de Nasca fue preliminarmente inspeccionada conjuntamente con el distrito de Vista Alegre, dividiéndolas luego en áreas de características similares por el tipo de material de construcción predominante, antigüedad y tipo de suelo. Del total de manzanas existentes en cada sector, se escogió el 5% y luego de éstas se encuestó el 10% de las edificaciones.

9.4.2.- Obtención de la Muestra.

Se obtuvo la muestra con la mayor precisión posible bajo las circunstancias y recursos disponibles encontrados, esta exigencia fue necesaria debido a que para la evaluación del comportamiento sísmico de las edificaciones indispensablemente se debe contar con el uso de información confiable.

Lamentablemente en la ciudad de Nasca no se encontraron inventarios actualizados de las edificaciones, información que hubiese sido de valioso apoyo en el presente estudio. A pesar de ello, utilizándose la poca información obtenida se realizó el trabajo de inspección de manzanas y encuestas en edificaciones para recojer la muestra en cada uno de los dos distritos que abarca el presente estudio, el cual estuvo dirigido a las edificaciones cuyo uso es de viviendas, las de

otro uso, consideradas especiales, como aquellas que tienen un potencial de pérdidas grande por ser lugar que pueden congregarse un gran número de personas, no han sido encuestadas pues no son elementos estándar y por lo tanto requieren de un estudio individual y detallado lo que hace que no se les incluya en un estudio de este alcance; no se puede ignorar que son una amenaza potencial por lo que deben ser evaluados en posteriores estudios.

En general, los resultados obtenidos indican que el material predominante que utiliza el poblador para la construcción de sus viviendas, es el adobe artesanal; y sobre estas utilizan coberturas ligeras de caña Guayaquil o madera con torta de barro.

Debido a la predominancia de un material de construcción así como de un sistema estructural y teniendo poca presencia los otros tipos de edificaciones, descritas anteriormente, motivó clasificar las edificaciones en tres grupos, utilizándose como base la clasificación empleada por Kuroiwa (1992). Los tres tipos de edificación que se han definido y con las cuales se ha trabajado son:

- **Tipo 1:** Edificación Sísmicamente Muy Débil.
- **Tipo 2:** Edificación Sísmicamente Débil.
- **Tipo 3:** Edificación Sísmicamente Semirresistente.

Esta clasificación permite identificar la edificación encuestada ubicándola en uno de los tres tipos, permitiendo luego obtener un resultado global del tipo de edificación encontrado en cada sector de estudio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos, describiéndose las características de cada tipo de edificación encontrado.

9.5.- VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE NASCA.

Para la realización de las encuestas, se sectorizó la ciudad en tres zonas, en base a las características de formación, antigüedad, material de construcción predominante, etc. Esta sectorización se ilustra en la Lámina 9.1 y comprende:

- Sector I : Casco Urbano del distrito de Nasca
- Sector II : Asentamientos Humanos ubicados a la ribera del río Tierras Blancas y zona de San Carlos.
- Sector III : Distrito de Vista Alegre y zona de El Porvenir.

Siguiendo con la metodología expuesta anteriormente; en la Lámina 9.2 se indican las manzanas que fueron inspeccionadas en cada sector y en las que se ejecutaron las encuestas.

En el cuadro 9.1, se muestra el número de manzanas y edificaciones que se han considerado por cada sector.

Cuadro 9.1
Manzanas Inspeccionadas por Sector

SECTOR	Nº MANZANAS	Nº EDIFICACIONES
I	7	189
II	8	228
III	9	224

Cuadro 9.2
Distribución de Alturas por Sector

SECTOR	1 PISO	2 PISOS	+ DE 2 PISOS
I	91%	7%	2%
II	100%	0%	0%
III	92%	8%	0%

En el cuadro 9.2 se presenta la distribución de alturas de las edificaciones por sector, se observa que las de 1 piso predominan en

c/u de los 3 sectores. Las de dos pisos se presentan en los sectores I y III en porcentajes menores (7% y 8% respectivamente).

En el cuadro 9.3, se muestra la distribución por sector de los 3 tipos de edificaciones definidas anteriormente. Así mismo se presenta gráficamente los resultados. (Figuras N° 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4)

Cuadro 9.3
Distribución de Tipos de Edificaciones por Sector

SECTOR	TIPO I	TIPO II	TIPO III
I	81%	5%	14%
II	84%	4%	12%
III	78%	5%	17%

A continuación, se describen los tipos de edificaciones encontradas:

Tipo I : Sismicamente Muy Débiles.

Edificaciones con muros de adobe, con dimensiones de (0.30 x 0.20 x 0.09), las antigüedades van de acuerdo a los sectores y a la edad de establecimiento de los Asentamientos Humanos. En el sector I, las antigüedades van de 30 a 50 años; en el sector III de Vista Alegre, las viviendas tienen como máximo entre 25 y 30 años.

Tienen cimentación de piedra con barro en la mayoría de casos y son de 1 piso, las coberturas son livianas y ligeras de caña Guayaquil o madera con torta de barro, no tienen refuerzo estructural y los estados de conservación también depende de cada sector.

Cuadro 9.4
Distribución de Edificaciones Tipo I por Sectores

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO I
I	78 - 84%
II	78 - 84%
III	78 - 84%

TIPOS DE EDIFICACIONES POR SECTOR

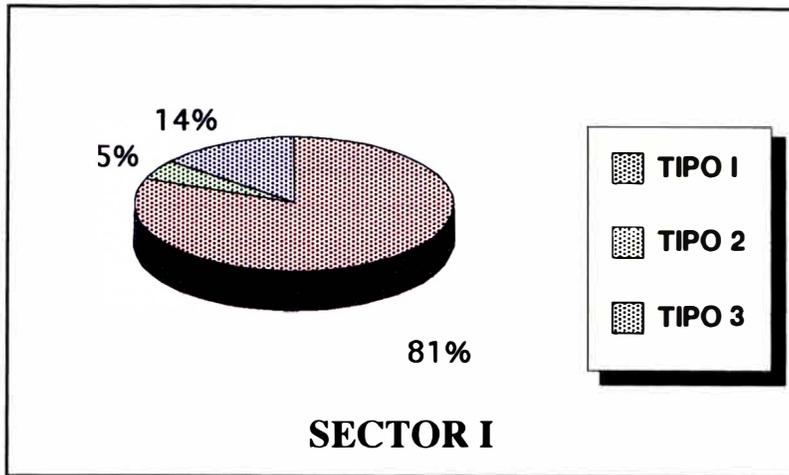


Figura N° 9.1

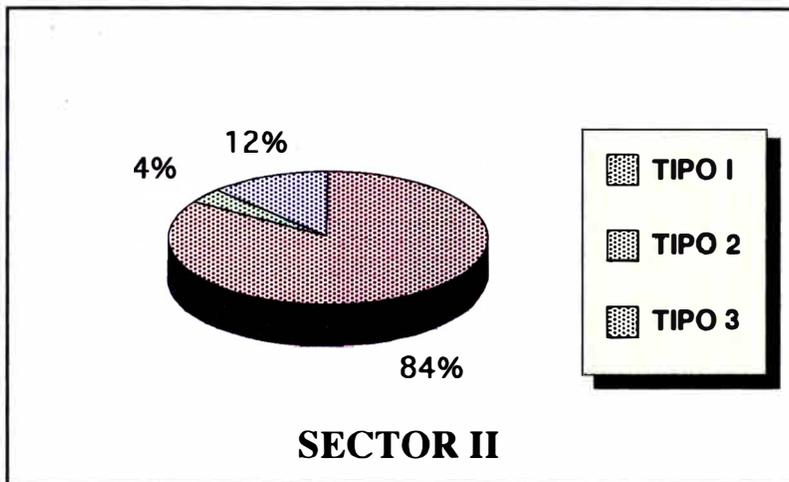


Figura N° 9.2

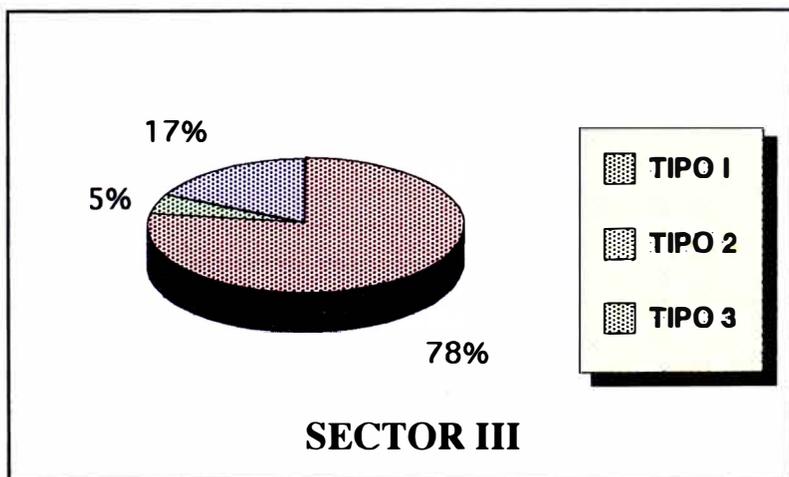


Figura N° 9.3

DISTRIBUCION EN PORCENTAJE DEL TIPO DE EDIFICACIONES POR SECTOR

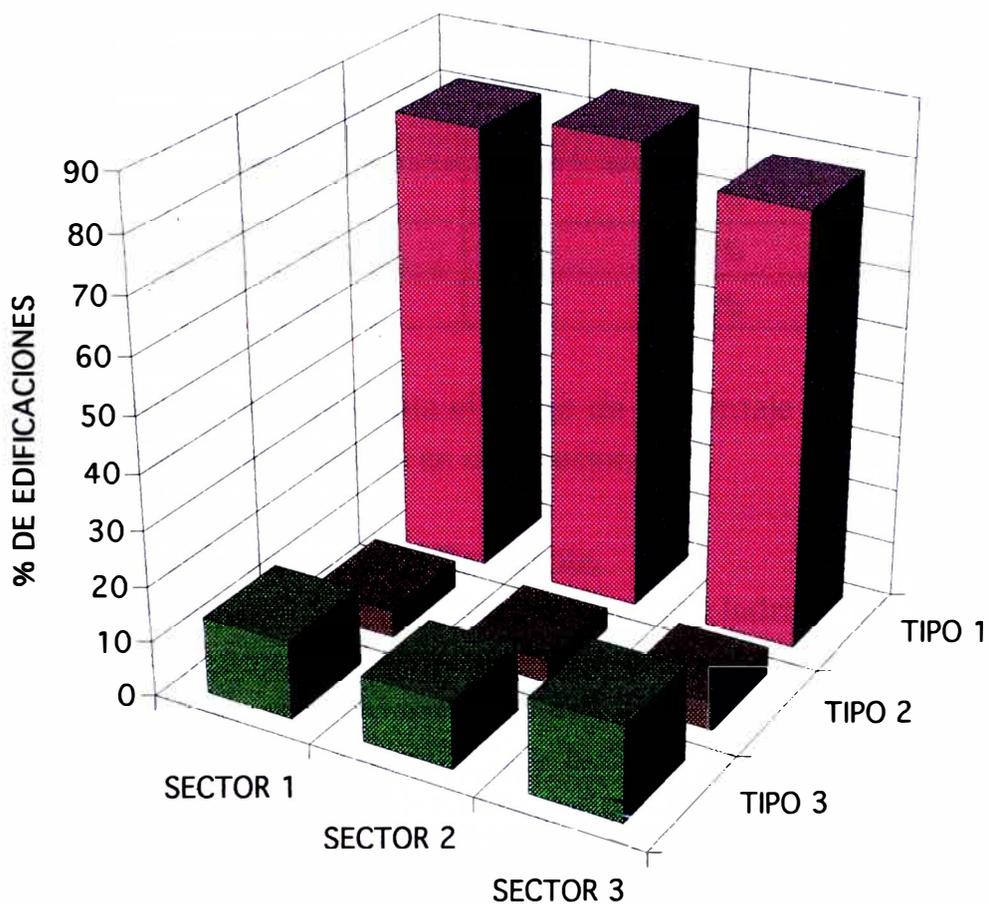


Figura N° 9.4

En el cuadro 9.4 y se presenta el rango de porcentaje de viviendas del Tipo I que se encuentran en cada sector.

Tipo II : Sismicamente Débiles.

Edificaciones construidas con muros de ladrillo (0.15 x 0.25 x 0.12) mts. unidos con mortero de arena-cemento, con o sin columnas de concreto reforzado, sin viga collar, con techo ligero y flexible de caña Guayaquil o madera con cobertura de torta de barro, de regular a buen estado de conservación.

Cuadro 9.5

Distribución de Edificaciones Tipo II por Sectores

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO II
I	4 - 5%
II	4 - 5%
III	4 - 5%

En el cuadro 9.5 y se presenta el rango de porcentaje de viviendas del Tipo II que se encuentran en cada sector.

Tipo III : Sismicamente Semi-Resistente.

Edificaciones de albañilería con muros de ladrillo (0.15 x 0.25 x 0.12 mts.), fabricados artesanalmente y de regular cantidad, unidos con mortero de arena-cemento, con columnas, vigas de amarre y techo de concreto reforzado aligerado con ladrillos huecos para tal fin y de similar calidad que las anteriores, con densidad de muros mayor en sentido perpendicular a la fachada y menor en el sentido paralelo. Todas estas edificaciones fueron autoconstruidas sin haber tenido dirección técnica. De regular a buen estado de conservación.

En el cuadro 9.6 y se presenta el rango de porcentaje de viviendas del Tipo III que se encuentran en cada sector.

Cuadro 9.6

Distribución de Edificaciones Tipo III por Sectores

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO III
I	12 - 17%
II	12 - 17%
III	12 - 17%

En base a los resultados expuestos, se ha determinado que el tipo de edificación predominante en cada uno de los tres sectores en que se dividió la ciudad, es del Tipo I.

Con el tipo de edificación predominante por sector, se puede obtener la Vulnerabilidad Sísmica de la ciudad de Nasca, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Sector I : Donde predominan las edificaciones
del Tipo I **Vulnerabilidad Alta**

Sector II : Donde predominan las edificaciones
del Tipo I, pero con mayor antigüedad
y deterioro **Vulnerabilidad Muy Alta**

Sector III: Donde predominan las edificaciones
del Tipo I **Vulnerabilidad Alta**

En la Lámina N° 9.3 se presentan los resultados finales de Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones para la ciudad de Nasca.

9.6.- RIESGO SISMICO DE LA CIUDAD DE NASCA.

Considerando los resultados obtenidos de la vulnerabilidad sísmica, se procederá en este punto a determinar los niveles de riesgo sísmico de la ciudad de Nasca y el distrito de Vista Alegre.

En el ítem 9.1, se definió el riesgo como la sumatoria del peligro mas la vulnerabilidad. Para nuestro estudio, el peligro a considerarse es el de un sismo de características destructoras que afecte la ciudad de Nasca, por lo que el riesgo sería de tipo sísmico.

Como ya se ha obtenido la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, sólo queda determinar de que manera puede afectar

en la ciudad la ocurrencia de un sismo destructor. Una forma de representar los posibles efectos sísmicos es proyectando las probables intensidades que podrían presentarse en la ciudad para luego hacer una proyección de daños que se presentarían en las edificaciones.

La proyección de las intensidades sísmicas de Nasca, se detalló con amplitud en el ítem 5.4.3 (Ver lámina 5.3).

9.7.- PROYECCION DE DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES.

Determinar los probables daños y pérdidas ocasionadas por un sismo destructor, resulta bastante difícil y complejo porque se involucran una serie de factores que hay que tomar en cuenta; entre los parámetros que hay que considerar, tenemos:

- Profundidad focal y distancia epicentral del sismo.
- Características del suelo a través del cual viajan las ondas.
- Interacción suelo-estructura.
- Características dinámicas de las edificaciones.

Con estos datos, es posible calcular la respuesta sísmica y estimar los probables daños.

Este problema se presenta más complicado si se tiene en cuenta que no existe uniformidad en las características de las edificaciones ubicadas en diferentes tipos de suelo.

Considerando las limitaciones de este trabajo, se han tenido que realizar simplificaciones para poder conseguir resultados prácticos que nos den una idea general del riesgo sísmico al que están expuestas las edificaciones de la ciudad de Nasca.

Kuroiwa (1992), en base al estudio de la destrucción de diferentes tipos de edificaciones que estuvieron sometidas a distintas intensidades sísmicas en el país, ha preparado tablas para estimar el grado de destrucción que sufrirían las edificaciones ubicadas en las diferentes zonas de intensidades. Estas tablas se elaboraron en base a las isosistas de los sismos de 1940, 1966, 1970 y 1974 que afectaron la ciudad de Lima, a pesar de corresponder a eventos con diferentes parámetros, fueron bastantes similares entre ellos, haciendo notar que las condiciones locales de suelo, geología y topografía, tienen gran influencia en la distribución de los daños. Una de estas tablas es

la que se presenta en el Cuadro N° 9.7 en el cual se relaciona la intensidad sísmica probable según la escala M.M.A.-92 con los tipos de edificación clasificados anteriormente según su resistencia sísmica, clasificación que también pertenece a la misma escala. El resultado de dicha relación es el porcentaje de daños que sufrirían los diferentes tipos de edificaciones.

Cuadro N° 9.7
PORCENTAJE DE DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES SEGUN
INTENSIDAD SISMICA PROBABLE (Kuroiwa 1992)
Escala M.M.A. - 92

TIPO DE EDIFIC.	INTENSIDAD PROBABLE			
	VI	VII	VIII	IX
1	10% Fisuras esquinas	20% Grietas Esquinas	60% Colapso Parcial	100% Colapso Total
2	-	10% Fisuras Esquinas	30% Daños Graves	70% Colapso Parcial
3	-	5% Pequeñas Fisuras	+20% Daños Leves	40% Daños Graves
4	-	-	5 - 10% Fisuras	+20% Daños Leves

Las intensidades sísmicas probables propuestas para la ciudad de Nasca las vamos a correlacionar con los tipos de edificaciones encontradas en cada sector.

Relacionando los valores presentados en el Cuadro 9.7 con los resultados presentados en el Cuadro N° 4.3 que corresponden a la distribución de los tipos de edificaciones por sector, se obtiene la distribución por clases de daños que se muestra en el Cuadro 9.8.

9.8.- DETERMINACION DEL RIESGO SISMICO.

Conociendose los resultados de las proyecciones de las clases de daños para los diferentes tipos de edificaciones, se ha determinado el riesgo sísmico en cada sector de la ciudad de Nasca, tomándose en cuenta las siguientes consideraciones:

Cuadro N° 9.8
Distribución del Porcentaje de Tipos de Edificaciones y su
Proyección de Clases de Daños por Sector

SECTOR	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
I	81% Colapso Parcial a Total	5% Daños Graves a Colapso	14% Daños Leves a Graves
II	84% Colapso Parcial	4% Daños Graves	12% Daños Leves
III	78% Colapso Parcial	5% Daños Graves	17% Daños Leves

Riesgo Muy Alto, sectores donde más del 50% de las edificaciones en conjunto tendrán probablemente las siguientes clases de daños: Colapso Parcial o Colapso Total.

Riesgo Alto, sectores donde más del 50% de las edificaciones en conjunto tendrán probablemente las siguientes clases de daños: Daños Graves a Colapso Parcial.

Riesgo Medio, Sectores donde más del 50% de las edificaciones en conjunto tendrán probablemente las siguientes clases de daños: Pequeñas Fisuras, Fisuras, Grietas y Daños Leves.

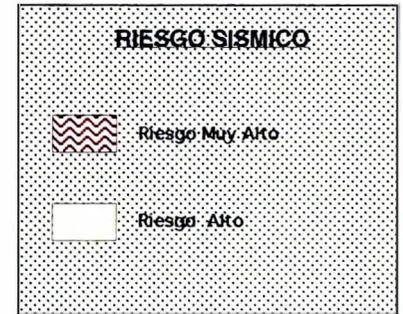
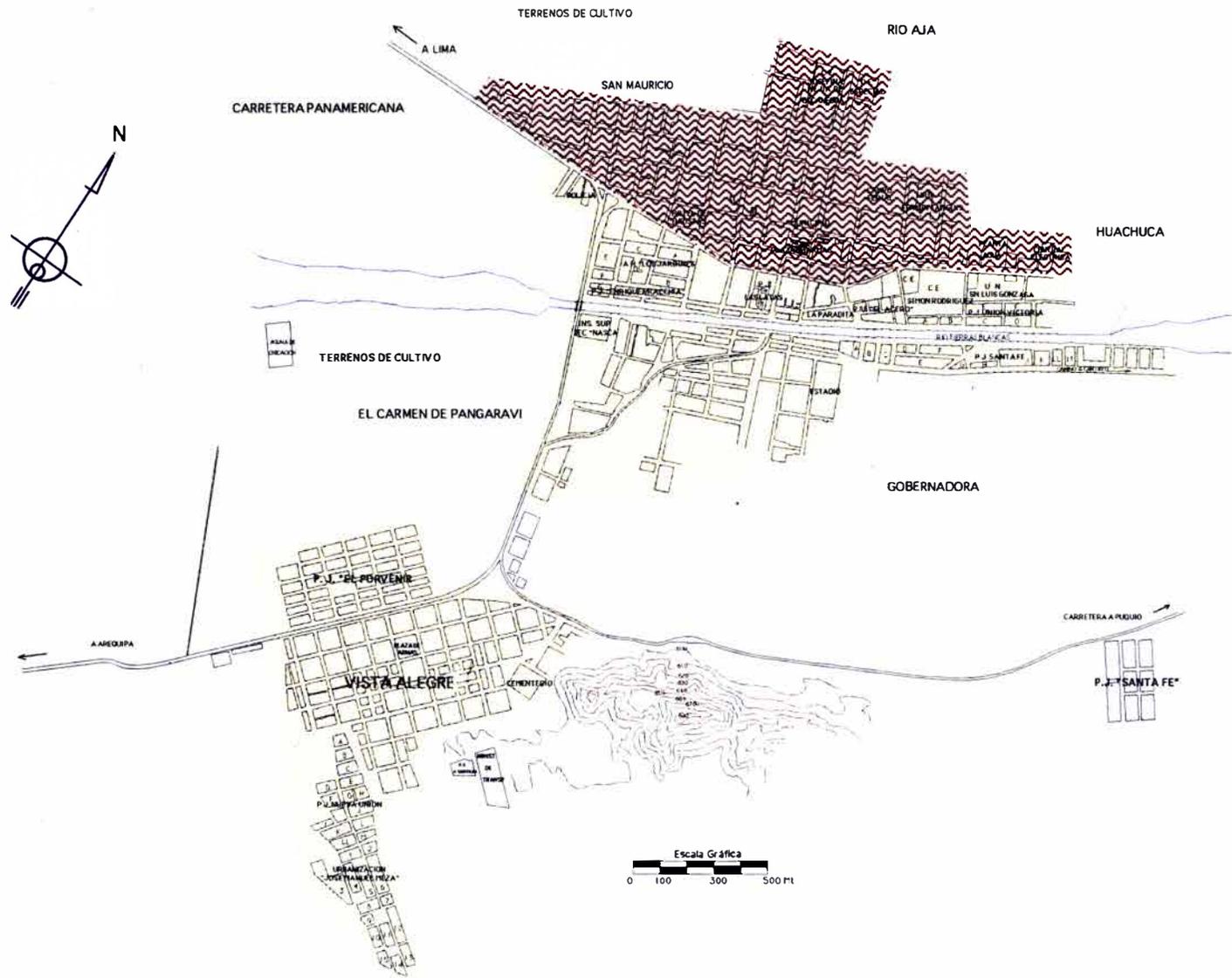
Riesgo Bajo, sectores donde más del 50% de las edificaciones en conjunto probablemente no sufrirán daños.

Los daños proyectados en las edificaciones nos muestran que en el sector I se presenta la clase de daños como para determinar un riesgo sísmico **Muy Alto**, mientras que en los sectores II y III se ha determinado que el riesgo es **Alto**.

En la Lámina N° 9.4 y en el Cuadro 9.9, se presentan los resultados finales de riesgo sísmico para la ciudad de Nasca.

Cuadro N° 9.9
Riesgo Sísmico por Sectores

SECTOR	RIESGO SISMICO
I	Muy Alto
II	Alto
III	Alto



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD		
TESIS MICROLOCALIZACIÓN PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA		LAMINA:
PLANO: RIESGO SISMICO		9.4
TESIS: STA. Bach. Pedro Huíman R.	ASESOR: Ing. Julio Kuroiwa H.	FECHA: Ene. 1996

CAPITULO X

Conclusiones y Recomendaciones

Se presentan a continuación las conclusiones y recomendaciones más importantes a las que se ha llegado al concluir este estudio:

- 1.- La revisión histórica de los sismos ocurridos en la zona de estudio, nos muestra que el terremoto más fuerte fue el ocurrido el 24 de Agosto de 1942, con una magnitud de 8.4 (Richter) y una intensidad de IX M.M. teniendose registrado además varios sismos fuertes en la zona, quedando demostrado que el área en estudio tiene una actividad sísmica importante que debe ser tomada en cuenta con fines de prevención. La máxima intensidad que podría esperarse en Nasca es de IX M.M.A. - 92.
- 2.- La ciudad de Nasca, se encuentra asentada en una zona geológicamente denominada como cuaternario aluvial y litológicamente formada por conglomerados de gravas y guijarros medianamente consolidados con intercalaciones de limos y arcillas.
- 3.- Se han encontrado depósitos de arena fina superficial con nivel freático alto en épocas de avenidas a las riberas del río Aja. En esta zona se esperarían intensidades del orden de IX M.M., así como en la zona central de la ciudad en el Pueblo Joven denominado "Las Latas" y alrededores el cual esta asentado en un terreno de relleno mal compactado mezclado con arcillas arenosas y algun material orgánico con espesores que van desde

los 0.80 a los 3.00 mts. En el resto de la ciudad, la intensidad esperada es de VIII M.M.

4.- El nivel freático en la mayoría de los meses del año está por debajo de los 7 ú 8 mts. y sube en los meses de verano (épocas de avenidas) en algunas zonas (inmediaciones de los ríos) hasta los 2mts o menos en casos extraordinarios. Esta subida en el nivel freático no presenta mayor peligro ya que por el tipo de suelos existente en esas zonas, estos no perderían capacidad portante por efecto de la presencia de agua.

5.- Se recomienda realizar estudios de suelos más profundos complementarios con fines antisísmicos, ya que los existentes sólo abarcan una parte de la ciudad y las calicatas realizadas son insuficientes para tener información precisa de las características de suelo existentes.

6.- Los niveles máximos de aceleración probables para la zona de Nasca, determinados por el estudio de Peligro Sísmico muestran que se podría esperar una aceleración máxima probable en roca base de alrededor de 270 cm/seg^2 para 50 años de periodo de retorno y 466 cm/seg^2 para un periodo de retorno de 475 años.

7.- Se han identificado como zonas inundables las áreas adyacentes a los ríos Aja y Tierras Blancas ya que el primero de dichos ríos no cuenta con ningún tipo de protección en sus riberas y el segundo: al desfavorable desnivel que presenta el río respecto a las viviendas apostadas a sus orillas, se suma la protección insuficiente de las mismas e inclusive en algunos sectores esta se encuentra bastante deteriorada.

8.- Se recomienda proteger suficientemente las márgenes del río Tierras Blancas con diques de contención de mayor altura que los existentes ya que la experiencia a demostrado que cuando la avenida es muy fuerte (mayor de $50 \text{ ó } 55 \text{ m}^3/\text{seg}$), estas defensas han sido insuficientes. Se reitera además seguir adecuadamente las recomendaciones no estructurales detalladas en el acápite 6.3.2.

9.- Se debe evitar la expansión urbana hacia zonas de la ciudad que presentan condiciones desfavorables según la microzonificación física detallada en el acápite 7.1. En cambio se recomienda el crecimiento hacia

las zonas propuestas en el acápite 7.3, el cual incluye zonas reservadas para industrias y crecimientos poblacionales no previstos.

10.- Se ha encontrado en el uso actual de los suelos, una concentración de actividad comercial, institucional y recreacional, dispersos en el área central de la ciudad y en algunos casos con usos no compatibles como una desmotadora de algodón a dos cuadras de la Plaza de Armas.

11.- Uno de los problemas críticos de la ciudad y que debe ser resuelto con prontitud por las autoridades competentes, es el abastecimiento de agua, ya que la producción de este recurso sólo abastece el 55% de la demanda requerida por los pobladores de Nasca y Vista Alegre, y si se espera un crecimiento y desarrollo de la zona, este problema se hará mucho más agudo en el futuro

12.- La vulnerabilidad sísmica en los asentamientos humanos de la ciudad, denominados pueblos jóvenes, se pudo determinar que es por origen, debido al proceso de autoconstrucción de viviendas, las cuales son hechas mayoritariamente sin criterio antisísmico.

13.- La zona más vulnerable es el sector II en el que se ha dividido la ciudad. Los asentamientos humanos apostados en esta zona, optaron por construir sus viviendas con adobe, el cual no ofrece mayor resistencia frente a un sismo de gran magnitud al cual está permanentemente expuesta la ciudad, además gran parte de dichas viviendas, presentan el deterioro natural producto de la acción del tiempo.

14.- La gran mayoría de las viviendas de adobe presentan defectos constructivos típicos como: insuficiente traba horizontal, deficiente mano de obra en la construcción, ausencia de viga collar que rigidice a los muros, poco empotramiento de los dinteles, etc. Por todo ello se presentan en la mayoría de las viviendas de la ciudad altos índices de vulnerabilidad.

15.- Para fabricar los adobes, las personas que se dedican a esta actividad, no utilizan ningún tipo de estabilizador notándose además que de un tiempo a esta parte, los fabricantes han empezado a disminuir el tamaño de los adobes en forma arbitraria a las dimensiones: 0.30 x 0.20 x

0.9 mts. lo que los haría mucho menos resistentes en caso de una sollicitación sísmica.

16.- Se recomienda que la autoridad municipal tome los aportes hechos por los institutos de investigación como el CISMID, que han realizado trabajos para mejorar el comportamiento de los materiales de construcción de uso popular (adobe, quincha, madera, etc.) a fin de que estos conocimientos lleguen: a los fabricantes y que estos puedan mejorar la calidad del producto que brindan al público y, a los pobladores de menores recursos para que las viviendas que construyan sean más seguras y resistentes.

17.- La ciudad de Nasca presenta un alto riesgo de desastre ocasionado por un sismo, debido a la existencia de niveles de vulnerabilidad alto y muy alto en la mayoría de las edificaciones de la ciudad y sobre todo a su ubicación, en una zona de alta actividad sísmica, como se mencionó antes; de ocurrir un sismo este se manifestaría con intensidades entre VIII y IX M.M.A. - 92.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **Kuroiwa H. Julio (1991):** "Microzonificación y su Aplicación al Planeamiento Urbano para la Mitigación de Desastres". Memorias del Seminario Internacional CISMID-UNI, 1991. Lima-Perú.
- 2.- **Castillo A. Jorge (1993):** "Peligro Sísmico en el Perú". Tesis de Titulación Profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.
- 3.- **Pariona R. Humberto (1993):** "Capacidad Portante de los Suelos de Cimentación en Nasca". Tesis de Titulación Profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica - Perú.
- 4.- **INEI (1994):** Resultados Definitivos de los Censos Nacionales. Compendio Estadístico 1993. - Departamento de Ica.
- 5.- **Newell Norman D. (1956):** "Reconocimiento Geológico de la Región Pisco-Nazca". Sociedad Geológica del Perú. Tomo N° 30.
- 6.- **INGEMMET (1995):** "Geología de los Cuadrangulos Lomitas, Palpa, Nasca y Puquio". Boletín N° 53.
- 7.- **Romero I. Edwin (1994):** "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres Naturales de la Ciudad de Trujillo". Tesis de Titulación Profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.
- 8.- **Lázares Fernando (1995):** "Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones de las Ciudades de Ilo, Moquegua y Tacna". Tesis de Titulación Profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.
- 9.- **Instituto Geográfico Nacional (1989):** "Atlas del Perú". Lima - Perú.

- 10.- **Rodríguez Z. Edgar (1989):** "Plan de Defensa de Inundaciones". Memorias del 3er Simposio Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres". CISMID - UNI - 1989. Lima - Perú.
- 11.- **Silgado F. Enrique (1978):** "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 - 1974). Instituto de Geología y Minería-INGEOMIN. Boletín N° 3.
- 12.- **INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HABITAT (1987):** "Arquitectura Sismo Resistente". Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de San Juan - Argentina.
- 13.- **Bolt Bruce A. (1988):** "Earthquakes". Ed. W. H. Freeman and Company. New York - U.S.A.
- 14.- **Kuroiwa H. Julio (1993):** "Curso de Capacitación para Capacitadores". Lima - Perú.
- 15.- **Morales R., Torres R., Rengifo L., Irala C.:** "Manual para la construcción de viviendas de adobe". Universidad Nacional de Ingeniería. Lima - Perú.
- 16.- **Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES. (1984):** "Como Proteger a los Pueblos Ribereños en Peligro de Desborde". Manual de Capacitación. Ediciones Predes. Lima - Perú.

ANEXO "A"

Peligro Sísmico de Nasca

PELIGRO SISMICO DE NAZCA-F.Continentales.
Elaborado por: PEDRO HUIMAN ROMAN

	20		0		0					
10	2.00	5.01	5.70	5.99	6.21	6.40	6.55	6.68	6.80	6.91
	0.0333	0.0200	0.0100		0.0050		0.0035	0.0021	0.0011	0.0000
	6.16	0.65	-1.30		0.51		25.00	0.00	100000.00	0.00

5 1 1 2 2 1 .

0	1.0000	4.9000	7.0000	2.4200	0.1900	65.0000
0	1.0000	4.9000	7.5000	3.3300	0.8800	60.0000
0	0.5000	4.9000	7.1000	3.5500	3.6000	40.0000
0	0.5000	4.9000	7.1000	3.5500	3.6000	50.0000
0	1.0000	4.9000	7.1000	4.5500	0.7500	50.0000
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

1

-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
-79.10	-05.20	-75.10	-04.33
-76.34	-10.67	-74.17	-09.33
-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
-79.10	-05.20	-75.10	-04.33
-76.34	-10.67	-74.17	-09.33
-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
-68.12	-16.13	-67.76	-13.80
1	1	-74.93	-14.82

PELIGRO SISMICO DE NAZCA-F.Continentales.

Elaborado por: PEDRO HUIMAN ROMAN

NSTEP = 20 JCALC = 0 JPRNT = 0

LISTA DE INTENS. EXAMINADAS (CONTINUACION)	2.00	5.01	5.70	5.99	6.21	6.40
	6.55	6.68	6.80	6.91		

RIESGOS DESEADOS	.0333	.0200	.0100	.0050	.0035	.0021
	.0011	.0000				

DATOS DE ATENUACION	C1	C2	C3	SIGMA	RZERO	RONE	AAA	BBB
	6.16	.65	-1.30	51	25.00	.00	100000.00	.00

NUMERO DE FUENTES 5

NUMERO DE SUBFUENTES EN FUENTES 1 1 2 2 1

FUENTE	L/S	COEF	M0	M1	BETA	TASA/AN	PROF.
1	0	1.00	4.90	7.00	2.4200	.1900	65.0000
2	0	1.00	4.90	7.50	3.3300	.8800	60.0000
3	0	.50	4.90	7.10	3.5500	3.6000	40.0000
4	0	.50	4.90	7.10	3.5500	3.6000	50.0000
5	0	1.00	4.90	7.10	4.5500	.7500	50.0000
(SISM. FONDO)	0	.00	.00	.00	.0000	.0000	.0000

INDICADOR DE COORDENADAS = 1
0=CARTESIANAS, 1=GEOGRAFICAS

FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	X1	Y1	X2	Y2
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	X3	Y3	X4	Y4
		-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
		-73.00	-16.53	-71.41	-14.67

FUENTE	2 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
FUENTE	2 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.10	-5.20	-75.10	-4.33
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-76.34	-10.67	-74.17	-9.33
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.10	-5.20	-75.10	-4.33
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-76.34	-10.67	-74.17	-9.33
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-68.12	-16.13	-67.76	-13.80

FUENTE 1 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 81703.8
FUENTE 1 AREA TOTAL 81703.8

FUENTE 2 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 119737.0

FUENTE 2 AREA TOTAL 119737.0

FUENTE 3 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 223026.4

FUENTE 3 SUBFUENTE 2 AREA EXACTA 91586.0

FUENTE 3 AREA TOTAL 314612.4

FUENTE 4 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 223026.4

FUENTE 4 SUBFUENTE 2 AREA EXACTA 91586.0

FUENTE 4 AREA TOTAL 314612.4

FUENTE 5 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 181387.4

FUENTE 5 AREA TOTAL 181387.4

RESULTADOS PARA LUGAR	-74.93	-14.82					
INTENSIDAD:	2.00 6.68	5.01 6.80	5.70 6.91	5.99	6.21	6.40	6.55
ANTILOG(INTENSIDAD):	7.39 796.32	149.90 897.85	298.87 1002.25	399.41	497.70	601.85	699.24
TOD. FUENTES E(NO/A•O):	.177E+03 .826E-08	.219E-03 .296E-08	.722E-05 .111E-08	.128E-05	.298E-06	.757E-07	.238E-07
RIESGO:	.100E+01 .000E+00	.219E-03 .000E+00	.721E-05 .000E+00	.125E-05	.298E-06	.596E-07	.000E+00

RIESGOS:	.03330 .00210	.02000 .00110	.01000	.00500	.00350
INTENSIDAD:	3.22 4.20	3.40 4.43	3.65	3.89	4.02
ANTILOG(INTENSIDAD):	24.91	29.89	38.29	49.05	55.71
	66.87	84.24			

PELIGRO SISMICO DE NAZCA-F.de Subduccion
Elaborado por: PEDRO HUIMAN ROMAN

10	2.00	20 5.01	5.70	0 5.99	6.21	0 6.40	6.55	6.68	6.80	6.91
	0.0333	0.0200	0.0100	0.0050	0.0035	0.0021	0.0011			
	4.23	0.80	-1.00	0.70	25.00	0.00	100000.00			0.00

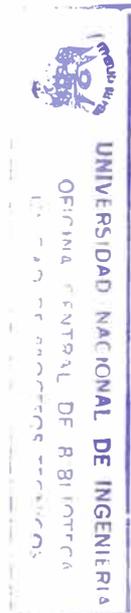
11 1 1 1 1 2 2 1 1 1 2 2

0	0.5000	4.8000	8.0000	3.1400	6.4300	30.0000
0	0.5000	4.8000	8.0000	3.1400	6.4300	60.0000
0	0.7000	4.8000	8.2000	3.2400	3.7900	30.0000
0	0.3000	4.8000	8.2000	3.2400	3.7900	50.0000
0	0.7000	4.8000	8.2000	2.8200	3.9500	30.0000
0	0.3000	4.8000	8.2000	2.8200	3.9500	50.0000
0	1.0000	4.9000	7.2000	2.6900	1.6400	100.0000
0	0.6000	4.9000	7.2000	3.7600	3.0900	80.0000
0	0.4000	4.9000	7.2000	3.7600	3.0900	100.0000
0	0.7000	4.9000	7.5000	3.6900	12.8200	85.0000
0	0.3000	4.9000	7.5000	3.6900	12.8200	120.0000
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

1

-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
-79.80	-8.13	-77.17	-6.53
-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
-70.38	-22.00	-67.98	-22.00
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
-70.38	-22.00	-67.98	-22.00

1 1 -74.93 -14.82



PELIGRO SISMICO DE NAZCA-F.de Subduccion

Elaborado por: PEDRO HUIMAN ROMAN

NSTEP = 20 JCALC = 0 JPRNT = 0

LISTA DE INTENS. EXAMINADAS 2.00 5.01 5.70 5.99 6.21 6.40
(CONTINUACION) 6.55 6.68 6.80 6.91

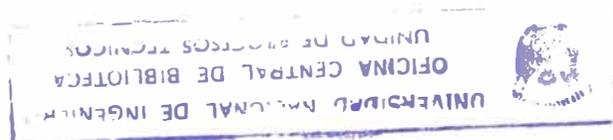
RIESGOS DESEADOS .0333 .0200 .0100 .0050 .0035 .0021
.0011 .0000

DATOS DE ATENUACION C1 C2 C3 SIGMA RZERO RONE AAA BBB
4.23 .80 -1.00 .70 25.00 .00 100000.00 .00

NUMERO DE FUENTES 11

NUMERO DE SUBFUENTES EN FUENTES 1 1 1 1 2 2 1 1 1 2 (CONTINUACION DE SUBFUENTES) 2

FUENTE	L/S	COEF	M0	M1	BETA	TASA/AN	PROF.
1	0	.50	4.80	8.00	3.1400	6.4300	30.0000
2	0	.50	4.80	8.00	3.1400	6.4300	60.0000
3	0	.70	4.80	8.20	3.2400	3.7900	30.0000
4	0	.30	4.80	8.20	3.2400	3.7900	50.0000
5	0	.70	4.80	8.20	2.8200	3.9500	30.0000
6	0	.30	4.80	8.20	2.8200	3.9500	50.0000
7	0	1.00	4.90	7.20	2.6900	1.6400	100.0000
8	0	.60	4.90	7.20	3.7600	3.0900	80.0000
9	0	.40	4.90	7.20	3.7600	3.0900	100.0000
10	0	.70	4.90	7.50	3.6900	12.8200	85.0000
11	0	.30	4.90	7.50	3.6900	12.8200	120.0000
(SISM. FONDO)	0	.00	.00	.00	.0000	.0000	.0000



INDICADOR DE COORDENADAS = 1
 0=CARTESIANAS, 1=GEOGRAFICAS

		X1	Y1	X2	Y2
		X3	Y3	X4	Y4
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE	2 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
FUENTE	2 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
FUENTE	6 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
FUENTE	6 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
FUENTE	6 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-71.85	-22.00	-69.21	-22.00

FUENTE 7 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.80	-8.13	-77.17	-6.53
FUENTE 7 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46

FUENTE 8 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
FUENTE 8 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40

FUENTE 9 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
FUENTE 9 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40

FUENTE 10 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
FUENTE 10 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
FUENTE 10 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-70.38	-22.00	-67.98	-22.00

FUENTE 11 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
FUENTE 11 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
FUENTE 11 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-70.38	-22.00	-67.98	-22.00

FUENTE 1 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA	155885.0
FUENTE 1 AREA TOTAL	155885.0

FUENTE 2 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 155885.0

FUENTE 2 AREA TOTAL 155885.0

FUENTE 3 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 77900.9

FUENTE 3 AREA TOTAL 77900.9

FUENTE 4 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 77900.9

FUENTE 4 AREA TOTAL 77900.9

FUENTE 5 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 89404.0

FUENTE 5 SUBFUENTE 2 AREA EXACTA 78312.1

FUENTE 5 AREA TOTAL 167716.1

FUENTE 6 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 89404.0

FUENTE 6 SUBFUENTE 2 AREA EXACTA 78312.1

FUENTE 6 AREA TOTAL 167716.1

FUENTE 7 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 259880.0

FUENTE 7 AREA TOTAL 259880.0

FUENTE 8 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 136109.9

FUENTE 8 AREA TOTAL 136109.9

FUENTE 9 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 136109.9

FUENTE 9 AREA TOTAL 136109.9

FUENTE 10 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 115848.7

FUENTE 10 SUBFUENTE 2 AREA EXACTA 132162.7

FUENTE 10 AREA TOTAL 248011.4

FUENTE 11 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 115848.7

FUENTE 11 SUBFUENTE 2 AREA EXACTA 132162.7

FUENTE 11 AREA TOTAL 248011.4

RESULTADOS PARA LUGAR -74.93 -14.82

INTENSIDAD:	2.00	5.01	5.70	5.99	6.21	6.40	6.55
	6.68	6.80	6.91				

ANTILOG(INTENSIDAD):	7.39	149.90	298.87	399.41	497.70	601.85	699.24
	796.32	897.85	1002.25				

TOD. FUENTES E(NO/A•O):	.867E+05	.238E+00	.133E-01	.398E-02	.159E-02	.720E-03	.384E-03
	.222E-03	.134E-03	.841E-04				
TODAS FUENTES RIESGO:	.100E+01	.212E+00	.132E-01	.397E-02	.159E-02	.720E-03	.384E-03
	.222E-03	.134E-03	.841E-04				
RIESGOS:	.03330	.02000	.01000	.00500	.00350	.00210	.00110
INTENSIDAD:	5.47	5.60	5.77	5.93	6.02	6.14	6.30
ANTILOG(INTENSIDAD):	237.53	269.66	319.74	377.90	411.80	465.58	543.70

FIN DEL PROBLEMA

ANEXO "B"

Modelos de Encuestas

**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA PARA EDIFICACIONES
(SEGUN MMLA-92)**

ENCUESTA

EDIFICACIONES DE TIERRA

DEPARTAMENTO.....PROVINCIA.....DISTRITO.....
DIRECCION.....MANZANA.....FECHA.....

1) TIPO DE CIMENTACION: Piedra y Barro [] Piedra, Cal o cemento []
Otros (especificar).....

2) MUROS: De Adobe [] Grandes bloques de piedra apisonada []
Otros (especificar).....

Espesor de los muros.....cm Nº de Pisos..... Alt Total.....mt.
Alt por piso.....mt. Separación entre muros.....mt.
Tipo de refuerzo.....

3) TECHADO: Madera [] Caña [] Otros.....

4) ANTIGUEDAD Y ESTADO DE CONSERVACION:

Año aproximado de Construcción.....

Estado de conservación: Bueno [] Regular [] Malo []

Hay fisuras o rajaduras que indiquen que ha sufrido los efectos de sismos anteriores: NO [] SI []

Describe Brevemente.....
.....
.....

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA PARA EDIFICACIONES
(Según MMLA-92)

ENCUESTA

EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA

DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO:

DIRECCION: MANZANA: FECHA:

1) TIPO DE CIMENTACION: corrida sin refuerzos [] corrida con refuerzos []

Otros (Especifique):

2) MUROS DE : bloque de concreto [] ladrillo (tierra cocida) []

Otros:

3) MORTERO: arena-cemento [] barro []

Otros:

4) ELEMENTOS SISMORESISTENTES:

Sin refuerzo [] Con columnas y vigas de amarre de concreto reforzado []

Con refuerzo interior en huecos de bloques []

Otros(especifique):

5) TECHADO: 1^{er} piso ligero y flexible [] Tiene viga collar? Sí [] No []
rígido y pesado []

Otros(especifique):

6) EN CASO DE TECHO RIGIDO Y PESADO:

Espesor de muros cm

Densidad de muros : Direcc. X cm/m²

Direcc. Y cm/m²

7) ESTADO DE CONSERVACION:

BUENO [] REGULAR [] MALO []

8) AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCION:

9) Observaciones :

.....
.....

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA PARA EDIFICACIONES
(Según MMLA-92)

ENCUESTA

EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO

DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO:

DIRECCION: MANZANA: FECHA:

1) TIPO DE SUELO: Blando [] Mediano [] Rígido []

En cuanto estima su período predominanteseg.

2) ALTURA DE LA EDIFICACION: # Pisos: Altura Total:mts.

3) RESISTENCIA ESTIMADA AL CORTE DEL PRIMER PISO:

Area de columnas y muros del 1^{er} piso: m²

Area de construcción por encima del 1er piso: m²

4) DEFECTOS CONSTRUCTIVOS:

Están las cajas de ascensores y escaleras ubicadas fuera del centro de gravedad del edificio y no existen otros muros de corte que la equilibren: SI [] NO []

Según esto, hay excentricidad: SI [] NO []

Hay columnas cortas: SI [] NO []

Cuán críticas son para la seguridad del edificio?

.....

Es débil o flexible en una de las direcciones: SI [] NO []

Tiene suficiente separación de bloques adyacentes para evitar daños por impacto: SI [] NO []

Otros defectos estructurales (describa).....

.....

Material
Fotográfico

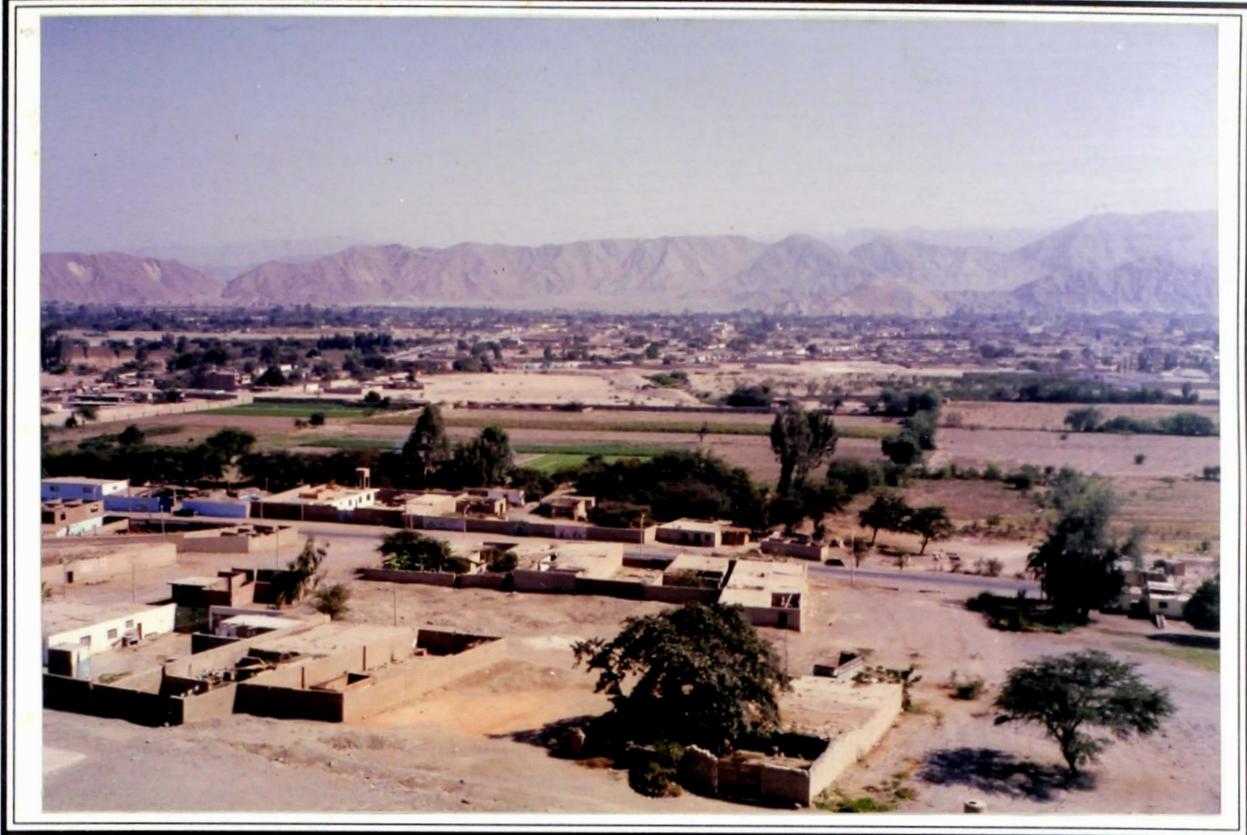


Foto N°1: Vista panorámica del área en estudio. Al fondo se aprecia la ciudad de Nasca. Zona urbana central.



Foto N°2: Vista Parcial del distrito de Vista Alegre, en ella se observa que la mayoría de las viviendas son construidas con material de adobe.

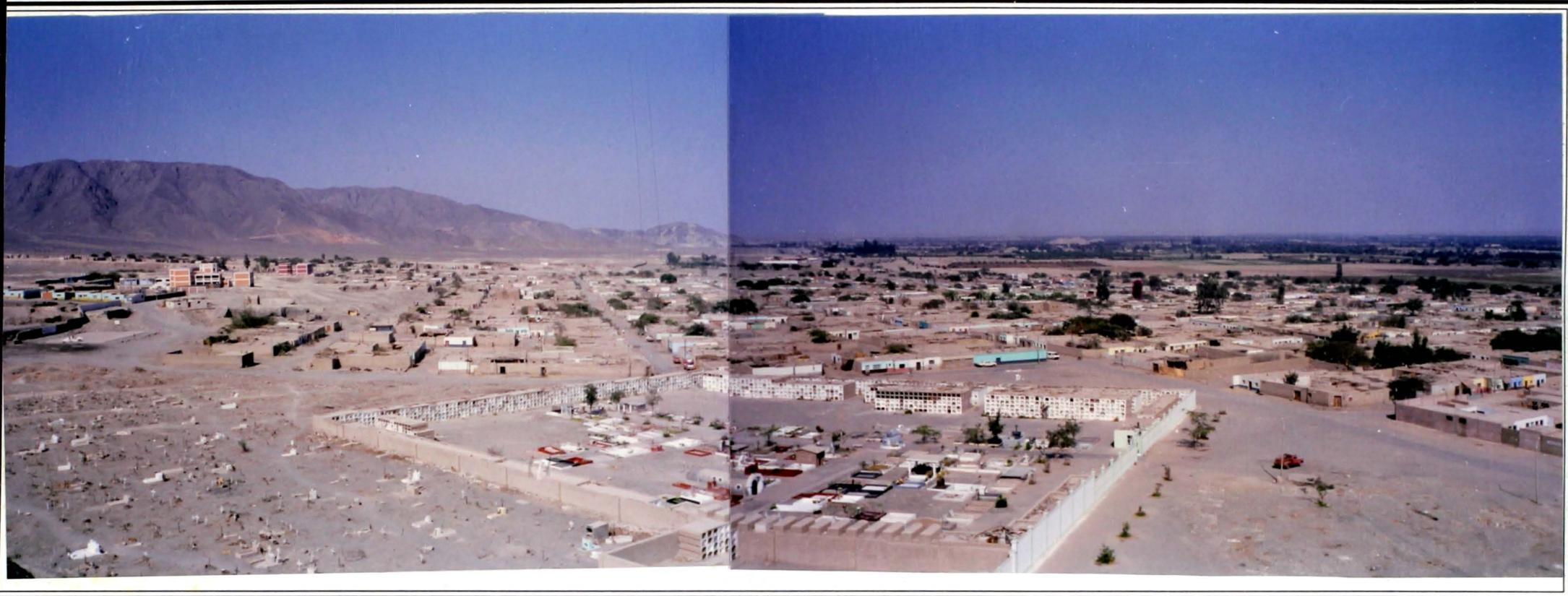


Foto N° 3: Vista panorámica del distrito de Vista Alegre desde un cerro aledaño. Se observa en primer plano el cementerio local y al fondo los terrenos de cultivo de "El Carmen de Pangaraví". Se puede notar además que el material más empleado en la construcción de viviendas es el adobe.



Foto N°4 Vista de un pozo a tajo abierto ubicado en la zona de Bizambra. Se observa el perfil característico de los suelos de Nasca: Un primer estrato de arcillas y limos con un espesor de 0.80 a 2.00 mts. seguido por un estrato de conglomerado de gravas y guijarros, que se extiende hasta los 10 a 15 mts.



Foto N°5: Vista tomada desde el lecho del río Aja a la altura del Colegio Josefina Mejía de Bocanegra. Se observa las escasas defensas construidas para prevenir los desbordes de dicho río.



Foto N°6: Vista del río Aja en la que se observa la hilera de defensas construidas como sistema de prevención



Foto N° 7 : Otra vista del río Aja en la que se observa que en la ribera derecha no se han protegido los terrenos de cultivo ubicados en esa zona. Cuando la avenida es intensa esos terrenos son propensos a inundarse.



Foto N°8: Vista de la última cuadra de la Av. María Reiche en la que se aprecia la proximidad de las viviendas al río Aja (al fondo de la fotografía). En época de avenidas esta zona es propensa a sufrir el desborde del río.



Foto N° 9 : Vista general del río Tierras Blancas en los meses de Abril a Diciembre. Durante todo este tiempo el río permanece seco.



Foto N°10: Vista del río Tierras Blancas, en la que se aprecia la negligencia de los pobladores de la zona al haber improvisado una carretera é incluso haber derribado una parte del muro del contención para permitir el paso de automoviles.

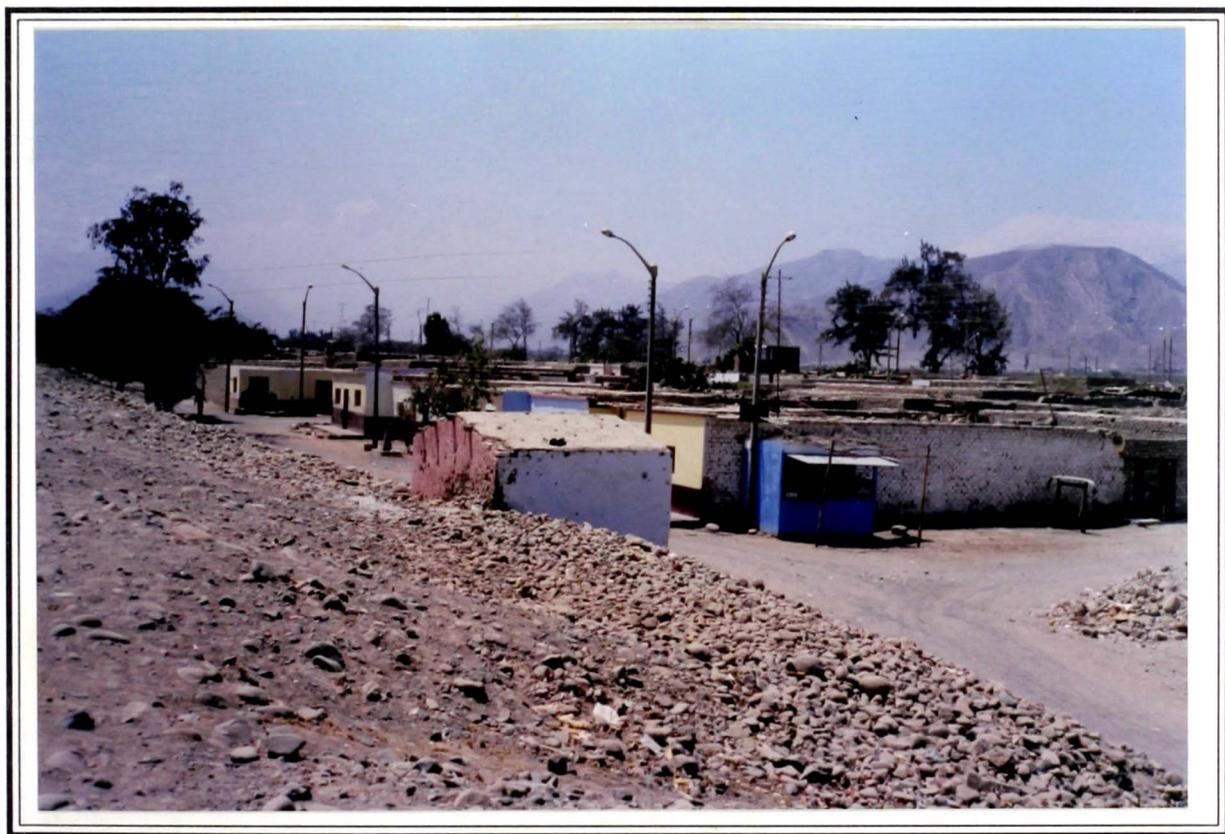


Foto N° 11 : Fotografía tomada desde la ribera izquierda del río Tierras Blancas, en el barrio de San Carlos, en la cual se aprecia la diferencia de cotas entre parte superior del río y el poblado.

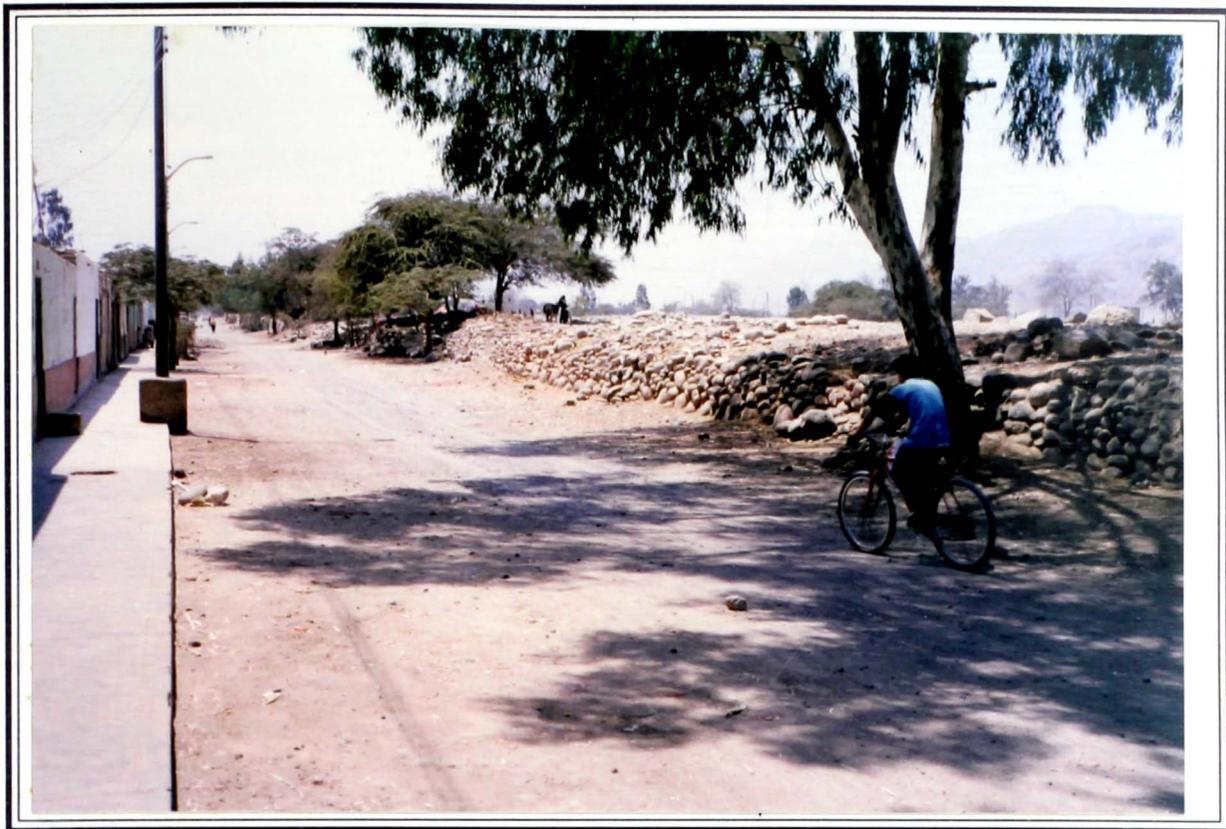


FOTO N°12: Vista de la ribera derecha del río Tierras Blancas, desde el Barrio "El Acero", en ella se aprecia también el desnivel desfavorable entre el río y el poblado. Cuando ocurre un desborde, el agua no tiene como regresar al cauce, provocando que el agua se estanque en el poblado por varios días.

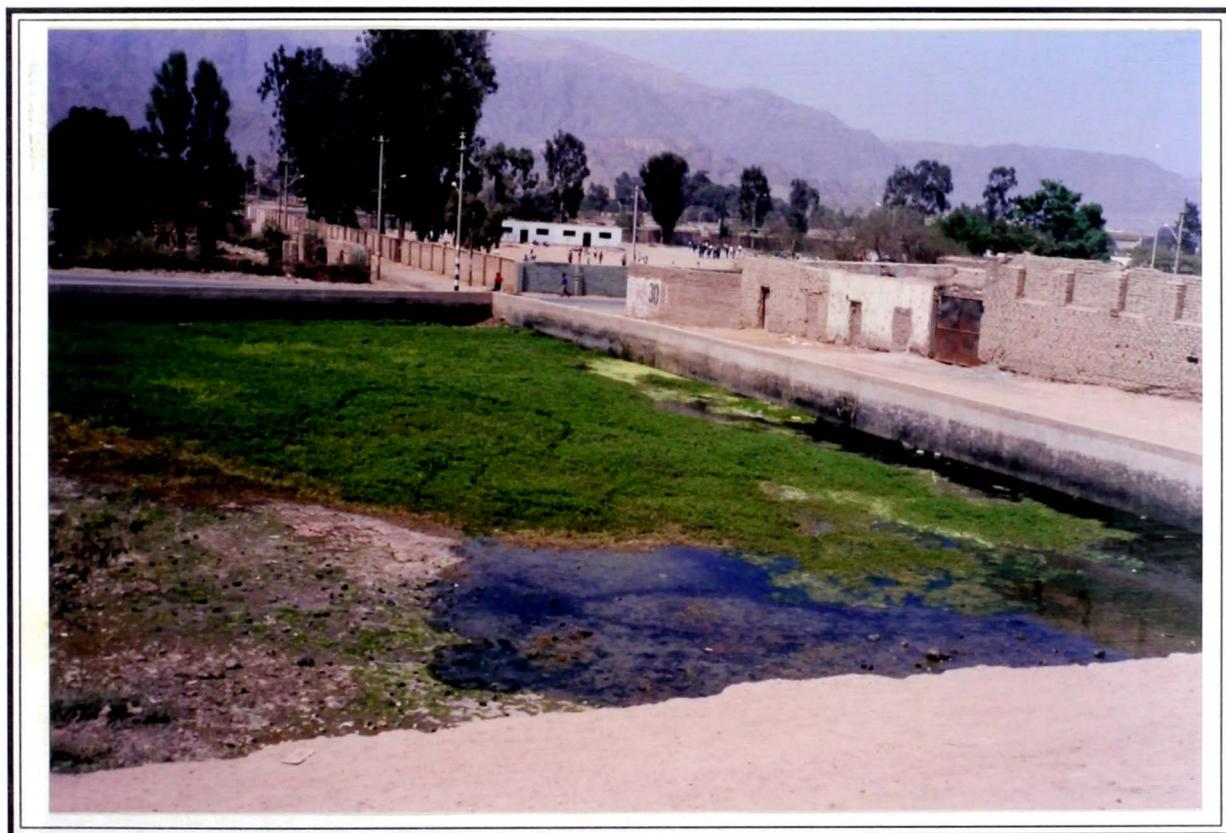


Foto N° 13: Reservorio de aguas con fines agrícolas en la zona urbana de Bizambra a escasas 4 cuadras de la Plaza de Armas. Se observa la escasa altura de sus muros que son insuficientes cuando las avenidas son fuertes. Cuando rebalsa este reservorio, las aguas discurren hacia la zona central ocasionando daños a las viviendas de los alrededores.



Foto N° 14: Fotografía tomada en el último mes de Febrero cuando las avenidas de este año ya se comenzaron a suceder. Se muestra una zona del sector de Santa Isabel, el cual fue dañado por el desborde de una acequia que pasa anexa al poblado. Afortunadamente la respuesta a la emergencia llegó rápido y los damnificados recibieron la ayuda de Defensa Civil.



Foto N° 15: Vista que muestra la fabricación artesanal de adobes en Nasca. Sector correspondiente entre la parte trasera de la Urb. Fermín Tanguis y el río Aja.



Foto Nº16 : Techado típico de las viviendas tipo I. Entramado de caña Guayaquil y cobertura de esteras de bambú o caña partida y encima de estas: una torta de barro.

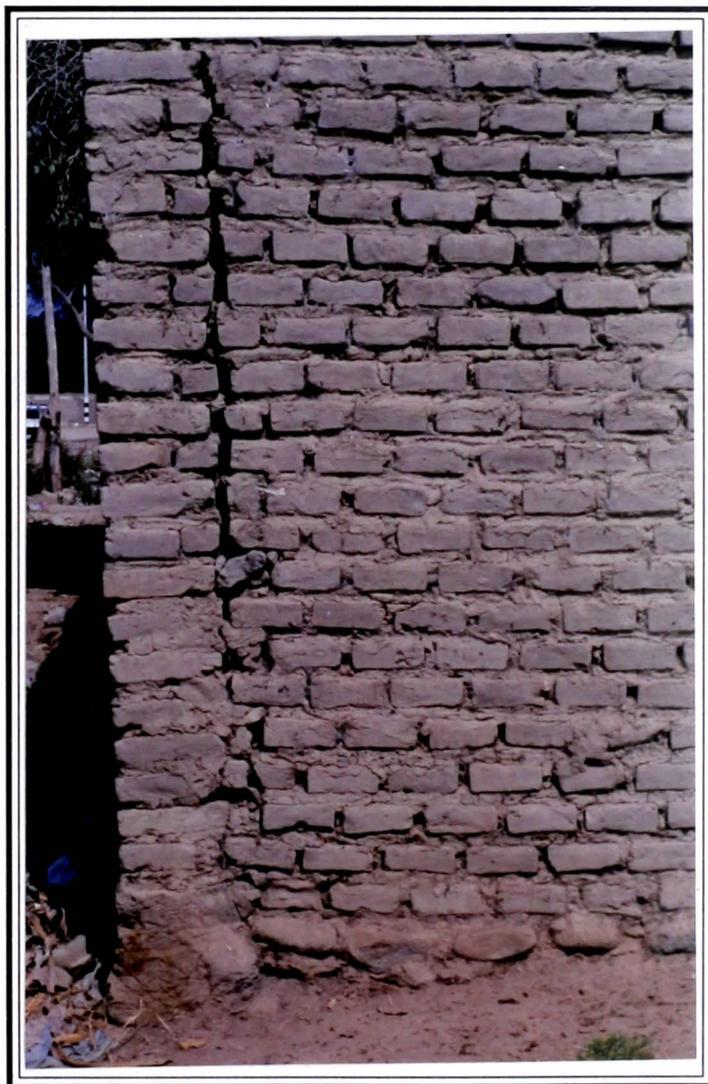


Foto Nº17: Vivienda ubicada al costado del Colegio Josefina Mejía de Bocanegra, en la que se observa una deficiente traba en el encuentro de muros perpendiculares. La mayoría de viviendas de adobe se construyen sin mochetas en las esquinas.



Foto N°18 : Vivienda ubicada a la altura de el puente del Jr. Arica. Se observó una enorme grieta diagonal que parte del vano de la ventana lateral y se extiende hacia abajo y hacia arriba del muro, llegando hasta el techo.

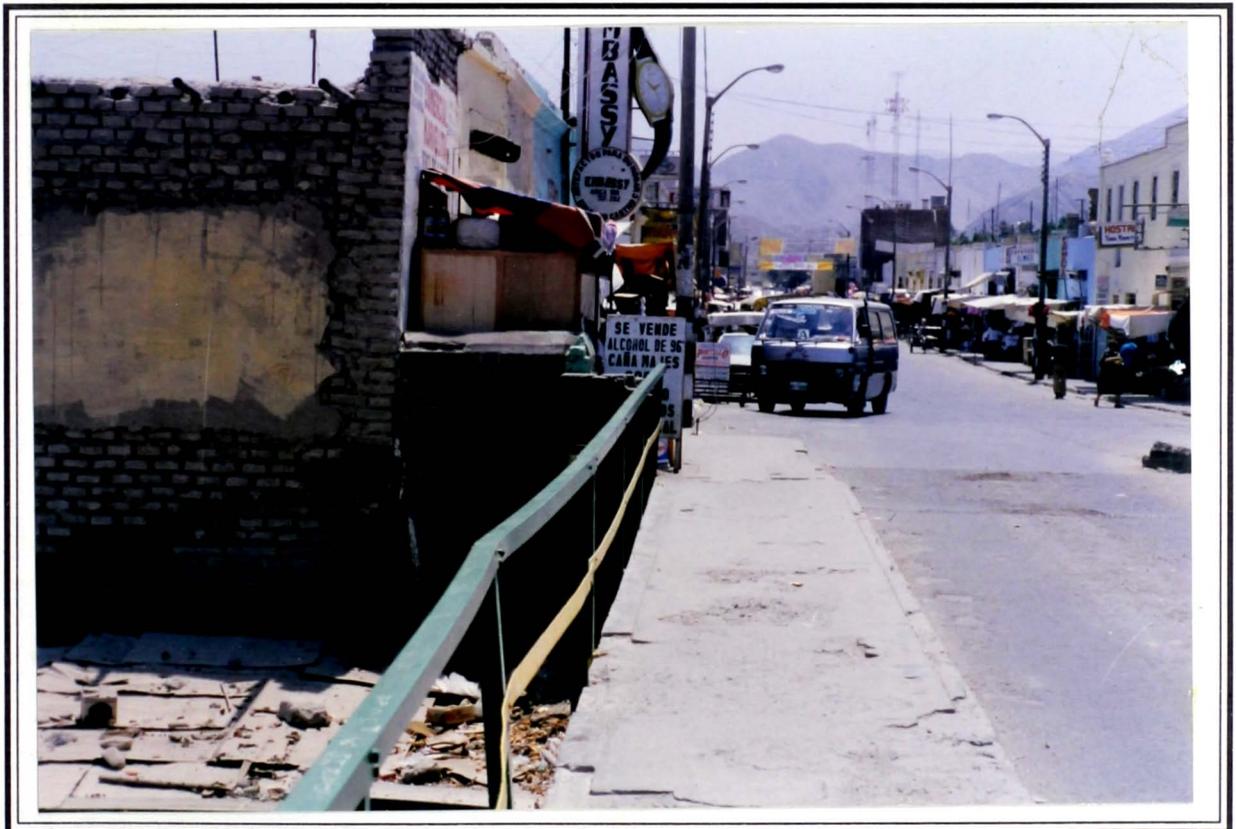


Foto N°19 : El otro extremo del muro de la misma vivienda de la fotografía anterior, donde se observa la deficiencia constructiva en la unión de los muros perpendiculares, los cuales ya se están separando. Otra deficiencia apreciable en esta vivienda es la ausencia de viga collar alrededor de los muros.



Foto N°20 : Fotografía tomada en el barrio de San Carlos. Se observa que la humedad ha carcomido la parte baja del muro de adobe lo cual va a hacer que muy pronto el muro colapse. Se observa ya una rajadura que corre en forma diagonal.



Foto N°21 : Otra vista de una vivienda en el barrio de San Carlos en la que se aprecia el grado de deterioro de la misma. Se observa además la acción de la humedad sobre la parte baja del muro, al igual que la fotografía anterior.



Foto N°22 : Fotografía tomada en el barrio de "El Porvenir" en el distrito de Vista Alegre. Se muestra un defecto típico de construcción en la vivienda de adobe: muros excesivamente largos, sin columnas o mochetas que le den confinamiento y ausencia de viga collar que distribuya uniformemente la carga vertical.



Foto N°23 : Fotografía tomada en el Jr. Arica en la zona central de Nasca. Se observa una construcción de ladrillo en segunda planta sobre una de adobe en primer piso. La ampliación de ladrillo en el segundo piso carece de columnas.



Foto N°24 : Vista lateral desde el Jr. Fermín del Castillo de una vivienda en el Jr. Arica. Se puede apreciar la ausencia de columnas de confinamiento así como la presencia de unidades de albañilería de diferentes calidades y tamaños.

Foto N°25: Vista lateral desde otro ángulo de la misma vivienda de la fotografía anterior. Se observa la ausencia de columnas en el segundo piso así como el "nacimiento" de columnas en la parte posterior de la vivienda para el tercer piso.

