

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**“VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y
BAJA DEL RÍO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA
DE DESARROLLO**

TESIS

Para optar el Título Profesional de :
INGENIERO CIVIL

JOSE LUIS TRUJILLO CERNA

Lima-Perú

1998

PLAN DE TESIS

TITULO : **VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

AUTOR Bach. Ing. JOSE LUIS TRUJILLO CERNA

ASESOR Ing. NEMESIO CANELO ALMEIDA

COASESOR Dr. JORGE DURAND PARDO

CONTENIDO DE LA TESIS

CAPITULO I

GENERALIDADES - VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS

	Pag.
1.1. INTRODUCCIÓN	11
1.2. GENERALIDADES	12
1.3. ASPECTOS GENERALES Y ANTECEDENTES	12
1.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESIBILIDAD.....	14
1.5. CLIMA Y VEGETACIÓN	15
1.5.1. Clima en la Zona de Trabajo (Región Costa).....	15
1.5.2. Región Andina.....	15
1.6. ASENTAMIENTO POBLACIONAL Y PROBLEMÁTICA URBANA DE LIMA.....	16
1.6.1. Antecedentes de Uso del Suelo en el Área Metropolitana.....	20
1.6.2. Actividades en el Área Metropolitana Generadores de la Expansión Urbana.....	21
1.6.3. Patrones de Asentamiento.....	22
1.6.4. Algunas Características Físico-espacial y Socio-económicas del Área de Lima.....	23
1.6.4.1. Grado de Ocupación.. ..	23
1.6.4.2. Infraestructura de Servicio.....	24
1.6.4.3. Areas Industriales.....	25
1.6.4.4. Areas Agrícolas.....	25
1.6.4.5. El Mercado de Suelo y el Desarrollo Urbano.....	26
1.6.4.5.1 Producción y Oferta del Suelo Urbano.....	27
1.6.4.5.2 La Demanda de Suelo Urbano.....	27
1.6.4.5.3 Utilización del Mercado en las Políticas del Suelo y Desarrollo Urbano.....	28

	Pag
1.6.4.5.4 El Uso del Suelo.....	29
1.6.5. Áreas de Expansión Urbana	29
1.6.5.1. Tendencia de Uso.....	29
1.6.5.2 Probables Áreas de Expansión Urbana.	30
1.7. VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO	34
1.8. CONCLUSIONES	36
1.9. RECOMENDACIONES	44
1.10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

CAPITULO II

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA APLICADA; CARACTERÍSTICA DE LOS DESASTRES

	Pag.
2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	48
2.2. OBJETIVOS GENERALES	48
2.3. OBJETIVO ESPECÍFICOS	49
2.4. ESTRATEGIAS	50
2.4.1. Identificación del Peligro	50
2.4.2. Análisis de la Vulnerabilidad ..	50
2.4.3. Evaluación del Peligro	50
2.4.4. Prevención	50
2.4.5. Preparación	50
2.5. RESULTADOS ESPERADOS	51
2.6. METODOLOGÍA APLICADA ..	52
2.6.1. Primera Fase	52
2.6.2. Segunda Fase	52
2.6.2.1. Zonificación Geomorfología.....	52
2.6.2.2. Zonificación Hidrológica.....	52
2.6.2.4. Zonificación Litológica.....	52
2.6.2.5. Zonificación Sísmica.....	52
2.6.2.6. Zonificación Geodinámica.....	52
2.6.2.7. Zonificación por Degradación del Medio Ambiente.....	53
2.6.2.8. Zonificación de Viviendas Vulnerables.....	53
2.6.3. Tercera Fase	53
2.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESASTRES	54
2.7.1. Clasificación de los Desastres	54
2.7.2. Conceptos Básicos	56
2.7.3. Antecedentes para Acelerar la Reubicación	60
2.8. BIBLIOGRAFIA	62

CAPITULO III

ESTUDIO GEODINAMICO Y GEOMORFOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

	Pag.
3.1. INTRODUCCIÓN	62- A
3.2. HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC	62- A
3.2.1. Clasificación Hídrica	63
3.2.2. Análisis de la Información Hídrica Considerada	63
3.2.2.1. Descargas Máximas y Mínimas.....	64
3.2.2.2. Análisis de Descargas Extremas.....	65
3.2.2.3. Máximas Avenidas Probables del Río Rímac.....	65
3.2.3. Sistema Estacional del Río Rímac	66
3.2.5. Aguas Subterráneas	66
3.2.5.1. Características del Acuífero de Lima.....	67
3.2.5.2. Características Geológicas y Geomorfológicas del Acuífero del Río Rímac.....	68
3.2.5.3. Plano de Isopropundidades.....	68
3.2.5.4. Plano de Hidroisohipsas.....	69
3.2.6. Comportamiento Geomecánico de los Materiales	69
3.2.7. Zonificación de la Napa Freatica	69
3.3. GEODINAMICA EXTERNA	71
3.3.1. Fenómenos Geodinámicos	72
3.3.1.1. Deslizamientos.....	72
3.3.1.2. Derrumbes.....	72
3.3.1.3. Huaycos.....	73
3.3.1.3.1. El Huayco del 9/3/87.....	75
3.3.1.4. Inundaciones.....	76
3.3.1.5. Desprendimiento de Rocas.....	77
3.3.2. Características Geotécnicas del Suelo	78
3.3.2.1. Estratos Superficiales (Geotécnia).....	78
3.3.2.2. Estratos Rocosos (Geología).....	82
3.2.2.3. Interacción Suelo Estructura.....	83
3.3.3. Geodinámica Externa y Prevención de Desastres	84
3.3.3.1. La Prevención de Desastres por Erosión del Agua del Río Rímac Utilizando Relaves Mineros.....	84
3.3.3.2. Parámetros Utilizados para Zonificar la Cuenca del Río Rímac.....	85
3.3.3.3. Acciones De Rehabilitación Para La Prevención De Desastres.....	87

	Pag
3.3.3.4. Estudio Hidro-Geodinámico de Huaycos en la Cuenca del Río Rímac con el Fín de Mitigar sus Efectos	90
3.3.3.5. Propuestas de Defensas Ribereñas	90
3.4. GEODINAMICA INTERNA	91
3.4.1. Introducción	91
3.4.2. Marco Tectónico	91
3.4.3. Sismisidad	91
3.4.4. Distribución Espacial de la Sismicidad	92
3.4.5. Sismos Fuertes y Destruyentes Durante el Periodo de 1586-1994	92
3.4.6. Intensidades	94
3.4.7. Zonificación Sismotectónica de la Cuenca del Río Rímac	96
3.4.8. Determinación de los Parámetros Sismológicos	96
3.4.8.1 Aceleraciones	96
3.4.8.2 Relación de Recurrencia	97
3.4.8.2.1 Frecuencia Sísmica	97
3.4.8.2.2 Periodo de Retorno	97
3.4.8.3 Riesgo Sísmico	98
3.4.9. Estimación de Pérdidas Humanas, Físicas y Económicas Ante la Eventualidad de un Desastre Natural (Terremoto) en Lima Metropolitana	99
3.4.10. Tsunamis o Maremotos	100
3.4.10.1 Introducción	100
3.4.10.2 Grandes Terremotos Progenitores de Tsunamis	100
3.4.10.3. Generación de Tsunamis y su Clasificación por la Distancia a su Origen	102
3.4.10.3.1 Características de los Tsunamis	102
3.4.10.4 Protección de la Población y Medidas de Mitigación Contra Tsunamis	108
3.4.10.4.1 Medidas de Prevención Contra Tsunamis de Origen Lejano	109
3.4.10.4.2. Medidas de Prevención Contra Tsunamis de Origen Cercano	110
3.4.10.5. Planes de Emergencia	110
3.4.10.6 Planes de Evacuación para Casos de Tsunamis	111
3.4.10.7. Simulacro de Evacuación de Zonas Inundables del Callao	111
3.4.10.7.1. Altura de la Ola	111
3.4.10.7.2. Zona de Inundación	111
3.4.10.7.3. Señal de Alarma	111
3.4.10.7.4. Refugios	112
3.4.10.7.5 Rutas de Evacuación	112
3.4.10.7.6 Tiempo Disponible para Evacuar el Área Inundable	112
3.4.10.7.7. Ensayos de Evacuación	113

3.5.	CONCLUSIONES	Pag. 114
3.6.	RECOMENDACIONES	129
3.7.	BIBLIOGRAFÍA	132

CAPITULO IV

MEDIO AMBIENTE Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

4.1.	MEDIO AMBIENTE	Pag. 134
4.1.1.	Los Efectos de la Degradación Ambiental.....	134
4.1.2.	Los Problemas Ambientales.....	135
4.2.	CLASIFICACIÓN DE CAUSAS QUE GENERAN CONTAMINACIÓN EN LIMA	135
4.3.	FACTORES GENERADORES DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC	136
4.3.1.	El Aire	136
4.3.1.1	Zonas con Mayor Contaminación Ambiental.....	137
4.3.2.	El Agua	138
4.3.2.1	Protección de los Acuíferos.....	139
4.3.3.	Los Suelos	140
4.4	LEYES PARA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	140
4.5	RESIDUOS SÓLIDOS EN LIMA METROPOLITANA	141
4.5.1	El Problema de la Basura	141
4.5.2	Clasificación de los Residuos Sólidos por su Origen	142
4.5.3	Producción Per-capite de Residuos Sólidos	143
4.5.4	Zonificación de los Rellenos Sanitarios en Lima	143
4.6	DEL SERVICIO DE LIMPIEZA	144
4.6.1	Recolección	144
4.6.2	Barrido	144
4.6.3	Disposición Final	145
4.6.4	Reciclaje de los Productos	145
4.7	PROBLEMAS DEL AIRE EN LIMA METROPOLITANA	146
4.7.1	Contaminantes Atmosféricos	146
4.7.2	Problemática de Lima	147
4.8	DESARROLLO SOSTENIBLE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	148
4.8.1	El Manejo Preventivo de Riesgos y el Ambiente	149
4.8.2	El Manejo de Desastres y el Medio Ambiente	151
4.8.3	La Aproximación Conceptual de la Planificación Urbana Preventiva	151
4.8.4	Evaluación de los Riesgos en Áreas urbanas	153
4.8.4.1	Identificación del Peligro.....	153
4.8.4.2	Análisis de Vulnerabilidad.....	153

	Pag
4.8.4.3 Evaluación del Riesgo.....	154
4.8.5 Degradación del Medio Ambiente Urbano y Vulnerabilidad a los Peligros Naturales.....	154
4.9. VULNERABILIDAD URBANA Y DESARROLLO SOSTENIDO.....	155
4.9.1 Aspectos Económicos.....	155
4.9.2 Aspectos Sociales.....	156
4.9.3 Aspectos Ambientales.....	156
4.10 APROXIMACIÓN A UN DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC.....	157
4.10.1. Zonificación Ecológica.....	157
4.10.2. Políticas Medio Ambientales en la Cuenca del Río Rímac....	158
4.10.3. Programas Medio Ambientales.....	159
4.10.4. Tratamiento en la Cuenca Media y Baja.....	159
4.10.5. Usos del Cauce del Río Rímac.....	159
4.10.6. Tipos de Vertimiento.....	159
4.10.7. Inspección de Cauce.....	160
4.11. COORDINACIÓN DE PROYECTOS Y POLÍTICAS EN EL ROL DE MERCADO Y HERRAMIENTAS DE REGLAMENTACIÓN.....	160
4.11.1. Información y Monitoreo.....	161
4.11.2. Las Limitaciones de la Implementacion.....	161
4.12. CONCLUSIONES.....	163
4.13. RECOMENDACIONES.....	171
4.14. BIBLIOGRAFÍA.....	177

CAPITULO V

REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

	Pag.
5.1 GENERALIDADES.....	179
5.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	180
5.3 METODOLOGIA APLICADA.....	184
5.4 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDAS UBICADAS EN LA MÁRGENES DEL RÍO RIMAC.....	185
5.4.1. Patrones de Asentamiento.....	185
5.4.1.1. Poblacion Asentada Vulnerable.....	186
5.4.2. Niveles de Tugurizacion.....	187
5.4.3. Estado de la Vivienda.....	188
5.4.4. Tenencia de la Vivienda.....	189
5.4.5. Problemas de la Vivienda (Sistemas Constructivos).....	190
5.5 ZONIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES.....	191
5.5.1 Niveles de Riesgo de Colapso.....	191
5.5.2. Identificación de Áreas Vulnerables.....	192

	Pag
5.6 ACCIONES DE PREVENCIÓN A LLEVAR A CABO.	194
5.7 IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS ÁREAS PARA REUBICAR	196
5.8 REQUERIMIENTOS DE VIVIENDA PARA LA REUBICACION	197
5.8.1 Alternativas de Vivienda para la Reubicación .	197
5.8.1.1 Diseño de Prototipo de Vivienda en Base a Paneles Prefabricados ..	197
5.8.1.2 Otros Diseños Elaborados Como Alternativa de Vivienda ..	206
5.8.2 Equipamiento Urbano de las Zonas de Destino de la Reubicados ..	208
5.8.3 Diseños y Sistemas Constructivos para el Equipamiento Urbano.....	209
5.8.4 Factibilidad de Agua, Desagüe y Salubridad ..	210
5.8.5. Equipamiento de Salud, Educación y Recreación..	210
5.8.6 Impacto Ecológico en La Zona a Reubicar. ...	211
5.8.7. Movimiento de Tierras, Vías de Acceso, Lotizado y Tizado de los Terrenos.	211
5.9 ASPECTO OPERACIONAL Y PLAN ESTRATÉGICO DE IMPLEMENTACION.....	211
5.9.1 Estrategia.....	212
5.9.2 Acciones Priorizadas..	212
5.9.3 Acciones Operativas ..	213
5.9.5 Implementacion para la Reubicacion..	214
5.9.6. Costo Beneficio.....	215
5.9.7. Logística para el Traslado ..	215
5.9.8. Cronología de la Reubicacion .	216
5.9.9. Beneficios para el Reubicado.....	218
5.10. CONCLUSIONES...	219
5.11. RECOMENDACIONES.....	228
5.12. BIBLIOGRAFÍA	230
5.13. ANEXOS.....	231

CAPITULO I

GENERALIDADES - VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS

1.1 INTRODUCCIÓN

El tema de la reubicación tiene particular importancia en el contexto de asentamientos en nuestro país que permite a las familias una mejor condición de vida y habitabilidad, propiciando su desarrollo sostenible. Debido a la diversidad de condiciones geomorfológicas en que se encuentra asentada nuestra población, está expuestas a diferentes y continuos fenómenos de geodinámica interna, externa y medio ambientales, los que al no ser considerados en los proyectos de desarrollo urbano y rural, originan cuantiosas pérdidas humanas y materiales, lo cual trae consigo problemas sociales y atraso económico que pueden ser evitados; por lo tanto es necesario implementar un Plan General de Reasentamientos a Nivel Nacional.

Lima metropolitana está ubicada sobre tres llanuras aluviales que corresponden a los ríos Chillón, Rímac y Lurín, ocupando aproximadamente 1,100 Km². Al Oeste está limitada por la línea de costa con rasgos morfológicos variados, desde puntas ensenadas, bahías hasta los acantilados que ganan altitud según la dirección noroeste al Sur-Este. Entre el Morro Solar y La Punta se aprecia una terraza con mayor desarrollo en Miraflores donde se ubica la parte central del cono deyección del Río Rímac.

En la cuenca del río Rímac, especialmente en el tramo comprendido entre Ricardo Palma y su desembocadura al mar, a lo largo de últimos años, se han establecido centros poblados en zonas de alto riesgo como: márgenes del río, conos de deyección, quebradas, acantilados, terrenos inestables, etc.

Esta situación responde básicamente a la migración de los habitantes de las áreas rurales hacia las grandes ciudades en búsqueda de bienestar económico y seguridad en general.

Esta población, al no disponer de recursos económicos suficientes, se ha ido asentando en zonas que presentan condiciones cada vez menos favorables y de alto riesgo a efectos de fenómenos naturales o inducidos por la mano del hombre. El proceso de invasión poblacional se ha llevado a cabo, en la mayoría de los casos, sin planificación o estudio que considere los requerimientos básicos necesarios para la ejecución de un plan de Expansión Urbana.

Consciente de esta problemática, se ha previsto dentro de los planes de trabajo, prevenir y cautelar la vida y salud de la población, ya que estas actividades están enmarcadas dentro nuestras funciones de prevención y mitigación de desastres como profesionales de la Ingeniería Civil. Para esto se está implementado estudios que proporcionen el sustento técnico necesario para que en forma definida se identifiquen los principales poblados ubicados en áreas de riesgo, a fin que las autoridades competentes tomen como sustento en decisiones de posible habilitación, protección y reubicación.

1.2 GENERALIDADES

Anualmente, durante cada estación de lluvias y en particular cuando éstas son muy intensas, en la cuenca del Río Rímac se producen fenómenos fortuitos de geodinámica externa (huaycos, inundaciones, deslizamientos), además de los fenómenos de geodinámica interna como sismos y Tsunamis. Fenómenos que son agravados por la degradación medio ambiental, creando problemas de tipo económico y social a la gran población de Lima y a los pequeños poblados ubicados en las riberas y afluentes de los ríos Rímac, Lurín y el Chillón.

Los daños consecuentes de estos fenómenos se localizan principalmente en la cuenca media y baja de dichos ríos, en especial del Rímac

En la cuenca media, los problemas son mayormente huaycos y en menor proporción, erosiones e inundaciones, interrumpiendo muchos tramos de las obras viales, con el consecuente desabastecimiento de la gran Lima y para muchas zonas de la región Central del Perú.

Los problemas de la cuenca baja son generalmente inundaciones, deslizamientos, erosión y colmatación que, aunados al alto nivel de hacinamiento y tugurización, conforman una zona altamente vulnerable y con muchos riesgos.

1.3 ASPECTOS GENERALES Y ANTECEDENTES

La cuenca del río Rímac tiene una longitud de 150 Km. y una fuerte pendiente en su cauce superior y medio, siendo su punto más elevado cercano a los 5,000 metros sobre el nivel del mar.

Su cauce es de tipo torrentoso montañoso, de curso abrupto, con caudales máximos entre los meses de febrero a marzo y mínimos entre julio y setiembre.

El aforo máximo registrado en la estación de Chosica ha sido de 500 m³/seg. (19/03/1925) y la descarga mínima ha sido de 5.63 m³/seg. (1930).

La cuenca inferior del río Rímac, es bastante seca dada la escasa precipitación. Sin embargo se producen lluvias ocasionales de gran magnitud cuando tormentas orientales logran pasar la barrera occidental de los Andes, o cuando se presenta el fenómeno denominado friaje acompañado con la llegada de la Corriente del Niño.

Se estima que en el cauce inferior, el nivel de peligro por inundación es alto, requiriendo medidas urgentes.

Se recomienda formular planes de control de inundaciones y mejoramiento, considerando un ancho de cauce de entre 50 y 65 mts. Es necesario hacer un estudio de las obras de arte hechas hasta la actualidad en

el cauce del río para corregir los efectos negativos ocasionado por la variación de la dinámica de flujo del río

Se estima por este estudio que Lima podría ser afectada con una inundación, cuya altura podría llegar hasta 1 metro considerando un periodo de retorno de 100 años.

Se deberá prever la ocurrencia de lluvias extraordinarias y su impacto sobre la superficie de las edificaciones y el alcantarillado, no preparadas para ello.

Para tal efecto, debería tomarse las medidas de protección pertinentes mediante la impermeabilización de coberturas y el establecimiento de superficies con pendiente adecuada hacia sistemas de recolección de aguas pluviales.

El crecimiento urbano de las principales de ciudades en nuestro país ha sido violento, creando enormes déficits en la calidad de la vivienda así como en los servicios básicos, produciendo un proceso descontrolado de expansión urbana hacia las áreas circundantes a los conglomerados urbanos. Este crecimiento ha sido más rápido que la implementación de los sistemas de planificación urbana.

La explosión demográfica tiene una mayor incidencia en los estratos poblaciones de bajos ingresos, produciéndose una ocupación del suelo urbano en áreas no adecuadas, sobrecargando las densidades ocupacionales preestablecidas. De otro lado, no se han tomado en consideración las características geomorfológicas y geodinámicas de las zonas urbanas, por lo que es necesario identificar los peligros existentes en las áreas urbanas. De igual manera las vulnerabilidades deberán ser tratadas específicamente al interior de cada una de las estructuras urbanas de las ciudades y finalmente para mitigar los riesgos, se deberá implementar acciones puntuales que deben ser definidas en los documentos orientadores de cada Municipalidad o Región.

Para reducir el costo de los riesgos de los desastres hay que buscar un equilibrio en la prevención, la preparación y las medidas de respuesta a las emergencias, pues de no hacer la inversión necesaria antes de la ocurrencia de un evento desastre, el costo de la rehabilitación será mucho mayor.

La técnica de la planificación urbana debe ser considerada como una alternativa estratégica y de impacto, haciendo más eficaz la toma de decisiones sobre el espacio urbano, estableciendo un proceso de evaluación del mercado de tierras de acuerdo a la relación suelo-estructura, para asegurar la productividad de la economía urbana mediante la mitigación de los desastres y lograr de ésta manera aliviar la creciente incidencia de la pobreza urbana.

El manejo de zonas de alto riesgo en el espacio urbano debe tener una alternativa de apoyo técnico para el mejoramiento de la habitabilidad y calidad de vida de las poblaciones, para este fin es necesaria la protección de áreas de riesgo potencial de la cuenca del río Rímac, realizando estudios puntuales de

riesgo geodinámico y caracterización geomorfológica, además de la implementación de acciones técnico normativas de la zonificación urbana.

La vulnerabilidad urbana y el desarrollo sostenido requieren de una aproximación balanceada basada en criterios urbanísticos, económicos, sociales y ambientales, ya que la creciente escala de la productividad urbano industrial esta exacerbando la degradación ambiental incrementando la vulnerabilidad de los pobladores urbanos tanto a desastres naturales como tecnológicos.

El objetivo de este trabajo está orientado a mitigar el nivel de vulnerabilidad de las comunidades urbanas, para lo cual hay que establecer las estrategias y políticas de acción de la prevención y mitigación de desastres. La red de asentamientos en el Perú no es ajena a los problemas predominantes a nivel mundial; nuestras principales ciudades son el resultado de un intenso proceso de urbanización, que trae como consecuencia los desequilibrios espaciales en las estructuras urbanas; por ejemplo en 45 años la ciudad de Lima paso de un 1'000,000 de habitantes a mas de 7'000,000 y el área urbana que en ese entonces era de 6,000 Has., en la actualidad tiene 62,500 Has ., produciendo una degradación en las condiciones de vida.

El mapa de riesgos a nivel nacional presentado por el INDECI nos induce a que un 48% de la población del país ésta sujeta a los peligros, vulnerabilidades y riesgos predominantes en cada una de las regiones naturales, sobretodo en las ciudades costeras y las andinas localizadas en el sur.

En consecuencia, el planeamiento urbano y la mitigación de los desastres deben estar plenamente concatenados en los planteamientos de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, donde todo el instrumental técnico normativo en la orientación del crecimiento de las ciudades asegure la protección y seguridad de los habitantes, para lo cual los criterios de planeamiento como la zonificación y estructuración urbana deben estar enmarcadas en el planeamiento estratégico y de impacto, para ser eficaz la toma de decisión traducida en los planes urbanos y los planes de prevención de desastres.

En el caso peruano, es necesario impulsar la ocupación racional del espacio urbano; tomando como prioridad las condiciones del suelo urbano; para obtener viviendas seguras que incluyan sistemas constructivos sismo resistentes ya que un 45% de las viviendas urbanas son construidas por el sistema de auto construcción, convirtiendose posteriormente en la vivienda evolutiva de los nuevos asentamientos urbanos periféricos.

1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESIBILIDAD

La cuenca del río Rímac se encuentra ubicada en el Perú, departamento de Lima decinde del ramal Occidental de la Cordillera de los Andes, de entre las cumbres nevadas de Anticona, Pocococha, Yuracocha, y llega al borde del Océano Pacífico, teniendo 204 Km. de largo con un ancho promedio de 16 Km.

y una superficie de 3,398 Km². Esta cuenca limita al Noreste con la cuenca del río Mantaro, al Sudeste con la del río Lurín, por el Noroeste con la del río Chillón y por el Sudoeste con el Océano Pacífico (Ver Plano N° 1 - 01).

El área en estudio queda comprendida dentro de las siguientes coordenadas geográficas:

Paralelos 11° 36' 15" y 12° 10' 30" de latitud Sur.

Meridianos 76° 04' 00" y 77° 07' 18" de longitud Oeste.

La ciudad de Lima es el centro de las comunicaciones nacionales e internacionales del Perú, teniendo al Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" y el Puerto del Callao como los puntos de embarque y desembarque más importantes.

En cuanto a la red vial terrestre del país, está converge a la ciudad de Lima, siendo la carretera Panamericana, la vía más importante que recorre toda la faja costera tanto por el norte como por el sur, atravesando transversalmente la cuenca del Río Rímac.

La Carretera Central es la que enlaza la gran región central y oriental del país recorriendo longitudinalmente la cuenca del Río Rímac.

En la cuenca del Río Rímac hay una serie de carreteras secundarias y de penetración que ponen en comunicación a casi la totalidad de los centros poblados existentes con la Carretera Central.

1.5 CLIMA Y VEGETACIÓN

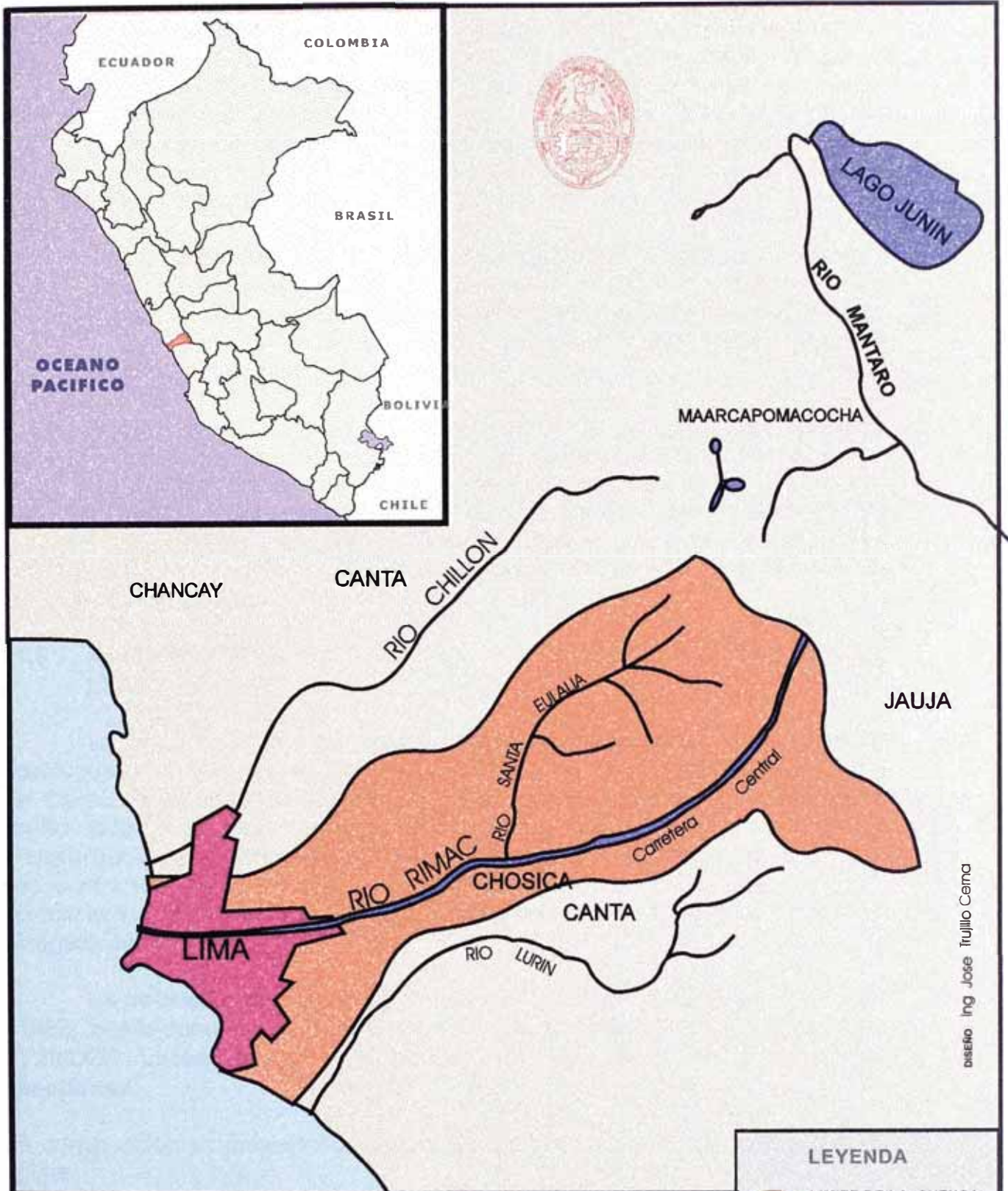
1.5.1 Clima en la Zona de Trabajo.(Región Costa)

Comprendida desde el nivel del mar hasta los 1000 m.s.n.m.. La humedad relativa es muy alta, variando entre 84% y 93% como promedio diario anual. Las precipitaciones son escasas y constituidas por ligeras lloviznas o garúas, con un promedio de 21 mm. anuales, registrando excepcionalmente lluvias intensas en caso de presentarse los fenómenos del friaje, que son vientos helados provenientes del Sur, o de la Corriente del Niño.

Las temperaturas medias anuales varían de 22° en Febrero a 15° en Julio, salvo la ocurrencia del fenómeno del Niño que aumenta la temperatura en 5 o 6 grados centígrados

1.5.2 Región Andina.- Comprendida en pisos altitudinales.

- **De los 1000 a 2000 m.s.n.m.**, se caracteriza por tener un clima subtropical desértico. Con lluvias estacionales de poca intensidad y duración que se produce de Diciembre hasta Abril. Las temperaturas medias anuales son de 17.3° a 18.7° C, con máximas de 25° en Mayo y mínimas de 8° en Julio.



diseño Ing Jose Trujillo Ceima

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIEROCIVIL

LEYENDA	
	LIMITE DE LA CUENCA DEL RIMAC
	RIO RIMAC
	LIMA METROPOLITANA

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

UBICACION GEOGRAFICA

ELABORADO POR
Bach Ing. JOSE LUIS TRUJILLO C.

DIC 97 PLANO N° 1 - 01

- **De los 2000 a 3500 m.s.n.m.**, posee un clima templado y seco con temperatura promedio anual entre 11° y 16° C. Las precipitaciones son de 250 mm., anuales y estas caen de Diciembre a Marzo Normalmente estas lluvias se producen después de un largo periodo de sequía, la cual genera problemas geodinámicos y morfológicos debido a que las laderas se encuentran sin una cobertura vegetal y las vertientes secas.
- **De los 3500 a 4000 m.s.n.m.**, comprende las altas vertientes y punas de la cuenca. Con un clima sub-humedo y frío, la temperatura media anual es de 10° C. Se caracteriza por la presencia de heladas, las lluvias se producen durante el verano y son superiores a los 450mm. Anuales.
- **De los 4000 a Más m.s.n.m.**, predomina un clima excesivamente húmedo y frígido, caracterizado por la presencia de intensas lluvias con 765mm. a más anualmente. Las temperaturas en las noches bajan hasta temperaturas menores a los 0°C, con un promedio de 4°C. Todos estos pisos altitudinales sufren una variación notable en su clima con ocasión de la presencia del fenómeno del Niño, o del friaje y vientos helados procedentes del Sur.

1.6 ASENTAMIENTO POBLACIONAL Y PROBLEMÁTICA URBANA DE LIMA.

La ciudad de Lima se originó históricamente a partir de dos centros poblados diferentes, uno es Lima como centro político administrativo del país, y el Callao como primer puerto marítimo, que fueron creciendo progresivamente sobre todo desde 1940 hasta convertirse en una unidad física y funcional tipo "conurbación". Dicho proceso de metropolización ha originado una gran concentración de población y de actividades económicas así como un crecimiento urbano desordenado, tan así que en estos momentos se habla de la Megaciudad de Lima.

La población de la ciudad de Lima y Callao proyectada a Octubre de 1997, basándose en el censo de 1993 es de 7'259,307 habitantes con 1'283,667 viviendas, las que ocupan un área aproximada de 62,500 hectáreas.

A continuación se presenta un resumen en números de la situación actual de Lima.

RANGO DE EDADES	POBLACIÓN
04 - 14	2'237,160
15 - 64	4'731,123
65 - (+)	291,024
TOTAL	7'259,307

FUENTES PROPIAS EN
BASE AL CENSO DE 1993

EQUIPAMIENTO URBANO

INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

TIPO DE SERVICIOS	NUMERO	NUMERO DE CAMAS
HOSPITALES Y CLÍNICAS	147	17,298
CENTROS DE SALUD	258	27
PUESTOS SANITARIOS	345	0
TOTAL	750	17,325

FUENTES PROPIAS EN BASE AL
PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO

ÁREAS VERDES

(Parques y Plazas)	
Existen Parques y Plazas	1,403 hás
Se necesitan	4,211 hás
Déficit	2,808 hás

FUENTES PROPIAS EN BASE AL
PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO

PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO DIRECTO E INDUSTRIAL

Planta de tratamiento de la Atarjea	16.7 m3/seg.
Pozos SEDAPAL	5.9 m3/seg.
Pozos Industriales	1.9 m3/seg.
Derivaciones superficiales	0.3 m3/seg.
Pozos y manantiales independientes	0.5 m3/seg.
TOTAL	25.3 m3/seg.

DEMANDA DE CONSUMO PROMEDIO DE LIMA Y CALLAO: 26.4 m3/seg.
 PRODUCCIÓN DE AGUA POR DIVERSAS FUENTES 25.3 m3/seg.
 DÉFICIT EN EL SERVICIO 1.1 m3/seg.

FUENTES PROPIAS, EN BASE
AL CENSO DE 1993 Y SEDAPAL

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA VIVIENDA EN LIMA Y CALLAO

Uso de la vivienda	%	cantidad
Unifamiliar	68.6%	880,596
Multifamiliar y otros	31.4%	403,071
TOTAL	100.0%	1'283,667

FUENTES PROPIAS EN BASE
AL CENSO DE 1993 Y SEDAPAL

CARACTERÍSTICA DE LOS SERVICIOS BÁSICOS

VIVIENDAS QUE CUENTAN CON	CANTIDAD
AGUA, DESAGÜE Y LUZ	834,384
AGUA, DESAGÜE	16,465
AGUA Y LUZ	25,673
SOLO AGUA	22,045
SOLO LUZ	231,060
NO TIENEN SERVICIOS BÁSICOS	154,040
TOTAL	1'283,667

En lo referente a la distribución espacial del consumo de agua, el 58.6% se consume en el Área Central Metropolitana, y 19.7% en el Área Este. El 7.93% se consume en el Área Norte, y el 13.8% en el Área Sur. El 31.4% de la demanda industrial de agua se satisface con pozos.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CONSUMO DE AGUA

ZONA	VOLUMEN DE AGUA
ÁREA CENTRAL DE LIMA	14.83 m3/seg.
ÁREA NORTE	2.00 m3/seg.
ÁREA SUR	3.49 m3/seg.
ÁREA CENTRO(ESTE)	4.98 m3/seg.
TOTAL LIMA	25.3 m3/seg.

FUENTES PROPIAS, EN BASE
AL CENSO DE 1993 Y SEDAPAL

SE ESTABLECE LA SIGUIENTE RELACIÓN:

DE CADA 100 VIVIENDAS

65	VIVIENDAS TIENEN TODOS LOS SERVICIOS
18	VIVIENDAS TIENE SOLO LUZ
12	VIVIENDAS NO TIENEN SERVICIOS
1	VIVIENDA TIENE AGUA Y DESAGÜE
2	VIVIENDAS TIENEN AGUA Y LUZ
2	VIVIENDAS TIENEN SOLO AGUA

ASENTIMIENTOS HUMANOS RECONOCIDOS EN LIMA Y CALLAO

Nº DE AA.HH.	967
Nº DE LOTES	358,694
POBLACIÓN EN AA.HH.	2'116,294
Nº DE AA.HH. RECONOCIDOS	711
Nº DE AA.HH. CON SERV. DE AGUA, DESAGUE Y LUZ	178
Nº DE AA.HH. CON SERV. DE AGUA, DESAGUE	169
Nº DE AA.HH. CON SERV. DE LUZ	204
Nº DE AA.HH. EN PROCESO DE RECONOCIMIENTO	256

(Fuentes Propias)

NOTA: La población residente en AA.HH. significa el 31.2 % de la población total de la ciudad de Lima y Callao.

El 72% (597,263 unidades) de las viviendas de AA.HH. son construidas bajo el sistema de auto construcción (son consideradas como viviendas evolutivas y se concluyen en 15 años como promedio)

LOCALIZACIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

➤ EN ARENALES	406 AA.HH.
➤ EN LADERAS	367 AA.HH.
➤ EN RELLENOS	87 AA.HH.
➤ EN QUEBRADAS SECAS	77 AA.HH.
➤ EN RIBERAS DE LOS RÍOS	30 AA.HH.

(Fuentes Propias)

SE UBICAN EN ÁREAS DE ALTA VULNERABILIDAD

324 AA.HH. , CON UNA POBLACIÓN DE 90,720 HABITANTES, POR LO QUE:

- SE NECESITA REUBICAR 16,200 VIVIENDAS
- SE REQUIERE \$ 405'000,000 DE DÓLARES
- SE REQUIERE 189.5 Hás.

La ciudad de Lima concentra aproximadamente el 91.5 % de los servicios comerciales crediticios financieros y administrativos del país; el 44.5% del P.B. I., el 59 % de la producción industrial nacional y alrededor del 82.3% de la inversión nacional privada en el periodo de 1990 – 1996. (Fuente Plan Met).

En las últimas décadas esta gran concentración poblacional en el área metropolitana de Lima ha tenido un componente migracional de 232 personas que ingresaron diariamente para residir en Lima, produciendo un alto déficit de viviendas y servicios urbanos.

La cuenca del Río Rímac es por su posición georeferencial la más importante del país, debido que en ella se sitúa la Ciudad de Lima, teniendo más de 4,000 industrias establecidas que hacen de la capital el primer centro fabril del Perú. El acelerado crecimiento industrial ha actuado como un poderoso imán con relación a la población de la cuenca y del resto del territorio, cuyo desarrollo integral ha sido postergado, produciéndose el fenómeno de centralismo. Se ha pues desencadenado un dramático éxodo provinciano hacia Lima, a tal punto que más del 70% de su población es de origen provinciano.

La minería nacional, así mismo, ha sido otra fuerza que ha contribuido al desarrollo industrial de la capital que consume el 50% de la energía eléctrica total, La minería también proporciona los productos básicos para la variada industria y realizando compras de numerosos productos manufactureros nacionales. Los centros mineros más importantes son los de Casapalca, Huampani, Pacocha, Millotingo, Barmine y otros asentados en la cuenca media y alta del río Rímac.

En la agricultura, la cuenca presenta limitadas tierras de excelente valor agrícola que están disminuyendo por la expansión urbana las que abastecen a la capital. Hay sembrados de verduras, frutales, algodón, etc. en el valle y de papa, maíz, trigo, quinua, etc. en la parte media.

En la capital se encuentra localizado el mayor número de establecimientos comerciales, que sobrepasan el 40% de los existentes en todo el país

1.6.1 Antecedentes del Uso del Suelo en el Área Metropolitana

La expansión urbana del área metropolitana de Lima es producto de un proceso histórico. Los cambios operados en ella no responden a una orientación definida, pero tampoco son espontáneos; responden a la lógica de las diversas fuerzas económicas y sociales actuando sobre un escenario concreto, a, través de los sectores urbanos, es decir de los grupos sociales que influyen en la forma y uso de la urbe:

- ◆ Los propietarios privados
- ◆ Urbanizadores y especuladores urbanos
- ◆ Las agencias públicas

- ◆ Gobiernos locales
- ◆ Gobierno central
- ◆ Y sobre todo la población como usuario de la Metrópoli

Estos grupos sociales, al ver que iban escaseando las áreas de expansión urbana optaron por poblar las zonas periféricas en los tres Conos y la carretera central, así como entorno de las zonas del río Lurín y el Chillón.

1.6.2 Actividades en el Área Metropolitana Generadores de la Expansión Urbana

Históricamente, Lima se constituyó en el principal centro político - administrativo nacional, con fuerte articulación externa, desde el interior y hacía el exterior del país. Hasta la década del 40 el espacio urbano se mantuvo casi estable, con predominio del uso residencial y poca presión sobre el suelo urbano.

A partir de la intensificación del proceso de industrialización en la década del 50, la demanda generó presión sobre la utilización del suelo, apareciendo áreas industriales en las afueras de la Metrópoli, a lo largo del eje vial que la conecta con el Puerto del Callao.

Posteriormente, los contingentes migratorios se asientan en las proximidades de estas áreas; y paralelamente, se inicia un desplazamiento de los sectores sociales de mayores recursos económicos hacía el área sur (Miraflores, Magdalena, etc.).

Luego, se va produciendo un proceso de consolidación urbana con características diferentes: sectores populares en el área, norte de la Metrópoli, zonas residenciales de alto valor en el área sur, e intensificación de actividades comerciales y de servicios en el área central.

La implementación en la década del 60, del modelo de desarrollo económico del país sustentado en la sustitución de Importaciones, la instalación de plantas de ensamblaje, y el desarrollo de industrias intermedias de apoyo, generan un nuevo proceso de desarrollo de áreas industriales a lo largo de los ejes viales que vinculan la Metrópoli con el interior del país:

- ◆ Panamericana Norte.
- ◆ Carretera Central y
- ◆ Panamericana Sur.

Generando el poblamiento de estas zonas, que son generalmente riesgosas por su posición y situación actual.

La intensificación del proceso migratorio, acompañado por la incapacidad distributiva de la economía y el incremento demográfico

vegetativo, aceleraron la demanda sobre el suelo urbano, generando mecanismos ilegales por parte de los sectores sociales de menores ingresos que desbordaron las normativas existentes.

Las invasiones y los pueblos jóvenes constituyen mecanismos por los cuales estos sectores acceden al mercado urbano; y el comercio informal y la industria artesanal, sus alternativas de acceso a la actividad productiva.

La expresión más característica de esta situación se encuentra en las zonas del Sur-Este del Centro Histórico de Lima, intensificando y transformando el uso residencial de las zonas consolidadas (Miraflores, San Isidro) en uso comercial y financiero; y consolidando un patrón residencial extensivo en las áreas situadas al Este (San Borja, Surco, La Molina), con una provisión adecuada de equipamiento urbano y servicios.

Posteriormente, se trataría de institucionalizar las estrategias de ocupación utilizadas por los sectores populares, creando Urbanizaciones Populares y Asentamientos Planificados. Las primeras contribuyeron a orientar la ocupación del área de expansión Sur en la década del 70 (San Juan de Miraflores, Ciudad de Dios, Pamplona y Villa El Salvador), los segundos se ubicaron en la década del '80 en el área de expansión Norte, (laderas del Chillón) y del área de expansión Este (Huaycán).

Cabe notar que de 1960 hasta la actualidad se ha generado una invasión imparable de zonas de alto riesgo, como las estribaciones de los cerros, zonas de erosión, de huaycos, suelos inestables no aptos para edificar; más adelante se dará una lista de dichas zonas.

1.6.3 Patrones de Asentamiento

Si bien puede afirmarse que las densidades coinciden con la modalidad de ocupación del suelo por parte de los sectores económicos, es difícil establecer una relación unívoca entre ambos. Ello sucede porque el asentamiento de los sectores poblaciones en la Metrópoli se produce de acuerdo al auto - avalúo de sus necesidades y a la propia capacidad de adquisición de bienes. El primero es resultado de los elementos culturales, propios y adquiridos, que privilegian determinados modelos o patrones de ocupación del suelo en diversas épocas históricas.

En el caso del Área Metropolitana el modelo más difundido desde la década del 50, es el de la clase media, adaptado de patrones residenciales de sociedades prósperas, principalmente la norteamericana.- urbanizaciones en base a lotes unifamiliares y edificaciones de tipo "Chalet". Este modelo que traduce las aspiraciones de los sectores sociales medios y altos, influye en otros sectores sociales. Así, por ejemplo, los habitantes de pueblos jóvenes aspiran a un tipo de lote y de vivienda similares.

En la actualidad el Centro Histórico de Lima es principalmente el eje de la actividad de los sectores populares. La antigua infraestructura urbanística y arquitectónica se mantiene, pero se utiliza de modo diferente. La tugurización es generalizada en todas las zonas más antiguas de Lima (Chorrillos, Barranco, La Victoria, Breña, Surquillo, Rímac, Callao y Cercado de Lima).

En otras partes de la Metrópoli también se observa este proceso de deterioro; las primeras áreas industriales, se encuentran hoy en el interior del tejido urbano, las tierras agrícolas que rodeaban la urbe han desaparecido, y las que existen corren peligro de desaparecer.

El crecimiento de los sectores urbanos periféricos (Área Norte, Sur y Este), producidos a partir de un "modelo informal" de ocupación del suelo, es muy dinámico en la Metrópoli. En ellos han surgido actividades económicas propias (comercio informal, pequeña industria, etc.), que tienden a retener parte de la PEA que no encuentra colocación en el ámbito formal de la economía; existe por lo tanto, en esos sectores periféricos, una vocación y tendencia a disminuir su condición de barrios dormitorios.

El mayor problema en Lima es la tugurización y el hacinamiento de grandes sectores en el cual se presentan factores de riesgo por la auto construcción, ubicación en zonas vulnerables, la subdivisión de los predios o edificaciones y falta de mantenimiento de ellos. Tenemos el caso de Lima Cercado que cuenta con 18,087 viviendas tugurizadas en riesgo de colapso, así también tenemos el mismo problema en los distritos de Breña, Chorrillos, Barranco, Miraflores, Rímac, La Victoria, Surquillo, el Callao, etc. .

1.6.4 Algunas Características Físico-Espaciales y Socio-Económicas del Área de Lima

1.6.4.1. Grado de Ocupación

El Área Central Metropolitana es la unidad territorial de planificación que presenta el mayor grado de ocupación con 211 Hab/hás, y dentro de ella, es significativa el área ocupada por los estratos sociales medios y medios-altos.

Sin embargo, como existen diferencias entre los distritos, se va optado por agrupar a éstos según densidades inferiores o superiores a la densidad bruta residencial de su correspondiente Unidad Territorial.

Esta clasificación muestra que los distritos del Área Central Metropolitana con mayor concentración de estratos altos, tienen una densidad de 100 Hab/hás, mientras que los distritos con

predominio de estratos bajos presentan una densidad de 239 Hab/hás.

En las Áreas Territoriales Inmediatas, la densidad promedio es de 133 Hab./hás.

1.6.4.2 Infraestructura de Servicios

Los servicios básicos de electricidad, agua y desagüe en general, son deficitarios en las Áreas Territoriales Inmediatas, principalmente en los asentamientos informales más recientes.

Estos sectores poblacionales obtienen progresivamente su acceso a los mismos generalmente en el orden de prioridad enunciado: electricidad, agua y desagüe. En las partes de Lima antigua que mayormente son las más tugurizadas, el mayor problema de las redes de agua y desagüe es el estado en que se encuentran actualmente, debido a su antigüedad y falta de mantenimiento, lo cual crea filtraciones y humedecimientos en el suelo, con el consecuente debilitamiento de las cimentaciones y paredes de las edificaciones más antiguas.

En 1990, el grado de cobertura de los servicios de agua potable se estima en 75.9 % de la población limeña del área urbana. Las redes de desagüe servían al 95 % de la cobertura de agua potable.

En el área Central Metropolitana, la cobertura de dichos servicios tiene un mayor porcentaje que en las áreas Territoriales Inmediatas donde sólo alcanzaría al 65 %.

Lima es una ciudad que ha envejecido con sus instalaciones de agua y desagüe, la mayoría de las cuales tienen un promedio de 50 años sin haber tenido un mantenimiento permanente ni renovado.

Actualmente solo el 75.9% de los habitantes de Lima tienen conexión de agua potable en sus domicilios, pero muchos de ellos sólo reciben el suministro algunos días de la semana y durante pocas horas, con una presión inferior a 10 metros de agua, que es insuficiente.

La meta es llegar al 2000 con un 90% de cobertura, un suministro continuo de 18 horas diarias como mínimo y una presión homogénea de 15 metros de agua, pedidos por el Reglamento Nacional de Construcciones.

Esto se va a lograr con la rehabilitación y ampliación del sistema de redes, así como con la captación de nuevas fuentes de agua. Es decir, con el programa de nuevas troncales, que apuntan a

mejorar la calidad del servicio de agua potable de Lima, así como aumentar la cobertura hacia aquellos sectores que no reciben el suministro o lo tienen de manera restringida

Se ejecutarán las obras para construir 110 Kilómetros de nuevas redes de agua en las siguientes etapas:

✿ Troncal Atarjea - Villa El Salvador	7.5 Km. de redes
✿ Troncal Atarjea - La Molina	3.5 Km. de redes y reservorio de 3 mil metros cúbicos
✿ Troncal Canadá - San Luis - Primavera	3.8 Km. de redes
✿ Troncal Primavera - Chorrillos	3.2 Km. de redes

En cuanto a las actividades por sectores productivos, es en el Área Central Metropolitana donde se concentra la mayor cantidad de trabajadores del sector terciario. En las Áreas Territoriales Inmediatas residen la mayor cantidad de obreros y trabajadores independientes, informales por lo general.

1.6.4.3. Áreas Industriales y de Empleo

En el casco consolidado (Área Central Metropolitana) se concentra el mayor volumen del empleo, y las áreas periféricas presentan gran dependencia por su falta de infraestructura productiva, comercial, así como social y de equipamiento; siendo evidente la asimetría económica del espacio urbano.

En Lima hay 3,049 Hás destinadas, a través de la zonificación, para uso exclusivamente industrial, y cerca de 1,000 hás para uso de Vivienda-Taller.

Estas no se encuentran ocupadas en su totalidad; el mayor porcentaje de áreas no ocupadas se ubica en las Áreas Norte y Sur, mientras que el Área Este, que constituye la zona más dinámica de expansión industrial con 690 Hás, está prácticamente copada.

La actividad comercial tiene un peso similar en las Áreas Norte y Este, mientras que en el área Sur predominan los servicios, siendo el Área Este la más fabril. El Área Norte tiene una situación intermedia, mientras que en el Callao predominan las actividades secundarias.

1.6.4.4. Áreas Agrícolas

Las tierras agrícolas han disminuido en los últimos años, subsistiendo actualmente en los sectores periféricos, y a lo largo

de las tres cuencas de los ríos que confluyen el área de la gran Lima actual. La estimación de áreas agrícolas para 1995 fue

CUENCA	ÁREA
RIMAC	5,900 Hás.
LURIN	4,000 Hás.
CHILLON	8,000 Hás
TOTAL	17,900 Hás

(FUENTES PROPIAS EN BASE AL PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO)

1.6.4.5 EL MERCADO DE SUELO Y EL DESARROLLO URBANO

En términos teóricos, el mercado del suelo urbano es conceptualizado en forma diferente al de la mayoría de los demás bienes y servicios que se transan en una economía. Las diferencias respecto a los demás bienes se originan tanto en particularidades que se registran en la producción y la oferta de suelo urbano, como en las características de la demanda, pero también en las circunstancias que definen las condiciones de competitividad de este mercado.

Un primer aspecto a tratar es la definición de lo que pueda entenderse como suelo urbano. Existe la posibilidad de reducirlo al espacio territorial que lo define legalmente como tal, lo cual no siempre resulta adecuado ya que puede abarcar amplios espacios que no cuentan con ningún grado de urbanización y que no serán utilizados en términos urbanos por largos períodos de tiempo. Por otro lado, suele suceder que se otorga uso urbano a suelos que no tienen la condición legal como tal. Pero por otra parte, si se considera aquel que no cuenta con servicios básicos de infraestructura y servicios, se ignora la realidad de vastos espacios ocupados por contingentes de población que no cuentan aún con dichos servicios. Por último si se considera aquel efectivamente ocupado por las ciudades, se ignora el efecto que las ciudades ejercen sobre espacios circundantes en términos de los precios del suelo, anticipando su uso urbano. Para efectos de aquello que definitivamente se destina a tal uso y el que las ciudades requerirán, para tal efecto en un futuro próximo, independientemente de su estatus jurídico y su grado de urbanización.

1.6.4.5.1 PRODUCCIÓN Y OFERTA DE SUELO URBANO

La producción de suelo urbano se caracteriza por ser un proceso social amplio (público y privado) que trasciende los esfuerzos de cualquier empresario privado que urbaniza una superficie de terreno, o del Estado en la provisión de equipamiento e infraestructura básica. En ambos casos se trata de requisitos necesarios pero no suficientes, en la medida que su utilidad desde el punto de vista urbano queda condicionada a su vinculación al resto de la ciudad. Para clarificar este aspecto, considérese el caso abstracto de un lote cualquiera, que al desplazar su localización hacia la periferia urbana y luego hacia las afueras de la ciudad, va perdiendo su vinculación urbana y por lo tanto su valor comercial. A la inversa, considérese el caso de un lote cualquiera en la periferia urbana, que retenido fuera del mercado, va ganando valor en la medida que la ciudad se expande, lo alcanza y lo sobrepasa. Se ha "producido" así suelo urbano sin que su propietario haya hecho esfuerzo alguno en ese sentido.

Este planteamiento puede resumirse en la noción de que el valor de un terreno cualquiera en una ciudad, en lo fundamental depende de todo lo que sucede fuera del terreno y en fracción muy escasa, de lo que se haga dentro de él (suponiendo que se lo destinará a su uso más rentable).

Pero la dotación de infraestructura a ciertos espacios calificándolos para su uso urbano no garantiza que ellos fluyan al mercado; es decir, "la producción" de suelo urbano no garantiza que este suelo fluya al mercado en términos de oferta de terrenos. En la práctica, pueden ser retenidos con propósitos especulativos fuera del mercado. En zonas consolidadas esta cuestión puede adoptar la forma de propiedades que teniendo un uso urbano, no estén en el mercado a fin de poder ser utilizadas en usos de mayor intensidad muchas veces de mayor rentabilidad (privada y social). En ciertos casos, se hace necesario entonces, diseñar y aplicar instrumentos de política que estimulen el flujo de oferta (Fuente Plan Met).

1.6.4.5.2 LA DEMANDA DEL SUELO URBANO.

La demanda del suelo urbano también reviste características particulares. Primero, porque se trata en la mayoría de los casos de una demanda derivada, pues no se demanda el suelo en sí sino para vivienda, industria, comercio, servicios y otros usos urbanos. Segundo, porque en muchos casos, dado el bajo desarrollo de los mercados financieros y la ausencia de la indexación de los mecanismos de ahorro hay una demanda de suelo urbano y de propiedad inmobiliaria en general como mecanismo de acumulación. Tercero, dada la dinámica alcista (en términos reales) que registran los precios de los terrenos en la

mayoría de las ciudades y el tratamiento tributario favorable que por lo general tiene la valorización de terrenos, hay una demanda especulativa de suelo urbano.

1.6.4.5.3 UTILIZACIÓN DEL MERCADO EN LAS POLÍTICAS DEL SUELO Y DESARROLLO URBANO

Surgen de este planteamiento varios aspectos que conviene explicar:

- ✿ Primero el mecanismo de mercado (en lo concerniente al suelo y el desarrollo urbano) como un instrumento que tiene limitaciones para alcanzar los objetivos que normalmente se le asignan.
- ✿ Segundo, que es necesario regular, orientar y estimular la operatoria del mercado de suelo en función de los objetivos de política que se desee alcanzar.
- ✿ Tercero, que es necesario racionalizar y repensar el rol del Estado respecto de la ciudad en general y del mercado de suelo en particular.
- ✿ Cuarto, que la utilización del mercado debe ser complementada con la aplicación de otros instrumentos de gestión, participación y planificación. Todo lo cual también conlleva implícitamente a una discusión acerca del derecho a la propiedad, particularmente en relación al impacto de la normativa urbana y la incorporación de la variable tiempo en el ejercicio de derechos y obligaciones.

De hecho, el mecanismo de mercado en lo concerniente al suelo urbano ha jugado y seguirá jugando un rol de gran importancia en nuestras ciudades, tanto en la asignación, funcional y territorial de los recursos, como en la estructuración socio-espacial de nuestras ciudades. Sin embargo, la opción de trabajar una política de suelo a través del mercado debiera ser una opción clara, explícita y cuidadosa:

- ✿ Primero, consciente de las limitaciones del mercado, es decir, sin esperar resultados o procesos que el mercado no puede dar o generar.
- ✿ Segundo, clara y estable, a fin de otorgar los agentes que operan en el mercado señales inteligibles, que incorporen orientaciones y estímulos coherentes con las políticas adoptadas.
- ✿ Tercero, cuidadosa, a fin de respetar la lógica de la operatoria del mecanismo del mercado, la racionalidad de los agentes que

en él intervienen cuando se encuadran en la orientaciones de la política adoptada. No es bueno esperar del mercado lo que no puede dar, ni agredir su operatoria con medidas que no conducen a los fines deseados. (Fuente Plan Met).

1.6.4.5.4 EL USO DEL SUELO.

En el manejo de la tierra urbana no debe desconocerse que, además del instrumento que tienen a la mano las instituciones gubernamentales (nacionales y municipales) en materia de políticas, regulaciones fiscales, etc., estas son poseedoras de importantes áreas urbanas no desarrolladas. El no darles una definición de uso genera paradojas inconvenientes, como extensión del perímetro urbano (con los consiguientes costos sociales en servicios públicos y transporte) y, aumento de probabilidad de invasiones informales (los asentamientos irregulares, por ventajas político legales, escogen prioritariamente los terrenos de propiedad del Estado). De tal manera que una política decidida sobre el desarrollo del suelo que empiece por las propiedades gubernamentales, debe significar un mecanismo importante para el desarrollo de los sectores informales, no solo en materia de vivienda, sino también para la redefinición de áreas de uso industrial, artesanal, de comercio y de servicios. Esto se observa en los Conos Norte, Sur, Central y cuencas de los ríos Rímac, Lurín y Chillón.

1.6.5. ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA

1.6.5.1 Tendencia de Uso

El área Metropolitana crece con efecto centrífugo, desde un centro, a partir del cual se van extendiendo las áreas residenciales para los diversos estratos sociales. Hoy, mientras las áreas residenciales siguen extendiéndose, sobrepasando las cuencas de los ríos Chillón (al Norte) y Lurín (al Sur), el Centro crece sobre los antiguos barrios residenciales. Adicionalmente, se está manifestando, como resultado de la imposibilidad del Área Central Metropolitana de abastecer la demanda de actividades productivas así como de la limitación de los estratos de menores recursos para acceder a los servicios ofrecidos, el surgimiento de economías marginales y de servicios no tradicionales en las Áreas Territoriales inmediatas, principalmente aquellas que concentran el mayor volumen de estratos bajos (Áreas Norte y Sur).

Con la puesta en uso del anillo Vial de Lima se poblaron nuevas zonas de expansión urbana y cambiara el uso de muchos de estos suelos.

Las actividades secundarias tienden a perder énfasis frente al crecimiento de las actividades terciarias. En el Área Central

Metropolitana, la tendencia es hacia una restricción de la gran industria y disminución en la inversión fija del sector formal.

La pequeña industria y el sector informal de la industria tienden a desarrollarse en las Áreas Territoriales Inmediatas.

El área agrícola ha disminuido notablemente en los últimos años; el mantenimiento de sus límites es difícil debido a la presión expansiva por la ocupación del suelo; a la precariedad legal de los usuarios, y al sistema de comercialización, que origina rentabilidades mayores en otras actividades. De continuar esta tendencia de reducción de las tierras agrícolas, el medio ambiente de la Metrópoli se verá más afectado.

Las modalidades de ocupación del suelo; la combinación de usos residenciales con usos productivos y comerciales, y la utilización intensiva de los espacios libres, son algunas de las manifestaciones positivas de estos estratos sociales, que se ponen de manifiesto con intensidad creciente.

1.6.5.2. Probables Áreas de Expansión Urbana

Las áreas de expansión urbana están conformadas por tierras eriazas, agrícolas, zonas de defensa nacional y denuncios mineros. Comprenden el suelo destinado a absorber el crecimiento poblacional y la infraestructura urbana prevista al año 2010. La incorporación de nuevas áreas es complementada con una política agresiva para elevar la densidad del suelo e intensificar el uso del mismo; así mismo la ocupación de predios vacíos o baldíos al interior de la actual trama urbana consolidada.

Situación Actual ⁽¹⁾

No se ha considerado en esta relación el área ubicada en Huaycán por encontrarse a la fecha totalmente ocupada, ni la quebrada Huyacoloro por la contaminación que produce la refinería de zinc y un relleno sanitario. Las superficies indicadas se han reajustado, reduciéndolas a la extensión actualmente disponible, según los estudios efectuados

Se estableció que las áreas que constituían el territorio del Área Metropolitana en valles y pampas, eran las siguientes:

(1) FUENTES INEI, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO Y PROPIAS

ÁREAS EN VALLES Y PAMPAS EN LIMA METROPOLITANA

ZONA	ÁREA	%
Valle del río Rímac	40,200 Hás	51.17
Valle del río Chillón	18,000 Hás	22.91
Valle del río Lurín	7,600 Hás	9.67
Pampas Ventanilla - Ancón	4,250 Hás	5.42
Pampas Lurín - San Bartolo	8,510 Hás	10.83
TOTAL	78,560 Hás	100 %

(FUENTES INEI, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO Y PROPIAS)

Es necesario tomar en cuenta para próximas zonas de expansión urbana la geomorfología Regional, ya su abrupta geografía, ya que el 70 % del área territorial está compuesta de cerros empinados, formados principalmente por el Batolito de los Andes y otras formaciones como laderas y quebradas de difícil acceso, quedando para uso urbano y agrícola sólo cerca de 80,000 hás.

De éstas, el 45% tienen algún problema de índole geomorfológico y geodinámico; por lo cual para ser tomada como zona urbana debe ser tratada en forma integral.

En estos últimos años ha sido muy acelerada la expansión urbana en las zonas de Ventanilla donde las invasiones han copado las laderas de los cerros y en otros casos los cerros en su totalidad; un caso especial es la del proyecto Ciudadela Pachacutec que tiene un área que albergaran a 25,000 familias; en estos momentos, un 20% ya vive en ese lugar. Los distritos Puente Piedra y Carabaylo también han incrementado notablemente su número de viviendas,

En el Sur en San Juan de Miraflores, Villa el Salvador, Villamaría del Triunfo, Pachacamac y Lurín quedan pocas zonas para expansión urbana; se están creando zonas de expansión a lo largo de la costa hasta el kilómetro cincuenta, paralelas a la Panamericana Sur.

En cuanto a la población asentada a lo largo del río Rímac, se están tomando Ate, Lurigancho y hasta Chaclacayo como zonas de expansión urbana, algo parecido esta pasando en la zona de Cieneguilla.

La factibilidad de dotación de servicios de agua está supeditada a la ejecución de obras por parte de SEDAPAL; por consiguiente, la principal restricción es la de tipo económico. Similar condición se tiene al considerar la dotación de energía eléctrica a las áreas en mención.

En la mayoría de las áreas citadas la integración vial será, factible para los usos residenciales; sólo algunas quebradas del área de expansión requieren otro tratamiento.

Considerando que la tendencia es a permanecer en el área de residencia original, se requiere que cada una de la áreas analizadas acomoden a la población resultante del proceso local de crecimiento demográfico.

En el Área Central Metropolitana, seguirá produciéndose una turgurización generalizada (con altos índices de hacinamiento en los lotes e incrementos significativos en algunos casos). Esto es más evidente en la zona de Cercado de Lima y los distritos de Barranco, La Victoria, Breña, Surquillo, Rímac

La ciudad tendrá una expansión urbana de acuerdo al predominio de determinados estratos sociales y económicos; tenemos a Surco, La Molina, los balnearios del Sur, parte de la Carretera Central como zonas apropiadas para estratos más alto. El Cono Norte, Ventanilla, Puente Piedra, Carabayllo y Carretera Central para los estratos sociales bajos.

En el cuadro definimos las posibles áreas de expansión urbana en Lima:

ÁREAS DE EXPANSIÓN EN LA ZONA NORTE DE LIMA

DISTRITO	ZONAS DE EXPANSIÓN	ÁREA (Hás)
PUENTE PIEDRA	PUENTE PIEDRA	205
ANCÓN	ANCÓN- SANTA ROSA	98
PUENTE PIEDRA	FAMESA	160
SAN MARTIN DE PORRES	NARANJAL	368
COMAS	CHACRA CERRO	612
CARABAYLLO	LOMAS DE CARABAYLLO	980
SAN MARTIN DE PORRES	SANTA ROSA	579
CARABAYLLO	GALLINAZOS	100
VENTANILLA	PAMPA DE LOS PERROS	630
VENTANILLA	CIUDELA PACHACUTEC	1,353
CALLAO	OQUENDO	460
TOTAL NORTE		5,545

(FUENTES INEI, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO Y PROPIAS)

AREAS DE EXPANSION EN LA ZONA CENTRAL DE LIMA

DISTRITO	ZONAS DE EXPANSION	AREA (Has)
LA MOLINA	LA MOLINA	183
ATE VITARTE	ATE VITARTE	190
ATE VITARTE	SANTA ANITA	206
LURIGANCHO	PEDREROS	135
LURIGANCHO	HUACHIPA	210
LURIGANCHO	ÑAÑA	122
LURIGANCHO	CARAPONGO	64
LURIGANCHO	HUAMPANI	132
LURIGANCHO	CHAACLACAYO	107
CHAACLACAYO	CALIFORNIA	150
SURCO		216
TOTAL CENTRO		1,715

(FUENTES INEI, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO Y PROPIAS)

ÁREAS DE EXPANSIÓN EN LA ZONA SUR DE LIMA

DISTRITO	ZONAS DE EXPANSIÓN	ÁREA (Has)
VILLA EL SALVADOR	VILLA EL SALVADOR	86
CIENEGUILLA	MANCHAY	1,190
PACHACAMAC	PACHACAMAC	121
CHORRILLOS	VILLA	98
LURIN	LURIN-SAN BARTOLO	400
TOTAL CENTRO		1,895

TOTAL LIMA METROPOLITANA (FUENTES INEI, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO Y PROPIAS) **9,155 (Has.)**

En los otros Capítulos se presenta algunas de estas zonas con mayor detalle y se dará a conocer que zonas como Chorrillos, Lurín, Carapongo, Ñaña, Carabaylo y otras se encuentran en zonas altamente vulnerables a fenómenos geodinámicos y medio ambientales, las cuales, para ser urbanizadas, deben ser sometidas a tratamientos especiales para disminuir el riesgo a la que están expuestas.

1.7 VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO

PARA OBTENER LA VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS ES IMPORTANTE REFERIR LA RELACIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO, QUE TIENE UNA SERIE DE DIFERENTES COMPORTAMIENTOS EN CUANTO A LA SOPORTABILIDAD DE LA CARGA ADMISIBLE, RESISTENCIA Y ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES, HACIÉNDOSE NECESARIO POR LO TANTO QUE LA ESTRUCTURACIÓN, ZONIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO URBANO DEBAN ESTAR EN RELACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO

ASÍ LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA VIVIENDA ACTUAL ESTÁ CONSIDERADA COMO VULNERABLE Y LOS PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS A TRAVÉS DEL RELEVAMIENTO FÍSICO ESTRUCTURAL ELABORADO EN LAS VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO SON

- A. EL ESTADO RUINOSO DE LAS VIVIENDAS EN SU CONJUNTO.
- B. LA MALA CALIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.
- C. EL TIEMPO DE EDIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS.
- D. FALTA DE ÁREAS DE CIRCULACIÓN.
- E. ALTOS ÍNDICES DE HUMEDAD Y FILTRACIONES
- F. DÉFICIT DE LOS SERVICIOS BÁSICOS.
- G. PRESENCIA DE PELIGROS ESTRUCTURALES Y ESTABILIDAD EN LAS VIVIENDAS.
- H. LA FALTA TOTAL DE MANTENIMIENTO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS.

LA SITUACION FÍSICA DEL STOCK DE VIVIENDAS DE LA CIUDAD, ASI COMO, DE LAS TENDENCIAS DE CRECIMIENTO, DEBEN TOMAR EN CUENTA LAS CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO URBANO Y LAS CONDICIONES FÍSICO ESTRUCTURALES DE LAS VIVIENDAS, YA QUE LAS ACCIONES DE PROTECCION Y SEGURIDAD DE LA CIUDADANÍA SON IMPORTANTES

EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DE LA CIUDAD DE LIMA ESTÁ PRESIONANDO POR EL DEFICIT CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE LA VIVIENDA Y EN EL MARCO DE LA PREVENCIÓN DE DESASTRES PODEMOS SEÑALAR QUE

A. VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO

AQUELLAS QUE TIENEN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MAL ESTADO EN LAS PAREDES, TECHOS Y PISOS, AFECTANDO A SU ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD, QUE NO CUMPLEN LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE HABITABILIDAD Y TAMPOCO UTILIZAN LOS CÓDIGOS CONSTRUCTIVOS SEÑALADOS EN EL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, SUMAN UN TOTAL DE 459,060 VIVIENDAS, EN LAS CUALES RESIDEN 2'383,301 HABITANTES EN LA EVENTUALIDAD DE LA REPITENCIA DEL FENÓMENO 'EL NIÑO' EN EL PERÍODO DE 1997-1998, CONJUNTAMENTE CON LAS ALTERACIONES CLIMÁTICAS QUE PUDIERAN DARSE SOBRE TODO SI LA TEMPERATURA SOBREPASASE LOS 30 GRADOS, EN LA CIUDAD SE PRODUCIRÍAN LLUVIAS DE CARÁCTER TROPICAL AFECTANDO A ESTE TIPO DE VIVIENDAS, SOBRE TODO A AQUELLAS QUE ESTÁN UBICADAS EN LAS LADERAS DE LOS CERROS Y/O QUEBRADAS SECAS LOS DISTRITOS MÁS AFECTADOS SON.

- SAN JUAN DE LURIGANCHO
- LA VICTORIA
- VILLA EL SALVADOR

- LIMA CERCADO
- ATE VITARTE
- CALLAO

- INDEPENDENCIA

- COMAS

(Ver Plano N° I - 02), (Ver Cuadro N° I - 01), (Ver Dibujo de barras N° I - 01) (FUENTES PROPIAS)

B BAJO LOS CONCEPTOS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO FÍSICO DE LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO Y TOMANDO EN CUENTA LAS VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO Y LAS VIVIENDAS INADECUADAS PODEMOS AFIRMAR QUE EXISTEN 733,222 VIVIENDAS EN LAS CUALES RESIDEN 3'878,002 HABITANTES, EN CONSECUENCIA EL 59% DEL STOCK DE VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO ESTÁN EXPUESTAS A SER CONSIDERADAS VULNERABLES

RESUMIENDO LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS, POBLACIÓN, SUELOS Y VULNERABILIDAD EN DESASTRES, HEMOS ESTABLECIDO UNA TIPOLOGÍA DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO

LOS DISTRITOS DE PRIMERA PRIORIDAD SON

- SAN JUAN DE LURIGANCHO	- LIMA CERCADO
- VILLA EL SALVADOR	- ATE
- LA VICTORIA	- S J DE MIRAFLORES
- VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	- COMAS
- CHORRILLOS	- S MARTÍN DE PORRES
- INDEPENDENCIA	- CALLAO
- VENTANILLA	- BARRANCO

LOS DISTRITOS DE SEGUNDA PRIORIDAD SON

- SANTIAGO DE SURCO	- PACHACAMAC
- SAN MIGUEL	- CARMEN DE LA LEGUA
- BELLAVISTA	

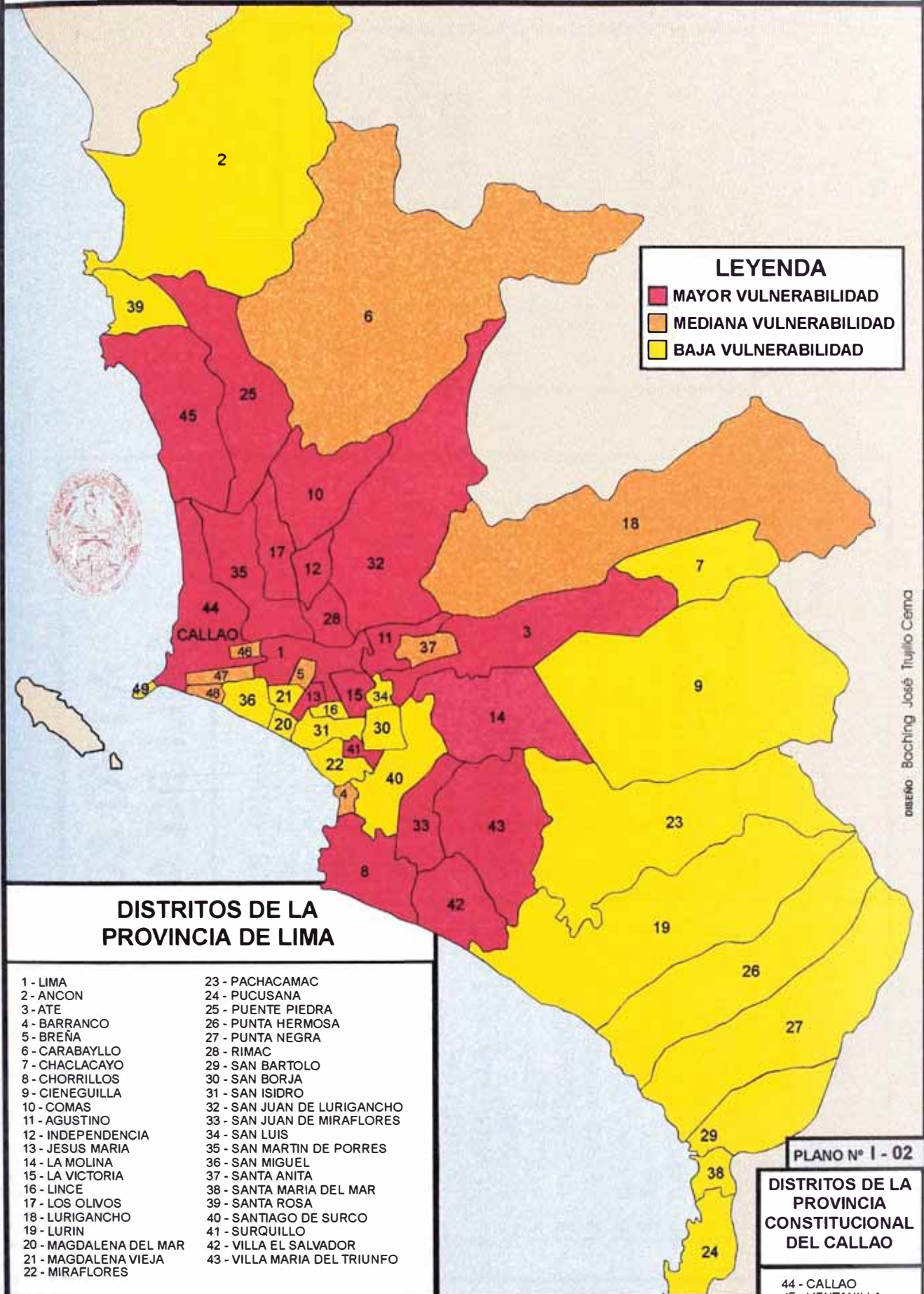
LOS DISTRITOS DE TERCERA PRIORIDAD SON

- SAN BORJA	- SAN ISIDRO
- MIRAFLORES	

OTRO CASO DE SINGULAR IMPORTANCIA SON LAS VIVIENDAS TUGURIZADAS CON RIESGO DE COLAPSO QUE A NIVEL DE LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO SUMAN 80,134 VIVIENDAS, EN LAS CUALES RESIDEN 433,446 HABITANTES (1)

(1) FUENTES INDECI, INEI, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO Y PROPIAS

STOCK DE VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO EN LIMA METROPOLITANA



LEYENDA

- MAYOR VULNERABILIDAD
- MEDIANA VULNERABILIDAD
- BAJA VULNERABILIDAD

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1 - LIMA | 23 - PACHACAMAC |
| 2 - ANCON | 24 - PUCUSANA |
| 3 - ATE | 25 - PUENTE PIEDRA |
| 4 - BARRANCO | 26 - PUNTA HERMOSA |
| 5 - BREÑA | 27 - PUNTA NEGRA |
| 6 - CARABAYLLO | 28 - RIMAC |
| 7 - CHACLACAYO | 29 - SAN BARTOLO |
| 8 - CHORRILLOS | 30 - SAN BORJA |
| 9 - CIENEGUILLA | 31 - SAN ISIDRO |
| 10 - COMAS | 32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO |
| 11 - AGUSTINO | 33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES |
| 12 - INDEPENDENCIA | 34 - SAN LUIS |
| 13 - JESUS MARIA | 35 - SAN MARTIN DE PORRES |
| 14 - LA MOLINA | 36 - SAN MIGUEL |
| 15 - LA VICTORIA | 37 - SANTA ANITA |
| 16 - LINCE | 38 - SANTA MARIA DEL MAR |
| 17 - LOS OLIVOS | 39 - SANTA ROSA |
| 18 - LURIGANCHO | 40 - SANTIAGO DE SURCO |
| 19 - LURIN | 41 - SURQUILLO |
| 20 - MAGDALENA DEL MAR | 42 - VILLA EL SALVADOR |
| 21 - MAGDALENA VIEJA | 43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| 22 - MIRAFLORES | |

PLANO N° 1 - 02

DISTRITOS DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO

- 44 - CALLAO
- 45 - VENTANILLA
- 46 - CARMEN DE LA LEGUA
- 47 - BELLAVISTA
- 48 - LA PERLA
- 49 - LA PUNTA

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ELABORADO POR:
Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

Autor: Bach. Ing. José Trujillo Cerna

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - LIMA
2 - ANCON
3 - ATE
4 - BARRANCO
5 - BREÑA
6 - CARABAYLLO
7 - CHACLACAYO
8 - CHORRILLOS
9 - CIENEGUILLA
10 - COMAS
11 - AGUSTINO
12 - INDEPENDENCIA
13 - JESUS MARIA
14 - LA MOLINA
15 - LA VICTORIA
16 - LINCE
17 - LOS OLIVOS
18 - LURIGANCHO
19 - LURIN
20 - MAGDALENA DEL MAR
21 - MAGDALENA VIEJA
22 - MIRAFLORES | 23 - PACHACAMAC
24 - PUCUSANA
25 - PUENTE PIEDRA
26 - PUNTA HERMOSA
27 - PUNTA NEGRA
28 - RIMAC
29 - SAN BARTOLO
30 - SAN BORJA
31 - SAN ISIDRO
32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES
34 - SAN LUIS
35 - SAN MARTIN DE PORRES
36 - SAN MIGUEL
37 - SANTA ANITA
38 - SANTA MARIA DEL MAR
39 - SANTA ROSA
40 - SANTIAGO DE SURCO
41 - SURQUILLO
42 - VILLA EL SALVADOR
43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

DISTRITOS DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO

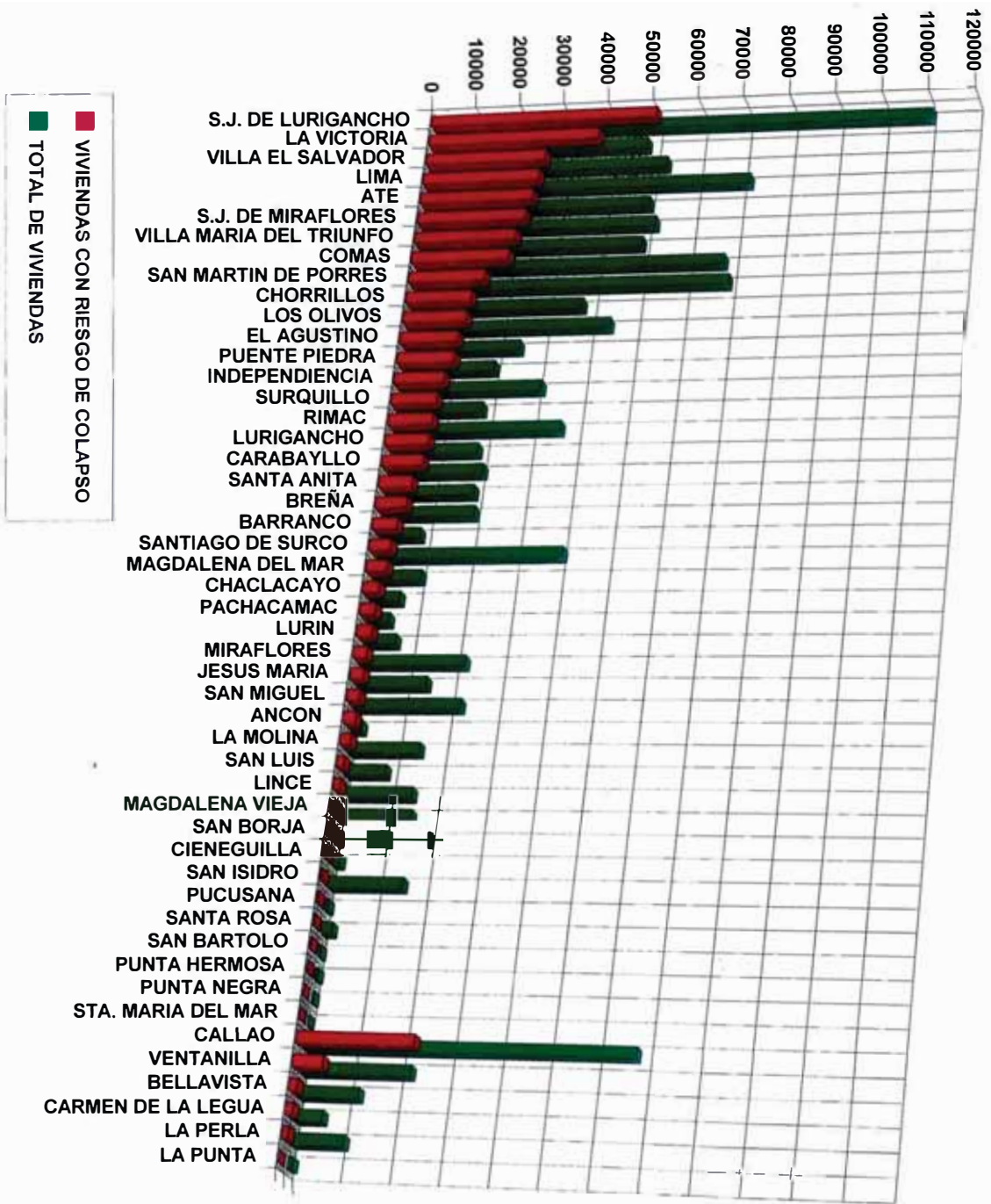
- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 44 - CALLAO
45 - VENTANILLA
46 - CARMEN DE LA
LEGUA
47 - BELLAVISTA
48 - LA PERLA
49 - LA PUNTA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**STOCK DE VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO
EN LIMA METROPOLITANA
INDECI - SETIEMBRE 1995**

LIMA PROVINCIA	POBLACION TOTAL	TOTAL DE VIVIENDAS	VIV. CON RIESG. DE COLAPSO	POB. RESIDEN.
S.J. DE LURIGANCHO	582975	110148	50879	269285
LA VICTORIA	226857	48192	38544	181440
VILLA EL SALVADOR	254641	53018	27154	130418
LIMA	340422	71818	26321	124763
ATE	266398	50067	25485	135601
S.J. DE MIRAFLORES	283349	51930	24439	133348
VILLA MARIA DEL TRIUNFO	263554	49514	22657	120599
COMAS	404352	68064	21671	128742
SAN MARTIN DE PORRES	380384	69466	17174	94042
CHORRILLOS	217000	38059	14709	83866
LOS OLIVOS	228143	44573	14252	72948
EL AGUSTINO	154028	25239	13096	79922
PUENTE PIEDRA	102808	20259	12927	65600
INDEPENDIENCIA	183927	31267	11322	66601
SURQUILLO	88464	18816	10397	48882
RIMAC	189736	36617	10067	52164
LURIGANCHO	100240	19043	9910	52165
CARABAYLLO	106543	20800	9284	47555
SANTA ANITA	118659	19433	7465	45582
BREÑA	89873	20183	7034	31322
BARRANCO	40660	9020	5620	25334
SANTIAGO DE SURCO	200732	40559	4926	24379
MAGDALENA DEL MAR	48963	10539	4704	21854
CHACLACAYO	35994	6557	3668	20135
PACHACAMAC	19850	4889	3559	14450
LURIN	34268	7020	3489	17031
MIRAFLORES	87113	22597	3027	11669
JESUS MARIA	65557	14983	3013	13183
SAN MIGUEL	117478	22852	2878	14795
ANCON	13284	2447	2711	14717
LA MOLINA	78235	15379	2376	12087
SAN LUIS	48904	8855	1666	9201
LINCE	62938	15153	1514	6288
MAGDALENA VIEJA	74054	15594	1360	6458
SAN BORJA	99947	20296	1309	6446
CIENEGUILLA	8993	1903	901	4258
SAN ISIDRO	63004	15826	603	2401
PUCUSANA	4233	833	417	2119
SANTA ROSA	10314	2279	370	1674
SAN BARTOLO	3303	590	357	1999
PUNTA HERMOSA	3281	732	347	1555
PUNTA NEGRA	2373	516	105	483
STA. MARIA DEL MAR	181	50	15	54
SUB - TOTAL	5706012	1105975	423722	2197418
CALLAO PROVINCIA				
CALLAO	369768	68043	24433	132777
VENTANILLA	94497	22739	6300	26181
BELLAVISTA	71665	12652	1692	9584
CARMEN DE LA LEGUA	38149	5897	1516	9807
LA PERLA	59160	10999	1323	7116
LA PUNTA	6490	1150	74	418
SUB - TOTAL	639729	121480	35338	185883
CIUDAD DE LIMA METROPOL.	6345741	1227455	459060	2383301
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA				

(CUADRO I - 01)

STOCK DE VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO EN LIMA METROPOLITANA



FUENTES : PROPIAS

1.8 CONCLUSIONES

El tema de la reubicación tiene una particular importancia en el contexto de asentamientos en nuestro país que permiten a las familias una mejor condición de vida y habitabilidad, propiciando su desarrollo sostenible. Debido a la diversidad de condiciones geomorfológicas en que se encuentra asentada nuestra población, está expuesta a diferentes y continuos fenómenos de geodinámica interna, externa y medio ambientales, los que al no ser considerados en los proyectos de desarrollo urbano y rural, originan cuantiosas pérdidas humanas y materiales, lo cual trae consigo problemas sociales y atraso económico que puede ser evitados; por lo tanto es necesario implementar un Plan General de Reasentamientos a Nivel Nacional.

Lima Metropolitana está ubicada sobre tres llanuras aluviales que corresponden a los ríos Chillón, Rímac y Lurín, ocupando aproximadamente 1,100 Km². Al Oeste está limitada por la línea de costa con rasgos morfológicos variados, desde puntas ensenadas, bahías hasta los acantilados que ganan altitud según la dirección noroeste al sureste. Entre el Morro Solar y La Punta se aprecia una terraza con mayor desarrollo en Miraflores donde se ubica la parte central del cono deyección del Río Rímac. (Ver Gráfico N° 1 - 01).

En la cuenca del río Rímac, especialmente en el tramo comprendido entre Ricardo Palma y su desembocadura al mar, a lo largo de últimos años, se han establecido centros poblados en zonas de alto riesgo como: márgenes del río, conos de deyección, quebradas, acantilados, terrenos inestables, etc.

Esta población al no disponer de recursos económicos suficientes se ha ido asentando en zonas que presentan condiciones cada vez menos favorables y de alto riesgo a efectos de fenómenos naturales o inducidos por la mano del hombre. El proceso de invasión poblacional se ha llevado a cabo, en la mayoría de los casos, sin planificación o estudio que considere los requerimientos básicos necesarios para la ejecución de un plan de Expansión Urbana.

Consciente de esta problemática, se ha previsto dentro de los planes de trabajo, prevenir y cautelar la vida y salud de la población, ya que estas actividades están enmarcadas dentro nuestras funciones de prevención y mitigación de desastres como profesionales de la Ingeniería Civil.

La cuenca del río Rímac tiene una longitud de 150 Km. y una fuerte pendiente en su cauce superior y medio, siendo su punto más elevado cercano a los 5,000 metros sobre el nivel del mar.

Su cauce es de tipo torrentoso montañoso, de curso abrupto, con caudales máximos entre los meses de febrero a marzo y mínimos entre julio y setiembre.

El valor máximo registrado en la estación de Chosica ha sido de 500 m³/seg. (19/03/1925) y la descarga mínima ha sido de 5.63 m³/seg. (1930).

Existen cerca de 100,000 viviendas con riesgo de colapso afectando a 600,000 habitantes.

La población actual de la ciudad de Lima y Callao es de 7'259,307 habitantes y 1'283,667 viviendas, las que ocupan un área aproximada de 62,500 hectáreas.

A continuación se presenta un resumen en números de la situación actual de Lima. (Fuentes: todos estos cuadros se analizaron teniendo como base los datos del INEI, Plan MET y fuentes propias).

RANGO DE EDADES	POBLACIÓN
04 - 14	2'237,160
15 - 64	4'731,123
65 - (+)	291,024
TOTAL	7'259,307

EQUIPAMIENTO URBANO

INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

TIPO DE SERVICIOS	NUMERO	NUMERO DE CAMAS
HOSPITALES Y CLÍNICAS	147	17,298
CENTROS DE SALUD	258	27
PUESTOS SANITARIOS	345	0
TOTAL	750	17,325

(FUENTES PROPIAS EN BASE AL PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO)

ÁREAS VERDES

(Parques y Plazas)	
Existen Parques y Plazas	1,403 hás
Se necesitan	4,211 hás
Déficit	2,808 hás

PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO DIRECTO E INDUSTRIAL

Planta de tratamiento de la Atarjea	16.7 m3/seg.
Pozos SEDAPAL	5.9 m3/seg.
Pozos Industriales	1.9 m3/seg.
Derivaciones superficiales	0.3 m3/seg.
Pozos y manantiales independientes	0.5 m3/seg.
TOTAL	25.3 m3/seg.

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA EN LIMA Y CALLAO (1)

Uso de la vivienda	%	cantidad
Independiente	68.6%	880,596
Multifamiliar y otros	31.4%	403,071
TOTAL	100.0%	1'283,667

CARACTERÍSTICA DE LOS SERVICIOS BÁSICOS (2)

VIVIENDAS QUE CUENTAN CON	CANTIDAD
AGUA, DESAGÜE Y LUZ	834,384
AGUA, DESAGÜE	16,465
AGUA Y LUZ	25,673
SOLO AGUA	22,045
SOLO LUZ	231,060
NO TIENEN SERVICIOS BÁSICOS	154,040
TOTAL	1'283,667

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CONSUMO DE AGUA EN LIMA METROPOLITANA (2)

ZONA	VOLUMEN DE AGUA
ÁREA CENTRAL DE LIMA	14.83 m ³ /seg.
ÁREA NORTE	2.00 m ³ /seg.
ÁREA SUR	3.49 m ³ /seg.
ÁREA CENTRO (ESTE)	4.98 m ³ /seg.
TOTAL LIMA	25.3 m³/seg.

SE ESTABLECE LA SIGUIENTE RELACIÓN:

DE CADA 100 VIVIENDAS

- 65 VIVIENDAS TIENEN TODOS LOS SERVICIOS
- 18 VIVIENDAS TIENE SOLO LUZ
- 12 VIVIENDAS NO TIENEN SERVICIOS
- 1 VIVIENDAS TIENEN AGUA Y DESAGÜE
- 2 VIVIENDAS TIENEN AGUA Y LUZ
- 2 VIVIENDAS TIENEN SOLO AGUA

(1) FUENTES PROPIAS EN BASE AL PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO

(2) FUENTES PROPIAS, EN BASE AL CENSO DE 1993 Y SEDAPAL

ASENTIMIENTOS HUMANOS RECONOCIDOS EN LIMA Y CALLAO ⁽¹⁾

Nº DE AA.HH.	967
Nº DE LOTES	358,694
POBLACIÓN EN AA.HH.	2'116,294
Nº DE AA.HH. RECONOCIDOS	711
Nº DE AA.HH. CON SERV. DE AGUA, DESAGUE Y LUZ	178
Nº DE AA.HH. CON SERV. DE AGUA, DESAGUE	169
Nº DE AA.HH. CON SERV. DE LUZ	204
Nº DE AA.HH. EN PROCESO DE RECONOCIMIENTO	256

NOTA: La población residente en AA.HH. significa el 31 2 % de la población total de la ciudad de Lima y Callao.

El 72% (597,263 unidades) de las viviendas de AA.HH. son construidas bajo el sistema de autoconstrucción(son consideradas como viviendas evolutivas y se concluyen en 15 años como promedio)

LOCALIZACIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS ⁽¹⁾

ARENALES	406 AA.HH.
LADERAS	367 AA.HH.
RELLENOS	87 AA.HH.
QUEBRADAS SECAS	77 AA.HH.
RIBERAS DE LOS RÍOS	30 AA.HH.

SE UBICAN EN ÁREAS DE ALTA VULNERABILIDAD

324 AA.HH., CON UNA POBLACIÓN DE 90,720 HABITANTES

SE NECESITA REUBICAR 16,200 VIVIENDAS

SE REQUIERE \$ 405'000,000 DE DÓLARES

SE REQUIERE 189.5 Hás., para reubicaciones

La cuenca del Río Rímac es por su posición georeferencial la más importante del país, tiene más de 4,000 industrias establecidas, ubicándose el mayor número de establecimientos comerciales, que sobrepasan el 40% de los existentes en todo el país

El mayor problema en Lima es la tugurización y el hacinamiento de grandes sectores en el cual se presentan factores de riesgo por la auto construcción, ubicación en zonas vulnerables, la subdivisión de los predios o edificaciones y falta de mantenimiento de ellos. Tenemos el caso de Lima Cercado que cuenta con 18,087 viviendas tugurizadas en riesgo de colapso, así también tenemos el mismo problema en los distritos de Breña, Chorrillos, Barranco, Miraflores, Rímac, La Victoria, Surquillo, el Callao, etc.

Se estableció que los suelos que constituían el territorio de la área Metropolitana concentradas en valles y en pampas, era los siguientes.

(1) FUENTES PROPIAS

ÁREAS EN VALLES Y PAMPAS EN LIMA METROPOLITANA (1)

ZONA	ÁREA	%
Valle del río Rímac	40,200 Hás	51.17
Valle del río Chillón	18,000 Hás	22.91
Valle del río Lurín	7,600 Hás	9.67
Pampas Ventanilla - Ancón	4,250 Hás	5.42
Pampas Lurín - San Bartolo	8,510 Hás	10.83
TOTAL	78,560 Hás	100 %

En el Sur, en San Juan de Miraflores, Villa el Salvador, Villa María del Triunfo, Pachacamac y Lurín, ya existen pocas zonas de expansión urbana; se están creando zonas a lo largo de la costa hasta el kilómetro cincuenta, paralelas a la Panamericana Sur.

En cuanto a la población asentada a lo largo del río Rímac, se está tomando zonas como Ate, Lurigancho y hasta Chaclacayo como zonas de expansión urbana, algo parecido está pasando en la zona de Cieneguilla.

La factibilidad de dotación de servicios de agua esté supeditada a la ejecución de obras por parte de SEDAPAL, es por consiguiente la principal restricción la de tipo económico; similar condición se tiene al considerar la dotación de energía eléctrica a las áreas en mención.

En el Área Central Metropolitana, seguirá produciéndose una tugurización generalizada (con altos índices de hacinamiento en vivienda que incrementan en algunos casos la tugurización). Esto es más evidente en la zona de Cercado de Lima y los distritos de Barranco, La Victoria, Breña, Surquillo, Rímac

La ciudad tendrá una expansión urbana de acuerdo al predominio de determinados estratos sociales y económicos. Tenemos a Surco, La Molina, los balnearios del Sur, parte de la Carretera Central como zonas apropiadas para estratos más altos. El Cono Norte, Ventanilla, Puente Piedra, Carabayllo y Carretera Central para los estratos sociales bajos.

En el cuadro definimos las posibles áreas de expansión urbana en Lima.

(1) FUENTES PROPIAS

ÁREAS DE EXPANSIÓN EN ZONA NORTE DE LIMA

(1)

DISTRITO	ZONAS DE EXPANSIÓN	ÁREA (Hás)
PUENTE PIEDRA	PUENTE PIEDRA	205
ANCON	ANCÓN - SANTA ROSA	98
PUENTE PIEDRA	FAMESA	160
SAN MARTIN DE PORRES	NARANJAL	368
COMAS	CHACRA CERRO	612
CARABAYLLO	LOMAS DE CARABAYLLO	980
SAN MARTIN DE PORRES	SANTA ROSA	579
CARABAYLLO	GALLINAZOS	100
VENTANILLA	PAMPA DE LOS PERROS	630
VENTANILLA	CIUDADELA PACHACUTEC	1,353
CALLAO	OQUENDO	460
TOTAL NORTE		5,545

AREAS DE EXPANSION EN ZONA CENTRO DE LIMA.

(1)

DISTRITO	ZONAS DE EXPANSION	ÁREA (Hás)
LA MOLINA	LA MOLINA	183
ATE VITARTE	ATE VITARTE	190
ATE VITARTE	SANTA ANITA	206
LURIGANCHO	PEDREROS	135
LURIGANCHO	HUACHIPA	210
LURIGANCHO	ÑAÑA	122
LURIGANCHO	CARAPONGO	64
LURIGANCHO	HUAMPANI	132
LURIGANCHO	CHAACLACAYO	107
CHAACLACAYO	CALIFORNIA	150
SURCO		216
TOTAL CENTRO		1,715

ÁREAS DE EXPANSIÓN EN ZONA SUR DE LIMA

(1)

DISTRITO	ZONAS DE EXPANSIÓN	ÁREA (Hás)
VILLA EL SALVADOR	VILLA EL SALVADOR	86
CIENEGUILLA	MANCHAY	1,190
PACHACAMAC	PACHACAMAC	121
CHORRILLOS	VILLA	98
LURIN	LURIN-SAN BARTOLO	400
TOTAL CENTRO		1,895

En los otros Capítulos se presenta algunas de estas zonas con mayor detalle y se dará a conocer que zonas como Chorrillos, Lurín, Carapongo, Ñaña, Carabaylo y otros se encuentran en zonas altamente vulnerables a fenómenos geodinámicos y medio ambientales, los cuales para ser urbanizados deben ser sometidos a tratamientos especiales para disminuir el riesgo a la que están expuestas.

1.7 VIVIENDAS CON RIESGO DE COLAPSO

Para obtener la vulnerabilidad de viviendas es importante referir la relación suelo-estructura en la ciudad de Lima - Callao, que tiene una serie de diferentes comportamientos en cuanto a la soportabilidad de la carga admisible, resistencia y estabilidad estructural de las edificaciones, haciéndose necesario por lo tanto que la estructuración, zonificación y equipamiento urbano deban estar en relación con las características de la estructura del suelo.

Así, por sus características físicas, la vivienda actual está considerada como vulnerable y los principales problemas se ha identificado a través del relevamiento físico estructural, para lo cual se han tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- a. ***El estado ruinoso de las viviendas en su conjunto.***
- b. ***Mala calidad de los materiales de construcción.***
- c. ***El tiempo de edificación de las viviendas.***
- d. ***Falta de áreas de circulación.***
- e. ***Altos índices de humedad y filtraciones***
- f. ***Déficit de los servicios básicos.***
- g. ***Presencia de peligros estructurales y estabilidad en las viviendas.***
- h. ***y, la falta total de mantenimiento en las estructuras de las viviendas.***

La situación física del stock de viviendas de la ciudad, así como, de las tendencias de crecimiento, debe tomar en cuenta las características del comportamiento del suelo urbano y las condiciones físico estructurales de las viviendas, ya que las acciones de protección y seguridad de la ciudadanía son importantes.

El crecimiento demográfico de la ciudad de Lima está presionando por el déficit cuantitativo y cualitativo de la vivienda y en el marco de la prevención de desastres podemos señalar que:

- a. Existen viviendas con riesgo de colapso; son aquellas que tienen materiales de construcción en mal estado en las paredes, techos y pisos, afectando a su estructura y estabilidad, las que no cumplen los requerimientos mínimos de habitabilidad y tampoco utilizan los

códigos constructivos señalados en el reglamento nacional de construcciones. Suman un total de 459,060 viviendas, en las cuales residen 2'383,301 habitantes. En la eventualidad de la repitencia del fenómeno 'el niño' en el período de 1997-1998, conjuntamente con las alteraciones climáticas que pudieran darse sobre todo si la temperatura sobrepasase los 30 grados, en la ciudad se producirían lluvias de carácter tropical afectando a este tipo de viviendas, sobre todo a aquellas que están ubicadas en las laderas de los cerros y/o quebradas secas y los distritos más afectados son: (ver gráfico N° I - 02), (ver cuadro N° I - 01). (ver dibujo de barras N° I - 01).

- San Juan de Lurigancho
- La Victoria
- Villa el Salvador
- Independencia
- Lima cercado
- Ate Vitarte
- Callao
- Comas

- b. Bajo los conceptos de vulnerabilidad y riesgo físico de la ciudad de Lima - Callao y tomando en cuenta las viviendas con riesgo de colapso y las viviendas inadecuadas, podemos afirmar que en esta condición existen 733,222 viviendas, en las cuales residen 3'878,002 habitantes; en consecuencia, el 59% del stock de viviendas de la ciudad de Lima-Callao están expuestas a ser consideradas vulnerables.

Resumiendo las características de las viviendas, población, suelos y desastres, hemos establecido una tipología de áreas prioritarias para la prevención de desastres en la ciudad de Lima-Callao.

Los distritos de primera prioridad son:

- San Juan de Lurigancho
- Villa el Salvador
- La Victoria
- Villa María del Triunfo
- Chorrillos
- Independencia
- Ventanilla
- Lima Cercado
- Ate
- S. J. de Miraflores
- Comas
- S. Martín de Porres
- Callao
- Barranco,

Los distritos de segunda prioridad son:

- Santiago de Surco
- San Miguel
- Bellavista
- Pachacamac
- Carmen de la Legua

Los distritos de tercera prioridad son:

- San Borja
- Miraflores
- San Isidro

Otro caso de singular importancia son las viviendas tugurizadas con riesgo de colapso que al nivel de la ciudad de Lima-Callao suman 80,134 viviendas, en las cuales residen 433,446 habitantes.

El desarrollo urbano de la ciudad de Lima-Callao carece de un proceso integral planificado de crecimiento, lo que ha permitido un exceso en la utilización de áreas para vivienda, muchas de las cuales están ubicadas en áreas vulnerables, como por ejemplo las estribaciones de los cerros que circundan la ciudad.

La vivienda en la ciudad de Lima tiene una tipología variada que va desde el adobe y la quincha hasta el material noble, y en muchos de los casos no se ha aplicado las tecnologías constructivas sismo-resistentes, a pesar que estamos ubicados en una zona altamente sísmica.

El stock de viviendas refleja las condiciones críticas de vulnerabilidad física frente a un evento sísmico, de esta manera podemos afirmar que el 59% de las viviendas están expuestas a ser vulnerables, debido a su tiempo de edificación, mal estado de los materiales constructivos y falta de mantenimiento en las estructuras.

El comportamiento sismogénico de los suelos de la ciudad de Lima y Callao es diferenciado, hecho que se demuestra en la zonificación sísmica de la ciudad; así, los distritos de la Molina, Chorrillos y Barranco son los más vulnerables por la relación suelo-estructura.

La ciudad de Lima ha sufrido diez eventos sísmicos importantes, lo cual nos debe hacer meditar la importancia de la prevención de los desastres.

La ciudad de Lima-Callao esta expuesta a las implicancias del fenómeno 'El Niño', sobre todo si la temperatura llegara a más de 30 grados en que se producirían lluvias extraordinarias de carácter tropical, poniendo en riesgo las viviendas ubicadas en las estribaciones de los cerros, las viviendas ubicadas en las cauces y quebradas secas, las viviendas localizadas en las márgenes de los ríos Chillón-Rimac-Lurín, afectando aproximadamente a 65,000 viviendas del área urbana.

El mayor impacto de las lluvias se daría en las viviendas de adobe de más de 50 años de existencia, así mismo los techos y coberturas livianas de este tipo de viviendas sufrirán los embates del fenómeno 'El Niño'

- # **Viviendas de adobe con techos livianos 112,386.**
- # **Viviendas de esteras 130,029.**
- # **Viviendas de maderas y otras 52,360.**

1.9 RECOMENDACIONES

El manejo de zonas de alto riesgo en el espacio urbano debe tener una alternativa de apoyo técnico para el mejoramiento de la habitabilidad y calidad de vida de las poblaciones, para éste fin es necesaria la protección de áreas de

riesgo potencial de la cuenca del río Rímac, realizando estudios puntuales de riesgo geodinámico y caracterización geomorfológico, además de la implementación de acciones técnico normativa de la zonificación urbana.

Es necesario tomar en cuenta para próximas zonas de expansión urbana, la geomorfología regional, ya que en su abrupta geografía, el 70 % del área territorial está compuesta de cerros empinados, formados principalmente por el Batolito de los Andes y por otras formaciones como laderas y quebradas de difícil acceso, quedando para uso urbano y agrícola solo cerca de 80,000 hás.

De estas, el 45 % tiene algún problema de índole geomorfológico y geodinámico, por lo cual, para ser tomada como zona urbana, debe ser tratada en forma integral.

De igual manera la falta de alcantarillado y desfogue de aguas pluviales crearían zonas inundables; de igual manera, la diferencia de altura de suelo topográfico de la ciudad de Lima-Callao incrementará dicho peligro.

Finalmente se deben implementar procesos de mejoramiento urbano en las áreas críticas de la ciudad de Lima-Callao con énfasis en elevar la calidad de vida y habitabilidad.

El crecimiento urbano futuro de la ciudad de Lima-Callao debe ser planificado y orientado a la prevención de los desastres, de tal forma que la zonificación y estructuración urbana concilie la vulnerabilidad existente en la ciudad, para lo cual las municipalidades deberán llevar a cabo sus respectivos mapas de riesgos que deberán ser tomados en cuenta en el proceso planificador concertado a nivel metropolitano.

Se debe implementar tecnologías constructivas adecuadas a las condiciones socioeconómicas de la población para que el proceso de la auto construcción sea seguro y eficaz. Para este fin será necesario elaborar normas técnicas que se adecuen a las características de la relación suelo-estructura de cada municipalidad.

Las áreas verdes y los espacios públicos abiertos deben recibir un tratamiento especial, ya que en el caso de un evento sísmico estas deben ser consideradas como áreas de refugio, debiendo tomarse en cuenta en la zonificación urbana.

Para lograr una ciudad segura debemos asumir cada uno de nosotros una actitud de conciencia frente a los desastres, sobretodo en la proximidad de eventos como de 'El Niño'.

El crecimiento urbano futuro de la ciudad de Lima-Callao debe ser planificado y orientado a la prevención de los desastres, de tal forma que la zonificación y estructuración urbana concilie las vulnerabilidades existentes en la ciudad, para lo cual las municipalidades deberán llevar a cabo sus respectivos mapas de riesgos que deberán ser tomados en cuenta en el proceso planificador concertado a nivel metropolitano.

Se debe implementar tecnologías constructivas adecuadas a las condiciones socio - económica de la población para que el proceso de la auto construcción sea seguro y eficaz, para este fin será necesario elaborar normas técnicas que se adecuen a las características de la relación suelo-estructura de cada municipalidad.

Las áreas verdes y los espacios públicos abiertos deben recibir un tratamiento especial, ya que en el caso de un evento sísmico éstas deben ser consideradas como áreas de refugio, debiendo tomarse en cuenta en la zonificación urbana.

Para lograr una ciudad segura debemos asumir cada uno de nosotros una actitud de conciencia frente a los desastres, sobretodo en la proximidad del evento de 'El Niño'

1.10 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, Compendio Estadístico Departamental 95-96, Lima y Callao, INEI- Lima 1996
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, Censo Nacional de 1993, INEI- Perú -1995
- INSTITUTO METROPOLITANO PLANIFICACION, Proyecto N°12 Programa de Recuperación Integral del Río Rímac entre los Puentes del Ejército y Huáscar, Municipalidad de Lima 1962
- JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA, Datos Estadísticos De Los Barrios Marginales De Lima, Ministerio De Vivienda, Lima 1962
- PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO DE LIMA- CALLAO (1990 - 2010), Municipalidad De Lima Metropolitana, Lima 1994
- PLAN ALFA CENTAURO; Diagnostico Sobre Vulnerabilidad Y Riesgos De Las Areas Criticas De Lima Metropolitana, INDECI- INADUR - Lima 1988
- JOSE LUIS TRUJILLO CERNA, "Pueden colapsar 459 m.", Diario El Comercio, Lima- 26 de Enero -1998

CAPITULO II

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA APLICADA; CARACTERÍSTICAS DE LOS DESASTRES

2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Dadas las condiciones de vulnerabilidad física de la cuenca del Río Rímac y sus implicancias de riesgos que afectan directamente a la población, es necesario llevar a cabo el estudio - proyecto de diagnóstico de amenazas y análisis de vulnerabilidad, en base al relevamiento físico - estructural de la situación actual de las zonas urbanas y rurales de la cuenca que están expuestas a los diferentes fenómenos naturales e inducidos, los cuales deben ser mitigados a través de acciones de prevención de desastres, siendo las principales actividades - objetivo:

2.2 OBJETIVOS GENERALES

- Identificar las áreas de alta vulnerabilidad al interior de las zonas delimitadas por la formación de la cuenca principal y sub - cuencas del Río Rímac definiendo el origen del desastre y los riesgos a los cuales está expuesta la población
- Definir la tipología de colapso de las viviendas y equipamiento urbano en las zonas urbano y rurales.
- Dar un tratamiento especial a las áreas de mayor concentración poblacional.
- Analizar los sistemas constructivos e implementar una mejor utilización de las líneas vitales de los poblados asentados en las márgenes del río, sobre todo después del desastre.
- Identificar las características estructurales de las edificaciones de las zonas, como tipo de material y clasificación de estructuras, describiendo factores predominantes de daños, defectos estructurales y mecanismos de fallas.
- Identificar daños ocasionados por las condiciones locales de suelo.
- Identificar y evaluar daños que puedan generar los fenómenos naturales o inducidos en los servicios de agua potable y alcantarillado en las localidades asentadas en la cuenca.
- Identificar las causas de la relación suelo - estructura en los principales asentamientos humanos y evaluar la incidencia del nivel freático en ellos.

- Encontrar una relación entre la capacidad del uso mayor de tierras y degradación del medio ambiente.
- Contar con un plan de Contingencias que sea puesta en ejecución cuando se presenten estos fenómenos en forma rápida y oportuna en la cuenca del río Rímac.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- El presente estudio permitirá realizar la zonificación de áreas pobladas asentadas en zonas de riesgo y del planteamiento de alternativas de solución como son los de rehabilitación, protección y reubicación.;
- Formular recomendaciones que permitan a las autoridades competentes, tener un sustento técnico para priorizar acciones necesarias de prevención y así poder evitar daños tanto a la población asentada en estos lugares como a la infraestructura local.
- Proteger a la poblaciones ubicadas en zonas de mayor riesgo en las riberas del río Rímac
- Proteger la infraestructura social
- Asegurar la continuidad de los servicios públicos esenciales
- Reducir los daños a la producción e infraestructura, industrial, agrícola
- Atender necesidades vitales de la población en alimentos, agua potable, abrigo y techo de ser afectada.
- Prevenir los efectos en la parte Medio Ambiental y la Salud de la población.
- Promover la protección de los puntos vulnerables en la infraestructura física.
- Promover la conciencia ciudadana sobre la prevención de los desastres.
- Promover la movilización de recursos públicos y privados concertando su participación en el caso de este último.
- Propiciar la integración de los organismos del gobierno central, gobiernos regionales y gobiernos locales en la acción de la mitigación.

- Propiciar la participación de los colegios profesionales, de instituciones y empresas privadas y la población en general en las acciones de mitigación de impacto directo a estas zonas con uso de tecnología apropiada.

2.4 ESTRATEGIAS

Programar las acciones de los organismos del estado en función de la prioridades del plan los cuales son:

2.4.1 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

- Identificar la ubicación, la intensidad, la frecuencia y la probabilidad de futuros eventos peligrosos (lluvia, deslizamiento, inundación, erosión).
- Hacer mapas de la zona en peligro.
- Realizar investigaciones posteriores al desastre para recoger información adicional sobre los peligros.

2.4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

- Identificar los lugares y la distribución de la población, las edificaciones, la infraestructura, las actividades económicas vitales, trabajos de ingeniería, rutas de evacuación e instalaciones críticas.
- Ejecutar investigaciones posteriores al desastre para obtener información, y desarrollar modelos teóricos y de laboratorio para evaluar la vulnerabilidad.

2.4.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO

Evaluar las pérdidas previstas usando información del peligro y de la vulnerabilidad.

2.4.4 PREVENCIÓN

- Revertir los daños en el medio ambiente que pueden exacerbar los peligros (en nuestro caso reforestar para reducir los deslizamientos y erosiones).
- Reubicar a los residentes de áreas de alto riesgo
- Realizar investigaciones posteriores al desastre para perfeccionar el conocimiento acerca de la prevención

2.4.5 PREPARACIÓN

- Inventariar los recursos disponibles para la respuesta a la emergencia, incluyendo equipo, voluntarios, vehículos y refugios.
- Construir diques, terraplenes, canales, presas, canales de drenaje de inundación, cortafuegos y muros de contención para minimizar los impactos de los sucesos peligrosos.
- Diseñar y readecuar edificaciones para soportar los peligros naturales.
- Crear Normas y Fortalecer los códigos de construcción (RNC).
- Establecer y hacer respetar la legislación y los planes de uso de tierras para regular el desarrollo en áreas peligrosas.
- Establecer estándares para el mantenimiento de las edificaciones
- Educar a la población acerca de las medidas de prevención.
- Planificar las medidas de recuperación y de rehabilitación, incluyendo encuestas sobre el daño y medidas de prevención para ser llevadas a cabo durante la reconstrucción.
- Hacer un seguimiento de los cambios de los peligros en el tiempo.
- Desarrollar modelos y sistemas para predecir sucesos peligrosos
- Educar a la población por intermedio de simulacros sobre la evacuación y otras medidas de respuesta a la emergencia.
- Construir zonas de refugios.

2.5 RESULTADOS ESPERADOS

- Lograr que los asentamientos humanos ubicados en la cuenca del Río Rímac conozcan sobre su vulnerabilidad física y los peligros naturales que amenazan su entorno.
- Desarrollar métodos y sistemas constructivos acordes con la zona a donde se va a reubicar.
- Zonificación de áreas urbanas de acuerdo a intensidades sísmicas, inundaciones, movimientos de masa, vientos y lluvias para poder determinar las zonas de reubicación y zonas no aptas para futura expansión de asentamientos urbanos y así minimizar pérdidas a causa de los fenómenos que pudieran producirse.
- Diseñar una metodología para evaluar los daños después de un desastre en la cuenca cualquiera sea su origen.

- Determinar las acciones necesarias para la reubicación de las poblaciones ribereñas que sean consideradas vulnerables.
- Dar normas de prevención para minimizar los efectos en cada tipo de fenómeno de posible ocurrencia.

2.6 METODOLOGÍA APLICADA

La metodología a emplearse en proyecto tiene tres fases:

2.6.1 PRIMERA FASE

Está orientada a la elaboración de base de datos, y la realización de actualización cartográfica necesaria para su posterior digitalización.

2.6.2 SEGUNDA FASE

En esta fase se evaluarán y analizarán los datos insitu:

Recopilación de información, con las características físicas del entorno urbano y rural, basada en documentos cartográficos, como mapas, planos, fotos aéreas en la cuenca del río Rímac.

2.6.2.1 Zonificación Geomorfológica, donde se analizan y delimitarán las principales formas de relieve, considerando unidades y sub-unidades geomorfológicas y su relación con la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa e interna, sobre todo en las zonas ribereñas.

2.6.2.2 Zonificación Hidrológica, que consiste en la Delimitación de la cuenca principal y sub-cuencas para desatacar la vinculación de la red de drenaje y la geomorfología con los procesos geodinámicos externos e internos, según la variación climática, régimen de precipitaciones, registros y volúmenes de caudales del río Rímac,

2.6.2.4 Zonificación Litológica, compuesta por la tipología de propiedades geotécnicas de campo de las diferentes formaciones superficiales y substratos rocosos existentes en la cuenca principal así como en sus sub-cuencas.

2.6.2.5 Zonificación Sísmica, con la que se crearán mapas de riesgo sísmico de la cuenca, interrelacionando la estructura de suelo, nivel de la napa freática y tipos de edificación (relación suelo - estructura)

2.6.2.6 Zonificación geodinámica, la que determinará zonas de deslizamiento, inundaciones, huaycos y su incidencia en la seguridad física de la población, así como de terrenos de cultivo. Esto determinará valores con los siguientes rangos:

Zona A, de bajo riesgo geodinámico
Zona B, de mediano riesgo geodinámico
Zona C, con un alto riesgo geodinámico

2.6.2.7 Zonificación por degradación del Medio Ambiente

2.6.2.8 Zonificación por vulnerabilidad de la vivienda

Se debe tener en cuenta que todos estos fenómenos son agudizados por la ocurrencia del Fenómeno del Niño.

TERCERA FASE

En esta fase se correlacionarán resultados parciales del estudio para obtener los resultados deseados:

Para los fines del estudio se ha aplicado el siguiente instrumental metodológico:

- Evaluación física de ambos márgenes del río Rímac desde el Puente Ricardo Palma hasta la desembocadura en el Océano Pacífico, para lo cual se han utilizado los planos elaborados por el Instituto de Catastro de Lima de la Municipalidad de Lima, así como los planos del Instituto Geográfico Militar, además de las aerofotografías del Servicio Aerofotográfico Nacional.
- Aplicación de una ficha de encuesta y empadronamiento a cada una de las familias que habitan las viviendas con riesgo de colapso ubicadas en ambos márgenes del río Rímac que están dentro del ancho de la faja marginal declarada intangible.
- En base a la información de relevamiento físico y social de los pobladores y viviendas localizadas en las proximidades del río (faja marginal), se elaborarán los cuestionarios correspondientes.
- Formar y activar la Comisión Multisectorial y realizar todas las coordinaciones con los diferentes organismos que hacen relación con la actividad del Río Rímac.
- En el marco de la formulación del proyecto ha sido muy importante la participación directa de la población afectada, para lo cual se ha realizado las "entrevistas participativas" correspondientes con los pobladores y poder evaluar sus niveles de aspiraciones en el proceso de reubicación que deberá llevarse a cabo.
- Así mismo, para los fines del empadronamiento se ha identificado la dirección y el número de la vivienda, además del titular o actual poseedor de la vivienda teniendo como referencia su carga familiar, el tiempo de residencia, el tipo de tenencia de la vivienda, la obtención del título de propiedad; los materiales constructivos predominantes en

paredes pisos y techos, estado de la vivienda y el nivel de riesgo de colapso de la vivienda.

- Correlacionar las características de suelo-estructura en el ámbito de la zona de estudio, delimitando la influencia para poder realizar la reubicación.
- Formular recomendaciones técnicas para la prevención de desastres de la cuenca del Río Rímac y poder coordinar con los Comités Provinciales y Distritales de Defensa Civil.

2.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS DESASTRES

Un desastre puede definirse como un evento o suceso que ocurre en la mayoría de los casos en forma repentina e inesperada causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y/o daños severos sobre el medio ambiente. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida generando adversidad, desamparo y sufrimiento en las personas, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y/o la modificación del medio ambiente, lo cual determina la necesidad de asistencia y de intervención inmediata.

Los desastres pueden ser originados por la manifestación de un fenómeno natural, provocados por el hombre o como consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos.

Algunos desastres de origen natural corresponden a amenazas que no pueden ser neutralizadas debido a que difícilmente su mecanismo de origen puede ser intervenido, aunque en algunos casos puede controlarse parcialmente. Terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis (maremotos), huaycos y huracanes son ejemplos de amenaza que aún no pueden ser intervenidas en la práctica, mientras que inundaciones, sequías y deslizamientos pueden llegar a controlarse o atenuarse con obras civiles de canalización y estabilización de suelos.

2.7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS DESASTRES

Una lista amplia de los fenómenos naturales que pueden originar desastres o calamidades, es la siguiente:

- Terremotos
- Tsunamis (maremotos)
- Erupciones volcánicas
- Huracanes (tormentas, vendavales)
- Inundaciones (lentas, rápidas)
- Movimientos en masa (deslizamientos, huaycos, reptación, derrumbes, flujos)
- Sequías (desertificación)

- Epidemias (biológicos)
- Plagas

Estos fenómenos se deben clasificar como básicos, pues en ocasiones generan otros efectos, como el caso de las avalanchas o lahares y las lluvias o flujos de material piroclásticas que están directamente asociados con el fenómeno volcánico; u otro tipo de fenómenos que pueden asimilarse como equivalentes, como el caso de tornados, ciclones tropicales o tifones que pueden relacionarse con el término huracanes. La mayoría de estos fenómenos ocurren en forma cataclísmica, es decir, súbitamente y afectan un área no muy grande; sin embargo hay casos como la desertificación y las sequías los cuales ocurren durante un largo período y sobre áreas extensas en forma casi irreversible.

Los desastres de origen antrópico pueden ser originados intencionalmente por el hombre o por una falla de carácter técnico, la cual puede desencadenar una serie de fallas en serie causando un desastre de gran magnitud.

Entre otros desastres de origen antrópico pueden mencionarse los siguientes:

- Guerras (terrorismo)
- Explosiones
- Incendios
- Accidentes
- Deforestación
- Contaminación
- Colapsos (impactos)

En general existe una diversidad de posibles desastres de origen tecnológico. En la actualidad, los centros urbanos y los puertos ofrecen una alta susceptibilidad a que se presenten este tipo de eventos debido a la alta densificación de la industria, de la edificación y de los medios de transporte masivo de carga y población.

Los efectos que puede causar un desastre varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos y de la naturaleza del evento mismo. El impacto puede causar diferentes tipos de alteraciones. En general pueden considerarse como elementos bajo riesgo la población, el medio ambiente y la estructura física representada por la vivienda, la industria, el comercio y los servicios públicos.

Los efectos pueden clasificarse en pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños a la infraestructura de servicios públicos, daños en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat.

Las pérdidas indirectas generalmente pueden subdividirse en efectos sociales tales como la interrupción del transporte., de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que puede tomar una región con respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del

comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción.

En un amplio número de países en desarrollo, como los países de América Latina, se han presentado desastres en los cuales han muerto miles de personas y se han perdido cientos de millones de dólares en veinte o treinta segundos. Cifras en muchos casos incalculables en eventos cuyos costos directos y obviamente indirectos pueden llegar a un inmenso porcentaje de su Producto Interno Bruto. Debido a la recurrencia de diferentes tipos de desastres en varios países del continente, se puede llegar a tener un significativo porcentaje promedio anual de pérdidas por desastres naturales con respecto a su Producto Nacional Bruto. Situación que, como es obvio, se traduce en empobrecimiento de la población y estancamiento, puesto que implica llevar a cabo gastos no previstos que afectan la balanza de pagos y en general el desarrollo económico de los mismos.

Las medidas de prevención contra los efectos de los desastres deben considerarse como parte fundamental de los procesos de desarrollo integral a nivel regional y urbano, con el fin de reducir el nivel de riesgo existente. Dado que eventos de estas características pueden causar un grave impacto en el desarrollo de las comunidades expuestas, es necesario enfrentar la ejecución de medidas preventivas versus la recuperación posterior a los desastres, e incorporar los análisis de riesgo a los aspectos sociales y económicos de cada región del país.

2.7.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Entre otros conceptos, el reporte de dicha reunión "Desastres Naturales y Análisis de Vulnerabilidad" incluyó los siguientes:

Amenaza o peligro (Hazard - H), definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Vulnerabilidad (V), como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

Riesgo Específico (Specific Risk - Rs) como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

Elementos Bajo Riesgo (E), como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

Riesgo Total (Total Risk - Rt), como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la

ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del Riesgo Específico R_s y los elementos bajo riesgo E .

En otras palabras la evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente relación:

$$R_t = E \cdot R_s = E \cdot (H \cdot V)$$

Considerando la Exposición E implícita en la vulnerabilidad V , sin que esto modifique la concepción original, podría plantearse que:

Una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el riesgo R_i , puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i ,

$$R_{ie} = (A_i, V_e)$$

es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un período de tiempo t dado.

De una manera más exacta, entonces, pueden distinguirse dos conceptos que en ocasiones han sido equivocadamente considerados como sinónimos pero que son definitivamente diferentes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo:

La amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema. representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo.

El Riesgo, o daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convulsión de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo.

En términos generales, la "vulnerabilidad" puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están

íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

Los sismos consisten en liberaciones súbitas de energía de deformación de la tierra, acumulada durante años en los sitios de la corteza terrestre en los cuales tiene lugar esa deformación. Las causas principales de las deformaciones de la corteza se encuentran en las fuerzas que arrastran a los sectores de los que está compuesta (las llamadas placas tectónicas), y a las que se oponen fuerzas contrarias en las placas adyacentes. Sobre la naturaleza de todas estas fuerzas no hay claridad suficiente aún, pero que pueden deberse o bien a las altas temperaturas interiores de la Tierra, o a la fuerza de gravedad. Los sismos originados por esta causa tienen generalmente una profundidad media a alta.

Las fuerzas que se desarrollan en las placas tectónicas producen a su vez, agrietamientos dentro de la placa misma, conocidos como fallas geológicas. En ellas pueden manifestarse fuerzas derivadas de la actividad tectónica, que tienden a mover un sector de la falla, generando la reacción contraria en el sector opuesto de la misma, con lo que se origina el proceso de acumulación de energía de deformación. Los sismos causados por fallas activas tienen en términos generales una profundidad pequeña a media, y son en consecuencia, de alta peligrosidad.

Las maneras usuales de medición de un sismo son las relativas a su energía, a su ubicación y a su manifestación en la superficie de las ciudades o sitios de interés. La energía del sismo se mide por medio de la Magnitud, ideada por Richter como un número sencillo.

La medición de la magnitud, así como la localización del sitio de ocurrencia del fenómeno (hipocentro) se realiza por medio de sismómetros. Como tal, la magnitud no es más que una medida referente al suceso mismo del sismo en el sitio de liberación de la energía. Para sitios alejados del mismo, dicha energía se atenúa debido a las propiedades de amortiguamiento de las rocas por las que transitan las ondas sísmicas. Es por esto que la manifestación sobre las ciudades de interés es más conveniente medirla en términos de los movimientos mismos del suelo. Esta medición, realizada por medio de acelerómetros, registra generalmente el movimiento del suelo en las tres direcciones del espacio, en términos de su aceleración, ya que en esta información está contenida la referente a la velocidad y a la deformación del suelo.

El movimiento del suelo es, en consecuencia, una función de la magnitud del sismo, su distancia al sitio de ocurrencia de la liberación de energía, y de las propiedades de atenuación de la misma de la provincia geológica. Los estudios de amenaza sísmica buscan establecer, para cada sitio de interés, un sismo de baja probabilidad de ser excedido en un lapso que se considere adecuado como vida media de la edificación o edificaciones a construir, de acuerdo a la información disponible sobre las fuentes sísmicas que afecten a ese sitio.

Además de lo mencionado anteriormente, los siguientes factores pueden influir sobre el impacto del sismo en las ciudades:

La amplificación de las ondas sísmicas por parte de los suelos. Es este un hecho que recibe actualmente gran atención por parte de los investigadores, debido a que los sismos pueden recibir una amplificación de su energía en grandes valores, debido a las características de los suelos sobre los cuales se apoyan los edificios de las ciudades. Terremotos ocurridos a grandes distancias que prácticamente no son importantes sobre suelos duros o rocosos se amplifican destructivamente cuando encuentran suelos blandos, usualmente de origen lacustre.

Licuación de suelos. En ciertos casos, especialmente en el de suelos arenosos saturados de gradación uniforme, puede ocurrir el fenómeno de licuación del suelo, que consiste en el hundimiento súbito del mismo por causa del aumento de la presión del agua contenida en el suelo al suceder la vibración sísmica, lo que puede ser catastrófico.

Movimientos en masa. Los terrenos montañosos pueden sufrir deslizamientos o derrumbes como consecuencia del empuje sísmico de la tierra. En ocasiones los movimientos en masa no ocurren inmediatamente después de que ocurre el sismo sino al cabo de varias horas o días.

Asentamientos del suelo. Pueden ocurrir en suelos poco consolidados, o apoyados en capas de suelos que hayan sufrido licuación, etc.

Tsunamis o maremotos. Olas marinas generadas por la actividad sísmica del suelo oceánico. Causan inundaciones en áreas costeras y pueden afectar a otras áreas ubicadas a miles de kilómetros del sitio donde ocurrió el terremoto generador.

Peligros indirectos. Las fuerzas del sismo pueden causar la falla de presas, lo cual puede agravar los efectos del evento aguas abajo de los embalses, o contaminación por daños en plantas industriales, tales como el escape de gases o sustancias peligrosas, explosiones e incendios.

La mayoría de los daños causados por sismos se deben a los fuertes movimientos del terreno. Eventos de grandes magnitudes han sido sentidos en áreas del orden de 5 millones de kilómetros cuadrados. Por esta razón, las decisiones de ingeniería se toman normalmente sobre la base de evaluaciones de grandes movimientos, expresados en términos de la máxima aceleración que se espera del movimiento del suelo en cada sitio.

La América Central y la América del Sur, especialmente en sus costas del Océano Pacífico son zonas de alta sismicidad y amenaza sísmica. Algunos sismos de especial importancia han ocurrido entre Costa Rica y Panamá (8.3; 1904), la frontera entre Colombia y Ecuador (8.9; 1906), en el Perú (8.6; 1942), al norte de Santo Domingo (8.1; 1946) y en Chile (8.4; 1960). En general, todos

los países de América Latina tienen algún grado de amenaza sísmica, dado que en sus diferentes provincias se han presentado terremotos que aunque no son recordados como eventos de gran magnitud con frecuencia han causado grandes catástrofes y daños. Aproximadamente 100.000 habitantes de esta región han muerto como consecuencia de los terremotos durante el siglo XX, 50.000 como consecuencia de erupciones volcánicas y la cantidad de heridos supera ampliamente a la de muertos.

2.7.3 ANTECEDENTE PARA ACELERAR EL PROCESO DE REUBICACION

ZONA AFECTADA POR EL DESBORDE DEL RÍO RÍMAC EN EL CALLAO EN EL VERANO DE 1994,

El río Rímac se caracteriza por tener un régimen irregular y torrentoso, principalmente en los meses de verano, cuando se producen fuertes lluvias en la cuenca alta. Allí las precipitaciones son cuarenta veces mayores que los 21 mm. de la Costa, originando las crecidas anuales.

En el mes de marzo de 1994, el comportamiento hídrico del río registro una tenencia creciente cuyo valor fluctúa entre 50 m³/seg. a 67 m³/seg., como producto del incremento de las precipitaciones que ocurrieron en la cuenca alta.

La máxima descarga se registró el 03MAR94 a las 19:15 horas, cuyo valor fué de 79.53 m³/seg., lo que provocó el desborde del río en la zona de la cuenca baja a la altura del Callao.

DE LA ZONA AFECTADA.

El desborde del río Rímac ocurrido el 03MAR94, afectó las áreas del asentamiento Humano gambeta Baja, Urbanización Ramón Castilla, Asentamiento Humano Frigorífico y Asentamiento Humano Puerto Nuevo; además de las instalaciones de la Base Naval del Callao, Petro Perú, Minpeco, Estación del Ministerio de agricultura; así como las instalaciones y edificaciones Privadas ubicadas en la zona del desborde.

El área total afectada por el desborde del río es de 503,517 m²(50.30 hás); y el área afectada para uso residencial es de 164,987m².

A causa del desborde del río Rímac fueron afectados 10,760 habitantes, ubicados en los diferentes asentamientos Humanos y Urbanizaciones, de estos 2,579 habitantes son considerados damnificados directos por el desborde del río, 3,093 habitantes considerados como medianamente afectados

En cuanto a la Vivienda se identificó 1,525 viviendas afectadas, de las cuales hay 427 viviendas en estado de colapso, además de 409 viviendas que son considerados dañados y finalmente existen 689 viviendas relativamente afectadas.

dadas las condiciones y características del suelo del área afectada, fue necesario la demolición de 427 viviendas, debido a la aceleración de los efectos de asentamiento de las viviendas por la incidencia de la humedad y filtraciones generadas por el desborde del río

Se prevé que con el tiempo las otras viviendas afectadas pueden sufrir algún tipo de asentamiento, debido a la descomposición de los materiales depositado muchos años atrás (relleno sanitario), teniendo en algunos lugares un espesor de más de 4 m

2.8 BIBLIOGRAFIA

- OPS, Características de los desastres naturales, Organización panamericana de la Salud; OPS 1993
- OFICINA DE ASISTENCIA PARA CATASTROFES, Administración de desastres, USAID/OFDA- OPS- ORGA, OPS (Organización Panamericana de la Salud); Lima 1997
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Elaboración de mapas de riesgo integral, Módulo piloto Piura, Instituto Peruano de Seguridad Social; Mayo 1998
- CARACTERISTICAS DE LOS DESASTRES, Organización Panamericana de Salud Tomo I, OPS 1993
- MASKLEY A. ROMERO G., Como entender los desastres; la Red; Lima 1993
- EVALUACION DE NECESIDADES EN EL SECTOR SALUD CON POSTERIORIDAD A INUNDACIONES Y HURACANES, Organización Panamericana de Salud; Washington, DC 20037, E.U.A. 1989
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS; DURAND PARDO, JORGE; Plan de Contingencias distrital de Castilla, Municipalidad de Castilla; Piura 1997
- ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD EN GESTION URBANA AMBIENTAL, Foro Bi- Nacional- Perú- Bolivia, IPEDEL- IHS- PROA; Lima, Marzo 1996

CAPITULO III

ESTUDIO GEODINAMICO Y GEOMORFOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

3.1 INTRODUCCIÓN

En análisis, en el origen, de los problemas de geodinámica externa que se producen en la cuenca del Río Rímac, demuestra que su evolución no es diferente a lo que soportan las cuencas costeras y que, en todo caso es el manejo de la cuenca, por la intervención del hombre, la que ha contribuido sobre manera a agravar estos problemas, bastando recordar que la casi totalidad de las obras de infraestructura existentes no han tenido en cuenta estos problemas, así como el emplazamiento de los asentamientos urbanos y marginales particularmente en la cuenca media y baja

Excepcionalmente con la aparición a cíclica y más recurrente del Fenómeno del Niño, se agravan los problemas de geodinámica en la cuenca con consecuencias difíciles de pronosticar en algunos casos de carácter catastróficos.

Es probable que para la cuenca del río Rímac haya la mayor cantidad de estudios realizados, pero son muy pocos que enfocan el problema un punto de vista integral.

El presente trabajo pretende definir el verdadero cause del río para épocas de crecidas, de donde se deducirá la necesidad de eliminar todos los obstáculos artificiales(construcciones, cambios hidráulicas, asentamientos poblacionales) que han estrangulado el río.

3.2 HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC

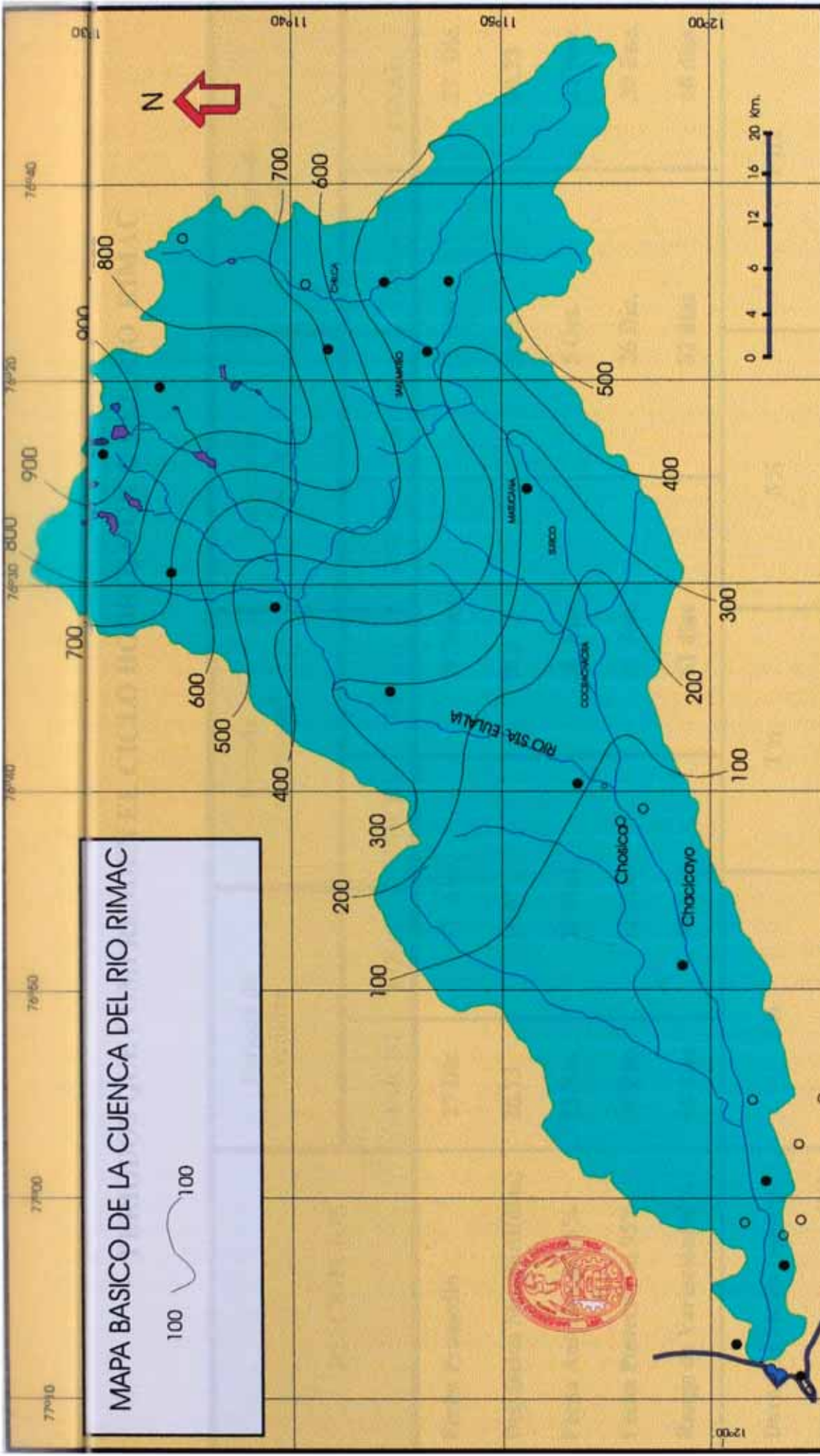
La finalidad de este de la parte hidráulica es la de realizar el análisis y la evaluación de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Río Rímac, haciendo resaltar sus características más importantes, con el objeto de proporcionar la información básica necesaria para la formulación de esquemas integrales para hacer una zonificación geodinámica.

La Cuenca del Río Rímac es la más intensamente explotada del país, encontrándose la ciudad de Lima localizada dentro de sus límites, con una población de 7'259,307 de habitantes, los más importantes asentamientos industriales y mineros y cinco de las centrales hidroeléctricas más grandes del país, además de contar con cierta extensión de tierras de cultivo destinadas a la explotación agrícola.

Las descargas de la cuenca del río Rímac provienen del escurrimiento natural originado por la precipitación y el deshielo de los nevados y de los caudales liberados de las lagunas que conforman el sistema de regulación del río Santa Eulalia y el Mantaro (Ver Plano N° III - 01).

MAPA BASICO DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

100 100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PARA OPTAR EL TITULO
DE INGENIERO CIVIL

LIMITES DE CUENCA

ELABORADO POR:
Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

Fecha : DIC. 97 **PLANO N° III - 01**

PERIODOS QUE COMPRENDE EL CICLO HODROLOGICO DEL RÍO RIMAC

DESCRIPCION	Periodo de Avenidas		Periodo Transicional		Periodo de Estiaje		Periodo Transicional	
	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
	Fecha Promedio	27 Dic	17 Abr.	29 Mayo	15 Nov	27 Dic.		
Desviacion Standard(días)	20.73	15.07	18.6	24.92	20.73			
Fecha Anterior al 95%	23 Nov.	23 Mar.	28 Abr.	5 Oct.	23 Nov.			
Fecha Posterior al 95%	30 Ene.	12 May.	28 Jun.	26 Dic.	30 Ene.			
Rango de Variación(90%)	68 días	50 días	61 días	82 días	68 días			
Duración Media (meses)	3 ½	1 ½	5 ½	1 1/2				
Volumen de Descarga (‰)	60	11	21	8				
Módulo (m3/seg.)	56.65	27.53	12.91	20.15				

(CUADRO III - 01)

3.2.1 CLASIFICACIÓN HÍDRICA ⁽¹⁾

El agua empleada para satisfacer los requerimientos agrícolas, energéticos, industriales, mineros y humanos del área se puede clasificar, de acuerdo a su procedencia, en cinco tipos:

- Agua superficial de escurrimiento natural, proveniente de la cuenca del río Rímac
- Agua superficial de régimen regulado, proveniente de las lagunas embalsadas localizadas en la cuenca del río Rímac.
- Agua superficial de escurrimiento natural, derivada de la cuenca del río Mantaro
- Agua superficial del régimen regulado, proveniente de lagunas embalsadas localizadas en la cuenca del río Mantaro.
- Agua subterránea extraída mediante bombeo de los pozos ubicados en el valle del río Rímac.

La cuenca del río Rímac tiene una extensión aproximada de 3,583 Km². de la cual el 61.7% o sea 2,211 Km²., corresponde a la denominada cuenca "imífera" o húmeda, llamada así por encontrarse por encima de la cota de los 2,500 m.s.n.m., límite inferior fijado al área que se estima contribuyente efectivamente al escurrimiento superficial.

El inventario de uso de la tierra efectuada por la ONERN, a permitido establecer que el valle agrícola del Rímac tiene una extensión global de 37,330 Ha., estando bajo cultivo sólo 9,000 Ha.; ello se debe en parte a que una porción de la diferencia se halla ocupada por centros poblados (19,800 Ha.) e instalaciones públicas y privadas (2,720Ha.), otros terrenos de expansión urbana (1,010 Ha), y terrenos semi-rústicos (1,120 Ha.) y una parte están abandonadas (570 Ha.).

El río Rímac cuenta con 17 estaciones de aforo en funcionamiento, acondicionados para medir el caudal de los ríos de su red hidrográfica; de éstas, 12 son limnigráficas (Chosica, San Mateo, río Blanco, Surco, Sheque, Sacsá, Autisha, Milloc, Huinco, Callahuanca, Tamboreque y toma Yanacoto) y las restantes limnimétricas (Pillihua, Yana, Aruri, Racray y Azul). Para los fines del análisis hidrológico de este río, se han empleado básicamente los registros de la estación de Chosica, la que controla los recursos de una cuenca colectora total de 2,311.0 Km². , de la cual, 1,998.0 Km²., constituyen la denominada cuenca húmeda; para la utilización de la información citada.

3.2.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HÍDRICA CONSIDERADA

Muestra que el río Rímac, al igual que la mayoría de los ríos de la Costa, presentan un régimen de descargas irregular, con una diferencia bastante

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE A ESTUDIOS DE INGEMMET Y EL MINISTERIO DE AGRICULTURA

pronunciada entre sus valores extremos, a pesar de las obras de regulación construidas en la cuenca y de las obras de derivación construidas en la cuenca del río Marañón.

El registro de descargas del río Rímac en la estación de Chosica, se realizó de la siguiente manera:

- 1921-1948 aforos en Chosica, sección de control en Chacrasana
- 1948-1954 aforos en Chosica, sección de control de los Ángeles
- 1955 aforos en Chosica, sección de control en Yanacoto
- 1956-1964 aforos en Autisha más aforo en Surco
- 1964-1968 aforos en Sheque más aforo en Surco
- 1968-1986 aforos en Chosica.

3.2.2.1. Descargas máxima y mínima ⁽¹⁾

La descargas máxima y mínima controlada en Chosica ocurrió:

	AÑO	CAUDAL
Máxima	1925	500 m ³ /seg.
Mínima	1930	5.63 m ³ /seg.
MEDIA ANUAL	de 1921 a 1972	28.76 m ³ /seg.
Volumen Medio Anual	de 1921 a 1972	907.01 millones de m ³ .
Rendimiento unitario para la cuenca húmeda		454,000 m ³ /Km ² .

Debe señalarse que las cifras antes citadas no incluyen el aporte proveniente de la derivación del río Mantaro (Derivación Marcapomacocha), el mismo que para el período 1963 - 1978 asciende a un caudal promedio anual de 3.07 m³/seg., equivalente a un volumen medio anual de 96.82 millones de m³.

3.2.2.2 ANÁLISIS DE DESCARGAS EXTREMAS ⁽¹⁾

Contiene el análisis estadístico de las descargas máximas diarias del río Rímac, efectuada para determinar los períodos de retorno de máximas avenidas.

Las máximas descargas utilizadas en el análisis son las que se presenta en cada a

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE A ESTUDIOS DE INGEMMET Y EL MINISTERIO DE AGRICULTURA

3.2.2.3. MÁXIMAS AVENIDAS PROBABLES DEL RÍO RÍMAC ⁽¹⁾

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÁXIMAS AVENIDAS PROBABLES (m ³ /seg.)
100	610
50	540
20	430
10	350
5	280

La creciente demanda de agua para consumo humano, energético e industrial, básicamente, ha obligado a regular parte del recurso de escurrimiento superficial de la cuenca de río Rímac; a regular y derivar parte del recurso de escurrimiento superficial del río Mantaro y a intensificar la explotación del agua del subsuelo.

La cuenca del río Rímac cuenta en la actualidad con 15 lagunas represadas en operación, las que, construidas en el período 1875 - 1940, tienen en conjunto un capacidad máxima de almacenamiento de 83.87 millones de m³., los registros disponibles permiten señalar que para el periodo 1956-1972, éstas han de almacenado un volumen promedio anual de 46.83 millones de m³., siendo el máximo alcanzado de 75.20 y el mínimo de 39.26 millones de m³.

En el año de 1963, la empresa Eléctrica asociada, pusieron en servicio la denominada Derivación Marcapomacocha, que consiste en obras de regulación y derivación de parte de los recursos del río Mantaro. La primera etapa o Marca I consta de un canal colector hasta el túnel de derivación y obras de captación en los ríos Tuctu, Antacsha, Cuevas y Sangrar, represamiento de la laguna Sangrar y derivación del río Jorococha a la laguna citada y a la segunda etapa o Marca II consta del represamiento de las lagunas Marcapomacocha, Antacoto y Marcacocha, derivación del río Japicancha a la laguna Anticoto y un canal de conducción hasta el túnel de derivación

Las lagunas represadas del sistema tienen una capacidad máxima de almacenamiento de 91.00 millones de m³., permitiendo señalar los registros disponibles que, para el periodo 1963 - 1972, se ha derivado un volumen promedio anual de 96.82 millones de m³., siendo el máximo alcanzado de 134.97 y el mínimo de 30.90 millones de m³.

El acuífero subterráneo del valle de Rímac abastece de agua para los usos agrícola, industrial y domestico, mediante 1,221 pozos, de los cuales 958 se hallan en explotación; de éstas, se extrae un volumen total anual de 169.25 millones de m³., destinándose la mayor parte, 120.51 millones de m³., para uso doméstico.

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE A ESTUDIOS DE INGENMET Y EL MINISTERIO DE AGRICULTURA

El río Auri, es el que lleva abundantes relaves ha sido desviado por medio de un canal cubierto, desaguando actualmente al río San Mateo, a pocos metros aguas abajo de la toma.

3.2.3. SISTEMA ESTACIONAL DEL RÍO RÍMAC

La variaciones estacionales del régimen de descargas del río Rímac son una consecuencia directa del comportamiento de las precipitaciones que ocurren en su cuenca húmeda, en cierta forma, del modo en que es utilizado el recurso regulado.

Las descargas naturales de la cuenca propia se originan como una respuesta a las precipitaciones y al deshielo de los nevados; dichas descargas son disminuidas en cierto grado durante el periodo de avenidas hasta completar la capacidad de almacenamiento del sistema de regulación y son incrementadas durante el período de estiaje como consecuencia de las liberaciones hechas del sistema de regulación.

Los hidrogramas de descargas diarias permiten observar la forma violenta en que se suceden los aumentos y descensos de los acúdales casi sin continuidad entre ellos; esta característica obedece a la fisiografía de la cuenca receptora (topografía accidentada con fuertes pendientes), así como su bajo poder retentivo de humedad (suelos con escaso cobertura vegetal)

El análisis de hidrogramas descarga diarias, han permitido dividir el régimen del río en cuatro períodos que conforman un ciclo anual;

- El período de avenidas
- El período de estiaje
- Dos periodos transicionales.

Como resultado del análisis, se ha podido establecer que las fechas de inicio para cada uno de estos períodos conforman variables independientes entre sí que se ajustan bastante bien a la función de distribución normal. El resultado de este análisis se presenta en el (Cuadro N° III - 01).

Los hidrogramas analizados permiten visualizar el grado de regulación que tiene el río al mostrar una baja en el caudal descargado cada siete días; dicha baja se debe a que el día domingo disminuye la demanda de energía hidroeléctrica, por ser día no laborable en la mayoría de los centros industriales de la gran Lima.

3.2.4 AGUAS SUBTERRÁNEAS ⁽¹⁾

Sabido es que el agua subterránea juega un papel muy importante en el comportamiento mecánico de suelos, para este estudio se ha hecho la interpretación de la hidrogeología aplicada para el cono deyectivo del valle del río Rímac.

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE A ESTUDIOS DE INGEMMET Y EL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y SEDAPAL

3.2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL ACUÍFERO DE LIMA (1)

El cono deyectivo del Rímac está constituido por materiales aluviales y deltaicos con intercalaciones de gravas, arenas, limos y arcillas, sobre terrenos no muy permeables, de naturaleza volcánica-sedimentarios y graníticos, la extensión del acuífero es de 260 Km². El espesor máximo no es conocido, estimándose entre 450 a 500 mas. (VER PLANO N° 111-02-A)

En los suelos aluviales del Río Rímac, además de su cono deltaico, se tienen materiales detríticos (gravas, arenas, limos e intercalaciones arcillosas, en la zonas costeras), disminuyendo el tamaño del grano con la mayor cercanía al mar. Por su carácter permeable, la presencia de aguas subterráneas en estos terrenos es muy importante. La recarga procede, en su mayor parte de la infiltración de aguas superficiales (bien por infiltración directa del río o por los canales no revestidos), también por infiltración de excedentes de regadío o por las pérdidas producidas por las redes urbanas de abastecimiento de agua o alcantarillado.

La captación del agua subterránea contribuye casi en un 50% al abastecimiento urbano e industrial de la Ciudad de Lima. Debido a la explotación irracional de este recurso la napa freática está sufriendo un descenso notorio. La permeabilidad varía, tal que en el valle es de 1×10^{-3} m/s y en el cono aluvial es de 10^{-4} a 10^{-3} m/seg.

El coeficiente de almacenamiento es del orden del 5% en el valle y de 0.2% en el bajo Rímac.

En la Capital se han ubicado más de 1,800 pozos y 100 manantiales(1978). Teniendo como áreas de mayor concentración de pozos:

- Zona industrial entre Lima y Callao, provincia del Callao
- Franja entre la avenida Tupac Amaru y Panamericana Norte
- Vitarte y San Juan de Lurigancho,
- Y en Surco, Surquillo, Chorrillos y la Molina.

Es importante notar que en aquellas áreas en que el acuífero recibe recarga de las aguas superficiales se tiene aguas de buena calidad.

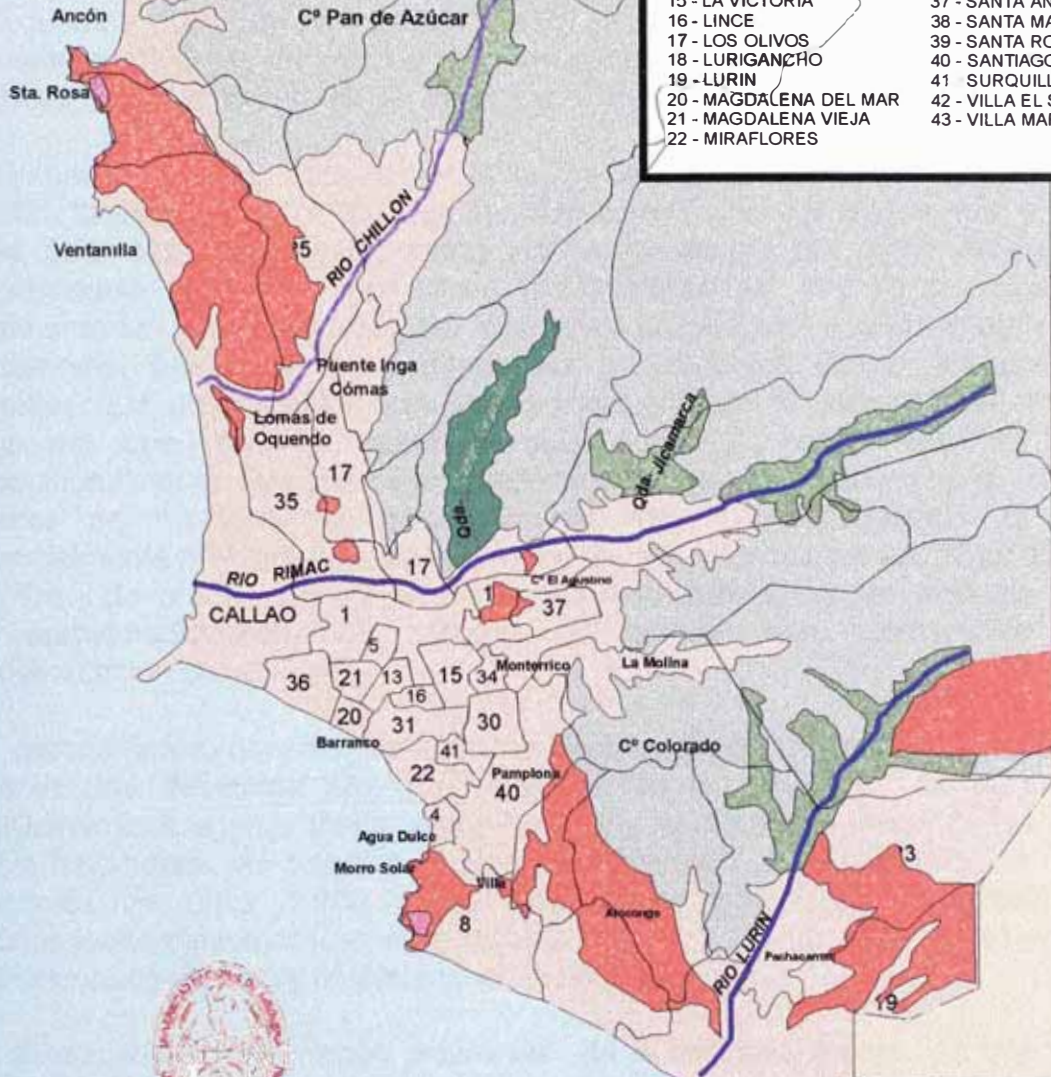
La salinidad normal del agua subterránea expresada en forma de conductividad eléctrica varía en el valle del Rímac, así como en el cono de deyección, se encuentra entere 0.6 mmhos/cm, incrementándose en los bordes cercanos a los cerros y a las quebradas, fuera de las zonas de influencia de los canales de riego a valores por encima de 1.5 mmhs/cm. En Chorrillos se tienen valores superiores a los del resto del cono deltaico, entre 1 y 1.5 mmhos/cm. En Villa las conductividades varían entre 1 y 6 mmhos/cm. En el Callao varía entre 0.4 y 0.6 mmhos/cm.

Por su composición química las aguas subterráneas poseen una composición química siguiente:

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE A ESTUDIOS DE INGEMMET
EL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y SEDAPAL

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1 - LIMA | 23 - PACHACAMAC |
| 2 - ANCON | 24 - PUCUSANA |
| 3 - ATE | 25 - PUENTE PIEDRA |
| 4 - BARRANCO | 26 - PUNTA HERMOSA |
| 5 - BREÑA | 27 - PUNTA NEGRA |
| 6 - CARABAYLLO | 28 - RIMAC |
| 7 - CHACLACAYO | 29 - SAN BARTOLO |
| 8 - CHORRILLOS | 30 - SAN BORJA |
| 9 - CIENEGUILLA | 31 - SAN ISIDRO |
| 10 - COMAS | 32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO |
| 11 - AGUSTINO | 33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES |
| 12 - INDEPENDENCIA | 34 - SAN LUIS |
| 13 - JESUS MARIA | 35 - SAN MARTIN DE PORRES |
| 14 - LA MOLINA | 36 - SAN MIGUEL |
| 15 - LA VICTORIA | 37 - SANTA ANITA |
| 16 - LINCE | 38 - SANTA MARIA DEL MAR |
| 17 - LOS OLIVOS | 39 - SANTA ROSA |
| 18 - LURIGANCHO | 40 - SANTIAGO DE SURCO |
| 19 - LURIN | 41 - SURQUILLO |
| 20 - MAGDALENA DEL MAR | 42 - VILLA EL SALVADOR |
| 21 - MAGDALENA VIEJA | 43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| 22 - MIRAFLORES | |



LEYENDA

- ESTRIBACIONES DE LA CORDILERA OCCIDENTAL
- ZONAS DE LOMAS Y MONTES ISL'S
- VALLE - QUEBRADAS
- PLANICIE COSTERO O CONO DEYECTIVO
- BORDE LITORAL - PLAYAS
- RIOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

**VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA
Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA
ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

FUENTES . PROPIAS, INGEMMET, UNI

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

ELABORADO POR
Bach Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

DIC 97

PLANO N° III - 02A

- El valle contiene aguas bicarbonato sulfatadas- cálcicas
- Las quebradas aguas cloruro-sulfatadas sódico-calcicas.
- Áreas Costeras presentan aguas cloruradas-sódico-calcicas

3.2.5.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS DEL ACUÍFERO DE LA NAPA FREÁTICA DE LA GRAN LIMA ⁽¹⁾

A mérito de todas las investigaciones se han venido conociendo las características geológicas y geomorfológicas del acuífero, desde el inventario de fuentes de aguas subterráneas, las características geofísicas e hidrometeorológicas de las cuencas, los parámetros hidrodinámicos, la calidad química, la alimentación del acuífero, los problemas de interfaz y la explotación.

De manera general, estamos ante la presencia de acuíferos libres de tipo aluvial, localmente en carga, que se interconectan en sus partes más bajas, y cuya geometría está condicionada por la morfología del techo del sustrato impermeable constituido por rocas pre-Cuaternarias, intrusivas, volcánicas, sedimentarias y metamórficas, del Mesozóico al Terciario; y también por arcillas posteriores. Las rocas pre-Cuaternarias consolidadas afloran formando las colonias que entornan los tres valles involucrados. El espesor del acuífero presenta una sección superior que puede ir hasta 150 y 200m, excepcionalmente, de material predominantemente grueso y una sección inferior de material predominantemente fino. La alimentación se debe esencialmente a la sub-corrinente que viene de aguas arriba y a las filtraciones de los ríos y de la actividad agrícola. Los recursos explotables han sido estimados en aproximadamente 300 millones de m³/año que corresponde a la realimentación del acuífero.

El destino final lo constituye el Océano Pacífico dentro del cual se extiende mar adentro los depósitos detríticos que forman el acuífero. Los parámetros hidrodinámicos son de mediocres a buenos y la calidad química de las aguas salvo fenómenos, es aceptable para uso poblacional. La explotación se realiza a través de unos 1,300 pozos para usos poblacional y agrícola. Las fluctuaciones piezométricas estacionales son de 1 a 5 m. según la zona: nivel máximo Junio-Agosto y nivel mínimo Noviembre-Enero.

En la actualidad se conocen problemas de la interface marina, de descensos piezométricos que en la que en algunos sectores alcanza 2 y 4 m/año en los últimos 20 años decrementos subsecuentes de la producción de los pozos, todos efectos que devienen de un aumento de la explotación y de la expansión de la zona urbana. Se han perforado pozos de investigación y se han mejorado las técnicas de construcción de pozos, su operación y mantenimiento.

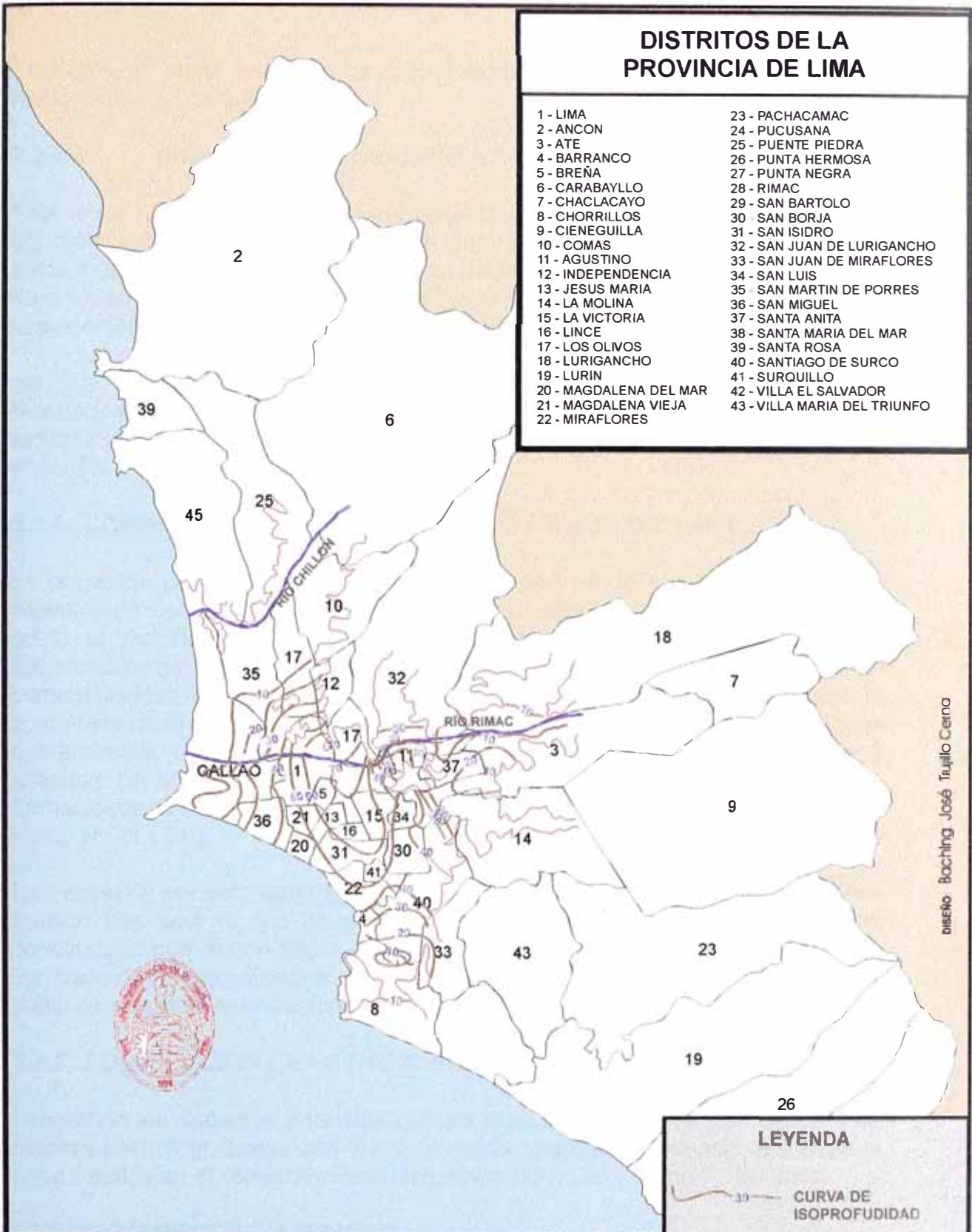
3.2.5.3. PLANO DE ISOPROFUNDIDAD. ⁽¹⁾

Tomando como base los niveles piezométricos medidos en marzo de 1971, se ha elaborado el plano de profundidad del nivel de agua (Ver PLano N° III - 02) este nos demuestra niveles entre 50 y 70 metros por debajo del suelo en los distritos de Lima, Rimac, Lince y San Isidro hasta alcanzar profundidades inferiores a 20 metros en el área del Callao y Villa, e inferiores a 20 metros en

(1) FUENTES INGGEMMET, UNI

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 - LIMA 2 - ANCON 3 - ATE 4 - BARRANCO 5 - BREÑA 6 - CARABAYLLO 7 - CHACLACAYO 8 - CHORRILLOS 9 - CIENEGUILLA 10 - COMAS 11 - AGUSTINO 12 - INDEPENDENCIA 13 - JESUS MARIA 14 - LA MOLINA 15 - LA VICTORIA 16 - LINCE 17 - LOS OLIVOS 18 - LURIGANCHO 19 - LURIN 20 - MAGDALENA DEL MAR 21 - MAGDALENA VIEJA 22 - MIRAFLORES | <ul style="list-style-type: none"> 23 - PACHACAMAC 24 - PUCUSANA 25 - PUENTE PIEDRA 26 - PUNTA HERMOSA 27 - PUNTA NEGRA 28 - RIMAC 29 - SAN BARTOLO 30 - SAN BORJA 31 - SAN ISIDRO 32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO 33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES 34 - SAN LUIS 35 - SAN MARTIN DE PORRES 36 - SAN MIGUEL 37 - SANTA ANITA 38 - SANTA MARIA DEL MAR 39 - SANTA ROSA 40 - SANTIAGO DE SURCO 41 - SURQUILLO 42 - VILLA EL SALVADOR 43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



diseño: Baching José Trujillo Cerna



LEYENDA

- CURVA DE ISOPROFUDIDAD
- LIMITE DE EXTENSION DEL ACUIFERO
- RIOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

CARATA DE ISOPROFUNDIDADES

**VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA
Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA
ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

ELABORADO POR:
Bach ing JOSE TRUJILLO CERNA

FUENTES . PROPIAS, INGEMMET

DIC 97 PLANO N° III - 02

Chorrillos. El valor medio de descenso regional del nivel freático, aunque no homogéneo, es de 2 metros/año.

3.2.5.4. PLANO DE HIDROISOHIPSAS

Esta línea indica la distribución del potencial piezométrico del acuífero aluvial así las direcciones predominantes del flujo subterráneo (Plano N° III - 03), estas muestran un componente principal hacia el mar, distinguiéndose las áreas de influencia del Río Surco y del bajo Rímac . En el área del Callao se diferencia la piezometría del acuífero profundo confinado bajo un lentejón de arcilla.

por otra parte el acuífero superficial en el área costera muestra gradientes hidráulicos bastante altos entre 1 y el 2%, pero eso fue tomado en 1971 a la fecha la pendiente a variado, presentándose riesgos de intrusión salina que son entre 2% y 3% en el valle.

3.2.6. COMPORTAMIENTO GEOMECANICO DE LOS MATERIALES

La presencia del nivel freático cerca de la superficie del terreno, con carácter permanente u ocasional, tiene una gran influencia en el comportamiento del suelo al modificar las características dinámicas del terreno, tal como la deformación de la superficie, entre ellos tenemos la resistencia al corte, la compresibilidad el hinchamiento, etc. Por eso se debe conjugar la relación suelo-estructura; se debe tener muy en cuenta las características de las aguas subterráneas, teniendo como parámetros la profundidad del nivel freático y amplitud de sus variaciones, contenido de humedad, permeabilidad de las formaciones acuíferas, la salinidad y composición química de las aguas (Ver Plano N° III - 04).

Es necesario por esto tener un buen estudio geotécnico que unido al del nivel freático nos dará el tipo de estructura más adecuada y una buena medida constructiva que deben llegar a la protección permanente de la estructura. La variación de las propiedades químicas y mecánicas entre la napa freática y el suelo son los que interrelacionan el suelo -estructura.

3.2.7 ZONIFICACIÓN DE LA NAPA FREÁTICA ⁽¹⁾

Integrando los aspectos parciales indicados anteriormente, se han descrito de manera preliminar, zonas con mayor o menor grado de incidencia que tiene la napa freática en el comportamiento mecánico del suelo (Plano N° III - 05).

SUSTRATO ROCOSO (ZONA "I")

Terrenos consolidados de baja permeabilidad por fisuración y baja porosidad

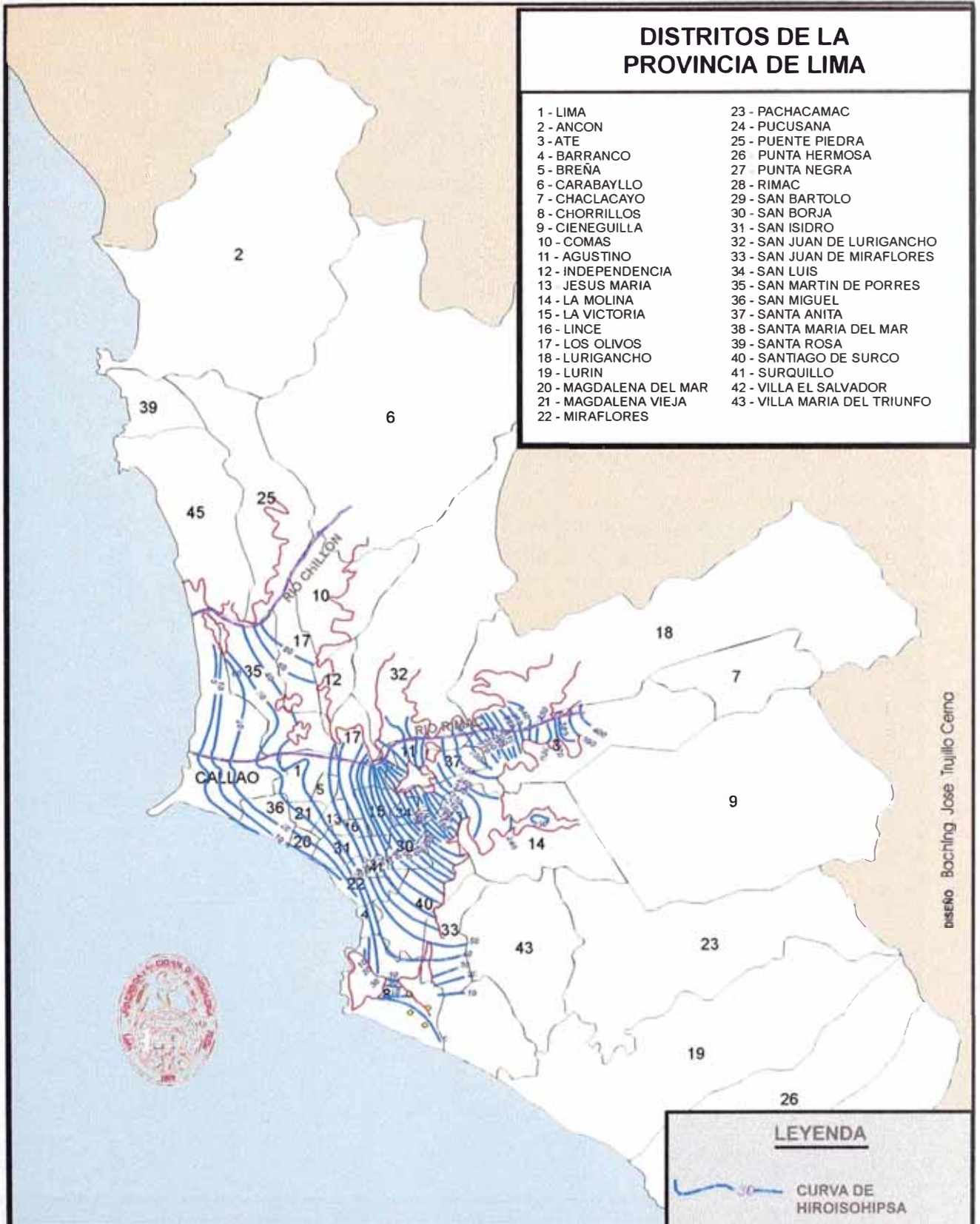
Conductividad eléctrica del agua superior a 1.5 mmhos/cm.

El nivel freático de distribución irregular, aunque más somero en áreas cercanas a quebradas.

(1) FUENTES INGEMMET

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - LIMA
2 - ANCON
3 - ATE
4 - BARRANCO
5 - BREÑA
6 - CARABAYLLO
7 - CHACLACAYO
8 - CHORRILLOS
9 - CIENEGUILLA
10 - COMAS
11 - AGUSTINO
12 - INDEPENDENCIA
13 - JESUS MARIA
14 - LA MOLINA
15 - LA VICTORIA
16 - LINCE
17 - LOS OLIVOS
18 - LURIGANCHO
19 - LURIN
20 - MAGDALENA DEL MAR
21 - MAGDALENA VIEJA
22 - MIRAFLORES | 23 - PACHACAMAC
24 - PUCUSANA
25 - PUENTE PIEDRA
26 - PUNTA HERMOSA
27 - PUNTA NEGRA
28 - RIMAC
29 - SAN BARTOLO
30 - SAN BORJA
31 - SAN ISIDRO
32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES
34 - SAN LUIS
35 - SAN MARTIN DE PORRES
36 - SAN MIGUEL
37 - SANTA ANITA
38 - SANTA MARIA DEL MAR
39 - SANTA ROSA
40 - SANTIAGO DE SURCO
41 - SURQUILLO
42 - VILLA EL SALVADOR
43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



diseño: Boching Jose Trujillo Cerna

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

LEYENDA

- CURVA DE HIROISOHIPSA
- LIMITE DE EXTENSION DEL ACUIFERO
- MANANTIALES
- RIOS

**VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA
 Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA
 ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

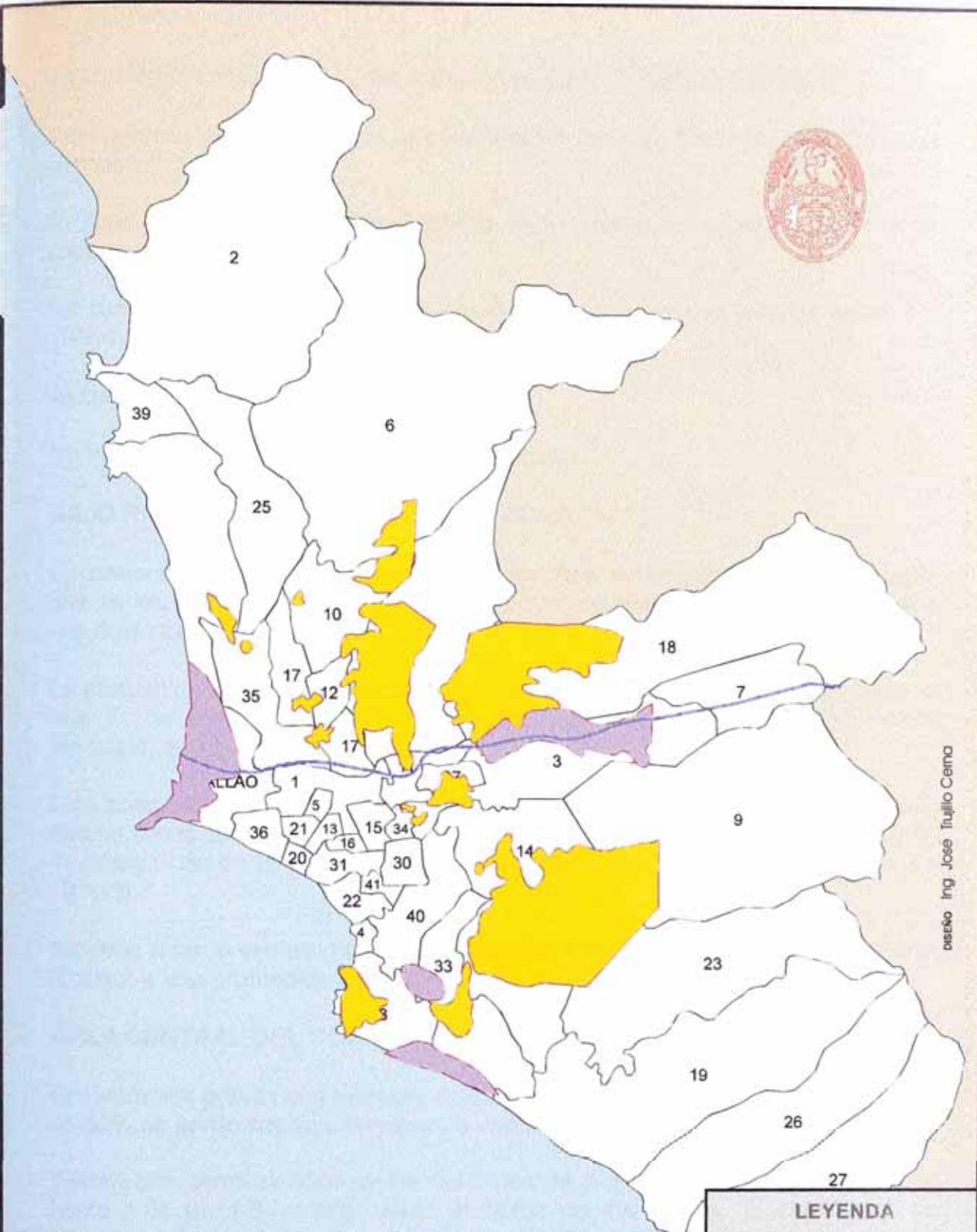
FUENTES PROPIAS, INGEMMET

CARATA DE HIROISOHIPSA

ELABORADO POR
 Bach Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

DIC 97



PLANO Nº III - 03



Diseno Ing. José Trujillo Cerna

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

LEYENDA	
	AREA CUYA NAPA FREATICA ESTA A UNA ALTURA MENOR A 10m.
	SUSTRATO ROCOSO
	RIO RIMAC
ZONA DE LIMA CON NAPA FREATICA SUPERFICIAL (MENOS DE 10 METROS)	
ELABORADO POR Bach Ing. JOSE TRUJILLO C.	
DIC 97	PLANO N° III - 04

ALUVIALES DE QUEBRADAS, COLUVIALES Y EÓLICOS (ZONA "II")

Con terrenos no consolidados (gravas, arenas sueltas, intercalaciones de limos arenosos)

Profundidad del nivel freático variable según condiciones topográficas y de recarga del nivel freático.

La permeabilidad de distribución homogénea, con valores medios entre 3×10^{-4} y 1×10^{-3}

ALUVIÓN DEL RÍO CHILLÓN (ZONA "III").

No involucra la zona de estudio de este estudio.

BAJO RIMAC Y ÁREAS COSTERAS (ZONA " IV ")

En general estas zonas, contienen sedimentos coherentes de granulometría fina en los 10 primeros metros, y gravas con material ligante de granulometría fina más abajo.

La profundidad del nivel freático, es inferior a 30 mts; es más somero hacia el mar. En las zonas costeras el nivel freático está prácticamente a pocos metros del suelo, en las cercanas del litoral.

Esta zona tiene una permeabilidad entre 1×10^{-4} y 3×10^{-4} m/seg, aún que en áreas cercanas a los cerros pueden hallarse valores de hasta 1×10^{-4} m/seg., con un coeficiente de almacenamiento del acuífero del orden de 2×10^{-3} .

Se debe tener presente que existe un acuífero en carga en el área de la Punta (Callao) a una profundidad de 125 metros, confinada por niveles de arcilla.

ÁREA CENTRAL DEL CONO DEL RIMAC (ZONA "V").

Encontramos gravas con arenas y materiales coherentes limosos, por lo general un 50% de partículas son mayores de una pulgada.

Tienen una permeabilidad media del orden de 3×10^{-4} , pudiendo alcanzar hasta 1×10^{-3} m/seg., junto al borde de los cerros. El coeficiente de almacenamiento en las áreas de borde disminuyendo hacia la costa, es del orden del 5%.

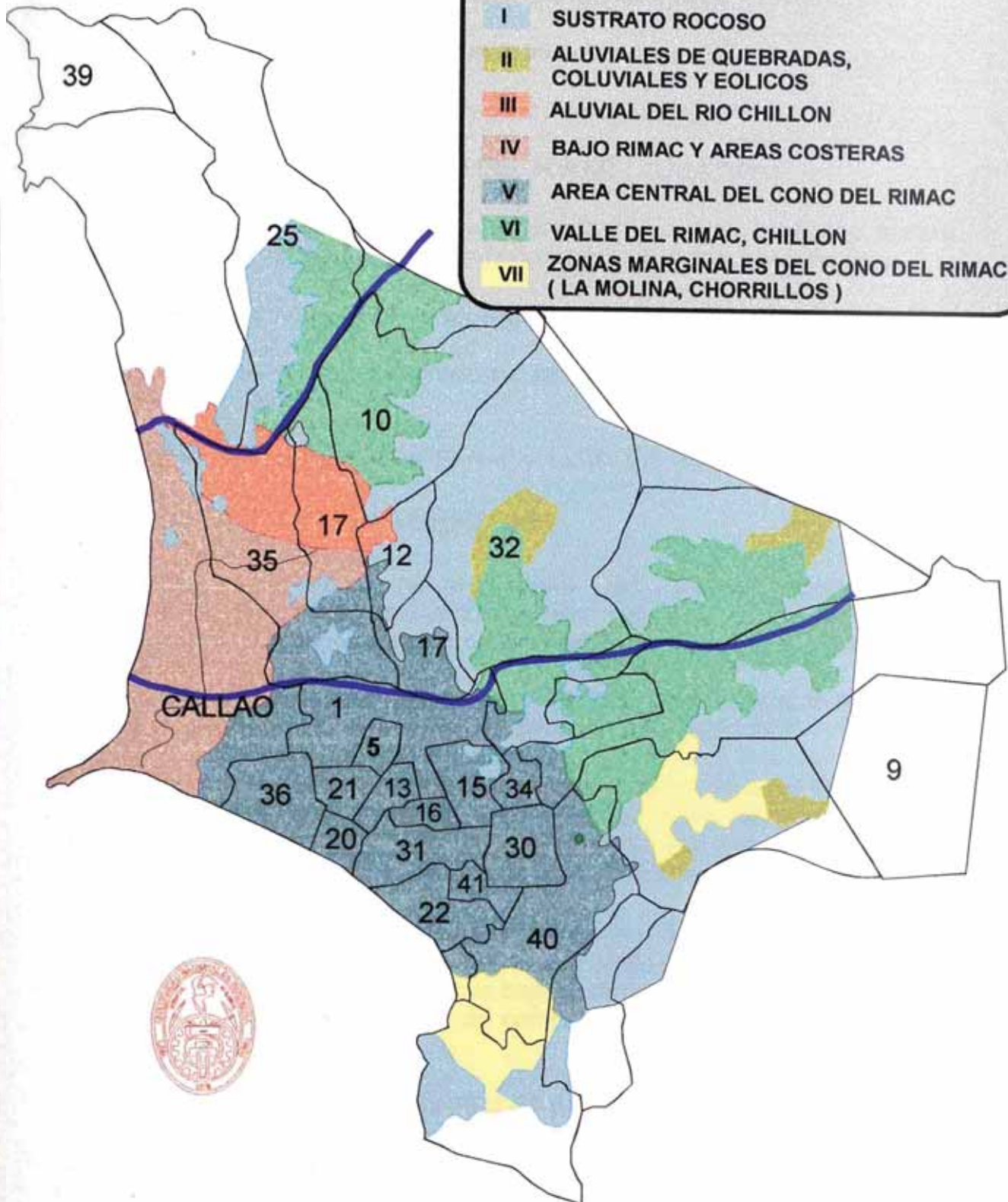
La conductividad eléctrica entre 0.6 y 1.0 mmhos/m.

La profundidad del nivel freático se encuentra entre 30 y 70 metros, salvo en las áreas de playa.

VALLE DEL RIMAC (ZONA " VI ")

LEYENDA

- I SUSTRATO ROCOSO
- II ALUVIALES DE QUEBRADAS, COLUVIALES Y EOLICOS
- III ALUVIAL DEL RIO CHILLON
- IV BAJO RIMAC Y AREAS COSTERAS
- V AREA CENTRAL DEL CONO DEL RIMAC
- VI VALLE DEL RIMAC, CHILLON
- VII ZONAS MARGINALES DEL CONO DEL RIMAC (LA MOLINA, CHORRILLOS)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ZONIFICACION HIROGEOLOGICAS

ELABORTADO POR:
Bach.ing. JOSE TRUJILLO CERNA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO
DE INGENIERO CIVIL

Fecha : DIC. 97 PLANO N° III - 05

Esta zona contiene gravas con aglomerantes areno-limosos.

Tiene un coeficiente de almacenamiento del orden de el 5%.

Un permeabilidad entre 1×10^{-3} y 3×10^{-3} m/seg.

ZONAS MARGINALES DEL CONO DEL RIMAC (ZONA "VII")

Esta zona comprende La Molina y Chorrillos, las cuales contienen arenas sueltas en superficie que se vuelve más compacta hacia las profundidades.

Tiene una conductividad eléctrica del agua del orden de 0.6 a 1.3 mmhos/cm.

La profundidad del nivel freático inferior a 30 metros, con áreas en Chorrillo que es inferior a 10 metros.

Con una Permeabilidad entre 3×10^{-4} y 1×10^{-3} m/seg.

3.3 GEODINAMICA EXTERNA

En este parte del Capitulo se desarrollara los fenómenos geodinámicos externos más comunes en la Cuenca del Río. Los fenómenos geodinámicos con mayor daño e incidencia son el desbordamiento y los huaycos (Ver Plano N° III - 06).

Los huaycos son fenómenos que inciden en la parte alta y media de la cuenca, sobre la carretera central, líneas férreas, zona urbana y agrícola.

En la parte baja incide en los desbordes como el ocurrido en el Callao en el año de 1994 en el cual inundo la parte conocida como Gambeta, hasta la desembocadura del río en el mar, altero el ritmo de vida de todo esta zona, e intervinieron todos los sectores del Estado para afrontarlo.

En los meses de fuertes precipitaciones pluviales (Enero, Febrero, Marzo), estos fenómenos provocan el caos, tanto en el abastecimiento alimenticio a los mercados de la gran Lima, así como la baja en el volumen de exportaciones de minerales y el desabastecimiento de combustible a los pueblos de la sierra central.

Los meses de Febrero y Marzo de 1981-82-83 serán recordados por la secuela de destrucción, pérdidas de vidas humanas y crisis económica, provocados por los huaycos y desbordes del río Rímac, estos fenómenos se están repitiendo con mayor frecuencia, en el caso de 1997 se ha presentado el fenómeno denominado de Friage el cual afecta a las partes altas de la cuenca, especialmente en la zona del Ticlo donde las heladas y la caída de granizo hace que la carretera central se haga intransitable por la presencia de hielo sobre le carretera con un espesor entre 30 y 50 cm.

Es necesario tomar encuesta que cada año se bloquean e interrumpen el tráfico vehicular en varios tramos de la carretera central y la línea férrea.

ZONAS DE RIESGO POR INUNDACION

ALTO RIESGO

- 1 - LA PUERTA
- 2 - CONO DE VUELO DEL AEROPUERTO JORGE CHAVEZ
- 3 - ZONA NAVAL
- 4 - PETRO PERU
- 5 - CARMEN DE LA LEGUIA
- 6 - P.J. NESTOR GAMBETA
- 7 - DISTRITO DEL RIMAC
- 8 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
- 9 - EL AGUSTINO (ODA CANTO GRANDE)
- 10 - ZARATE
- 11 - CAMPOY
- 12 - HUACHIPAZZA
- 13 - ODA JICAMARCA
- 14 - CARAPORONGO
- 15 - MORON
- 16 - NANA
- 17 - HUAMPANI
- 18 - CHOSICA
- 19 - RICARDO PALMA
- 20 - SANTA ANA
- 21 - CLUPICHE
- 22 - SOL Y CAMPO
- 23 - OORAHACA
- 24 - CARAHACRA
- 25 - SURCO
- 26 - MATUCANA
- 27 - SAN MATEO

NOTA : TODAS LAS ZONAS AGUAS ABAJO DE LAS QUEBRADA SON POTENCIALMENTE INUNDABLES

INDIO WORKING FOR TRILLO CERN

MATUCANA

CHOSICA

Rio Santa Eulalia

Rio Lora

Rio Chosica

ZONAS DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO

ZONA DE RIESGO

- 1 - PUENTE DEL EJERCITO 8 - LAS ESTIBACIONES DE LOS CERROS DE LOS DISTRITOS GAMBETA, RIMAC, INDEPENDENCIA, COMAS
- 2 - ESTIBACIONES DE CERROS DE LA MOLINA, EL PINOL, EL AGUSTINO, SAN COSME
- 3 - EL PINOL
- 4 - EL AGUSTINO
- 5 - SAN COSME
- 6 - SAN COSME GRANDE
- 7 - ODA JICAMARCA
- 8 - CHORRILLOS
- 9 - LURIN
- 10 - PACHACAMAC
- 11 - CRABAYLO
- 12 - PUENTE PIEDRA
- 13 - PUENTANILLA
- 14 - PURUCHUCO
- 15 - MAYORASGO
- 16 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO

ZONAS DE RIESGOS POR HUAICOS

ALTO RIESGO

- 1 - ODA DEL PEDREGAL
- 2 - ODA CAROSO
- 3 - ODA QUIRO
- 4 - ODA RIO SECO
- 5 - ODA CORRALES
- 6 - ODA CUCHUMAYO
- 7 - ODA CUCHIMACHAY
- 8 - ODA DE PAVHUA
- 9 - ODA REDONDO
- 10 - ODA HUARCA
- 11 - ODA CASHAHUANAC
- 12 - ODA AGUA SALADA
- 13 - ODA GUAYASO
- 14 - ODA PATE
- 15 - ODA MATATA
- 16 - ODA HUACHE
- 17 - ODA VISO
- 18 - ODA CHACRASANA
- 19 - ODA SANTA MARIA
- 20 - ODA CALIFORNIA
- 21 - ODA LUCUMA
- 22 - ODA INFIERILLO
- 23 - ODA CHUNE
- 24 - ODA SANTA ROSA

MEDIANO RIESGO

- 1 - ODA PARAC
- 2 - ODA JICAMARCA (*)
- 3 - ODA LA LAGUNA
- 4 - ODA CHACACAYO
- 5 - ODA CHACRASANA
- 6 - ODA SANTA MARIA
- 7 - ODA CALIFORNIA
- 8 - ODA CANTUTA
- 9 - ODA SANTA ANA
- 10 - ODA LA HOLLANDA
- 11 - ODA QUPICHE
- 12 - ODA AGUA SALADA
- 13 - ODA GUAYASO
- 14 - ODA PATE
- 15 - ODA MATATA
- 16 - ODA HUACHE
- 17 - ODA VISO
- 18 - ODA CHACRASANA
- 19 - ODA SANTA MARIA
- 20 - ODA CALIFORNIA
- 21 - ODA LUCUMA
- 22 - ODA INFIERILLO
- 23 - ODA CHUNE
- 24 - ODA SANTA ROSA

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

IDENTIFICACION DE ZONAS DE RIESGO LA CUENCA DEL RIO RIMAC



ELABORADO POR:

Bach.Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

RIO RIMAC

FECHA: SEPTIEMBRE 1997

Plano N° III - 06

3.3.1 FENÓMENOS GEODINAMICOS

3.3.1.1 DESLIZAMIENTO

Estos fenómenos son poco frecuentes en la cuenca del Río Rímac , los pocos casos que ofrecen algún peligro de reactivación son de zonas relativo tamaño y magnitud. tenemos el caso del deslizamiento en el sector Colcatoma (Paihua), localizado en la margen derecha de la quebrada Paihua, a 400 mts. aguas arriba del poblado del mismo nombre. Este deslizamiento tiene una longitud de 200 m y donde se observan grietas tensionales de 15 a 20 m. de abertura. Otro a 200 metros aguas abajo de la presa de Sheque (Río Santa Eulalia), se encuentra un antiguo deslizamiento que se reactiva en épocas de lluvia, con 150 metros de ancho y con una altura de más o menos de 200 m., con una pendiente de 40°, en la zona de arranque se notan grietas de tensión y escarpas con saltos de 1 metro de altura ; en el tope de esta zona se ubican torres de alta tensión, que con el tiempo pueden colapsar al avanzar el fenómeno de deslizamiento.

Otro antiguo deslizamiento se ubica a la altura del puente Llican, sobre la margen izquierda del Río Rímac, y muestra en su parte baja, varios afloramientos u ojos de agua; el incremento de estas filtraciones podría producir una reactivación que afectaría la estructura del puente, además de represar el río. Se tiene evidencias que alguna vez este deslizamiento represó el Río Rímac.

Otro sector de deslizamiento, es el que se ubica en la margen izquierda de la quebrada Olivos, a la altura donde se inicia su cono de deyección. En este sector también se notan evidencias de un antiguo deslizamiento que obstruyó dicha quebrada

A lo largo del curso del río Rímac se han detectado varios antiguos deslizamientos que en algún momento represaron dicho río, estos vestigios son testimonio de una gran actividad geodinámica en el pasado.

El más importante deslizamiento y que mereció la atención para la reubicación es la que ocurre cada año y esta ubicada en la parte baja de la cuenca, desde el Puente del Ejercito hasta el puente Faucett. Se tiene una estadística que cada año se derrumban un promedio de 6 viviendas, y con pérdidas de vidas, esto es por el encañonamiento del río Rímac, con una profundidad de hasta 40 metros y con una erosión en sus bases continua. En este tramo del río cruzan tres puentes peatonales los cuales se encuentran a punto de colapsar si es que no se le refuerza sus estribos.

3.3.1.2 DERRUMBES

Este fenómeno se presenta a lo largo del río Rímac y sus numerosos afluentes. No todos los casos de derrumbes constituyen un gran riesgo para la población o las obras de infraestructura que se ubican en sus inmediaciones, factor importante para su ocurrencia, es la topografía ya que la fuerte pendiente de las vertientes y la acumulaciones de escombros en dichos taludes, también ese

debe considerar la litología, fracturamiento y grado de alteración de las rocas que predisponene estas acumulaciones Y por otro lado los fenómenos geodinamicos inducidos por la mano del hombre, que al abrir carreteras y desarrollar actividades agrícolas (andeneria perpendicular a las faldas de los cerros) y pecuarias, altera constantemente el estado de equilibrio natural de los taludes y por ende la dinámica del río.

Casos típicos se presentan en el sector de Casapalca y Huarquiña Para el primer caso, un tramo de carretera, de aproximadamente 3 Km., se ha hecho mediante cortes en la unidad litológica, cubiertos por coluvios y suelos residuales. Los taludes naturales en este sector tienen 34° de inclinación como promedio, con un manto de pastos naturales que contribuyen a su estabilidad natural. Al construirse la carretera se tubo que hacer cortes de hasta 45° , estos taludes en cada temporada de lluvia pierden estabilidad produciéndose interrupciones de la carretera central

En el área de Huarquiña, también se observan zonas de inestabilidad de taludes en cortes de carretera y vía férrea. Estos cortes se han practicado en materiales coluviales heterométricos y con ángulos próximos a la vertical. Sobre estas condiciones se crean efectos de inestabilidad no solo a causa de las lluvias, sino por la vibraciones que producen a su paso los vehículos pesados y trenes.

Así como estos dos casos existen muchos problemas en el valle del río Rímac, desde la confluencia del río Santa Eulalia hasta las inmediaciones de Casapalca muestra una morfología abrupta con un fondo de valle estrecho y taludes muy pronunciados. La carretera y ferrocarril central, obras de infraestructura vial importante, están encausadas dentro de este panorama morfológico limitante y por tanto expuestos a daños causados por derrumbes que ocurren en diferentes tramos.

Fenómeno de derrumbe como lo sucedido en el terremoto de 1970 en el valle del Fortaleza.

El encañonamiento en el Puente del Ejercito también producen ciertos derrumbes, que colamatan el cauce de el río.

3.3.1.3 HUAYCOS

Las variables que determinan la ocurrencia de huaycos en la cuenca del río Rímac son:

- Precipitaciones pluviales abundantes
- Presencia de grandes masas de materiales sueltos en las vertientes y lecho de las quebradas
- Aridez del lugar

- Las fuertes pendientes tanto en las quebradas como en las riveras del río

Estas condiciones se dan especialmente en el sector comprendido entre Cocrachacra y Matucana, donde están ubicadas las quebradas de Agua Salada, Río Seco, Verrugas, Huacro-Matala, Cuchimachay, Latico, Lúcumo, Olivos, Llanahualla, Chucumayo, etc.

En todas estas quebradas se producen huaycos en cada temporada de lluvias. En épocas de precipitación excepcionales, las quebradas de Santa Ana, Agua Salada, del Pato, Cupiche, Río Seco, Esperanza, etc., se activan produciendo huaycos muy destructores. Las quebradas de Jicamarca, Canto Grande, California, la Cantuta, Quirio, Los Cóndores, etc., pueden reactivarse si las condiciones pluviales lo permiten.

En el sector Chosica, Santa Eulalia también fue afectada en 1983 produciéndose Huaycos y corrientes de lodo, a consecuencia de las lluvias excepcionales, sepultando muchas viviendas.

En las condiciones descritas, se tiene que las precipitaciones saturan los materiales consolidados de las laderas, produciéndose la remoción en masa por gravedad y acción hidráulica, dichos materiales descienden hasta ocupar el lecho de la quebrada, para luego continuar brusca y destructivamente hacia los niveles inferiores.

En la trayectoria del huayco por la quebrada produce erosión de riberas, estancamientos y desbordes. En la zona de descarga de estas quebradas al río Rímac se producen los efectos más destructores como son:

- Erosión
- Represamiento
- Acumulación de materiales

Estos producen:

- Inundaciones
- Desviaciones de acuse.
- Represamiento
- Huaycos
- Desprendimientos
- Inestabilidad de taludes
- Erosión

Los efectos de estos fenómenos no solo son locales, ya que además generan otras situaciones de riesgo, tales como represamientos momentáneos, inundaciones y erosión de riberas. Estos fenómenos tienen dos modalidades, en cuanto a la frecuencia de su ocurrencia y se les denomina como periódicos y ocasionales. Los primeros se producen generalmente en los meses de Enero, Febrero y Marzo y los segundos muy eventualmente, están relacionados a precipitaciones producidas por la corriente del Niño de 1982-83. Ejemplo

tenemos ocurrido en los poblados de Matucana, Chosica(carreteras, centros poblados, centro de esparcimientos como el de Sol Y Campo y Las Quiscas.

3.3 1.3.1 El huayco del 9/3/87

Las acciones inmediatas que se tomó para la evacuación de la zona damnificada y poder dar acceso tanto a las zonas altas como San Miguel, San Antonio y Rayos de Sol, no había un medio inmediato para poder llegar a esas zonas y luego desarrollar el plan de emergencia, pues se convocó seguidamente a Defensa Civil, al Ejército y otras entidades estatales y privadas. CordeLima y las entidades privadas colaboraron con maquinarias y equipo técnico para poder llegar a éstas zonas

Estas cuatro quebradas han tenido características especiales, pues en cada una de ellas surgieron problemas diferentes. En el caso de la Quebrada de Quírio, que no fue afectada mucho pero que si dejó secuelas que a la postre tendrán consecuencias si no se toman acciones inmediatas,

Pasando a la Quebrada de Pedregal, San Antonio también ha tenido un problema especial y es que no tenía como llegar a esa zona para poder dar alimentos, que eran tan necesarios en esos momentos.

Después de una semana de ocurrido el desastre se pudo dar ciertos accesos para poder llegar con el agua y alimentos y luego dar los primeros auxilios.

La zona de Rayo de Sol era la de mayor desastre en cuestión de salubridad, pues en la parte alta había un relleno sanitario y una chanchería de 1,200 porcinos, el huayco arrasó con todo eso y lo trajo a la zona central de la población, los chanchos fueron desparramados por todas las casas, y ésta es una de las cosas que deberían haber previsto las autoridades, pero que lamentablemente recién estamos viendo las consecuencias en la putrefacción, que en parte hemos tenido que erradicarlo a otro lugar pues si lo lleváramos al río Rímac temíamos infectar con el relleno.

Se Tiene viviendas de 25 años hasta 40 años y que por no haber tocado en el momento adecuado una ley o decreto para que no sean habitadas estas zonas y que a la postre tenemos estas consecuencias, como pérdidas de vidas, de viviendas y secuelas como el caso de desagüe, agua,

Los materiales acumulados en las zonas habitadas que no es el cauce del huayco, fueron prácticamente rebasadas por taponamiento del cauce del huayco, habían viviendas construidas en pleno cauce del huayco y es lo que trajo como consecuencia el derivamiento a la zona central de Chosica y la zona periférica que fueron inundadas por material fino y grueso.

Se pudo rehabilitar en tres días el acceso hacía la zona Central para no desabastecer de alimentos a Lima.

Se debe dar un encausamiento de esta cuatro quebradas.

Los materiales acumulados en las zonas habitadas que no es el cauce del huayco, fueron prácticamente rebasadas por taponamiento del cauce del huayco, habían viviendas construidas en pleno cauce del huayco y es lo que trajo como consecuencia el derivamiento a la zona central de Chosica y la zona periférica que fueron inundadas por material fino y grueso

Los materiales acumulados en las zonas habitadas que no es el cauce del huayco, fueron prácticamente rebasadas por taponamiento del cauce del huayco, habían viviendas construidas en pleno cauce del huayco y es lo que trajo como consecuencia el derivamiento a la zona central de Chosica y la zona periférica que fueron inundadas por material fino y grueso

No solamente debemos referirnos a la red meteorológica en superficie, sino también en altura, porque los dos se complementan. Las estaciones meteorológicas que hay en el Rímac más que todo son de lectura directa. Pienso que en las estaciones críticas sería bueno la instalación de estaciones con registradores porque así se podría estudiar intensidad de precipitación y con un sistema de alerta en base a comunicaciones quizá por sistema de radio, tener la información en tiempos reales, pero como digo no sólo a nivel de superficie, sino a nivel de altura.

3.3.1.4 INUNDACIONES

Este fenómeno ocurre en la Cuenca media y principalmente en la baja, lugar donde el valle se ensancha y en el que no siempre se cuentan con terrazas lo suficientemente altas para proteger los desbordes .

Las inundaciones tienen como causa directa, las crecientes que se producen anualmente en épocas de avenidas, que duran de Enero a Marzo y estas se encuentran con cambios hechos a las riberas ya sea por mano del hombre o por la naturaleza, de los primeros tenemos aquellas obras que ensanchan o angostan el cauce normal o colocan puentes, carreteras que modifican el comportamiento hidráulico de la zona. En el segundo caso es la de la colmatación de el lecho del río producidas por las épocas de avenida.

Otro factor importante para la ocurrencia de inundaciones es la existencia de tierras bajas aledañas al cauce del río, tal como ocurre en el sector de Tornamesa. Se tiene conocimiento de que se han levantado muros de contención de concreto como medida de protección, que han cumplido su cometido durante cierto tiempo, ya que la constante sedimentación ha reducido su altura útil, produciéndose desbordes. Otro caso crítico sucede en el sector de Carponguillo, en la margen derecha, donde anualmente se destruyen grandes campos de cultivo.

En las lluvias de 1984, las aguas de inundación, provenientes de este sector, llegaron hasta la planta de tratamiento de agua de Minero Perú de aquel entonces, ubicado en las inmediaciones del puente sobre el río Rímac, que da acceso a Cajamarquilla.

Es importante señalar que en el litoral, en el sector de la Perla y la Punta, el desnivel entre el mar y el continente es muy reducido, para lo cual a tenido que levantarse defensas, con el fin de evitar las inundaciones marinas, producidas por las mareas altas o por fenómenos sísmico(Tsunamis).

La formación topográfica de la cuenca baja en especial de la zona afectada por inundación en Marzo de 1994, se debió a que los encausamientos del río se realizaron sobre depósitos de relleno sanitario y materiales deleznable de desmonte y por el relieve irregular ya que esta zona el nivel del río es más alto de las que las zonas adyacentes y circundantes; también tubo un efecto la colmatación del río Rímac. La cota decreciente entre le río y las viviendas en este lugar es de aproximadamente de 1.5 a 2.0 metros. esto ocurrió desde la zona de gambeta hasta la desembocadura del río.

La características geomorfológicas del suelo de la zona afectada por el desborde del río, esta constituida principalmente por una formación cuaternaria de depósitos sedimentarios aluviales y una capa superficial de desmonte y relleno sanitario de un espesor considerable, sobre el cual han sido edificadas las viviendas afectadas, además por su ubicación son suceptibles a sufrir el fenómeno de licuefacción y de asentamiento, esto se generaliza por la gran incidencia de humedad y filtraciones provocados por el desborde.

3.3. 1.5 DESPRENDIMIENTO DE ROCAS

Estos fenómenos se presentan en le valle del Río con características genéticas y de activación diferentes, son consecuencia del grado de fracturación, la litología, pendiente , clima, la mano del hombre, entre otros.

En la zonas áridas o de escasa pluviosidad, como es le caso del Pueblo Joven Mariscal Castilla (Chosica) y el de la margen izquierda del río Rímac entre el Km. 40 y 48 de la Carretera Central, son lugares los desprendimientos se producen en rocas intrusivas que presentan amplio diaclasamiento a partir del cual se inicia la disyunción esferoidal que en sus procesos avanzado deja numerosos bloques libres, en estado de equilibrio crítico. Las causas que incentivan estos desprendimientos son las fuertes pendientes de los taludes, la fuerza de gravedad, los sismos y las lluvias. De éstos, se considera a los sismos como los que provocan situaciones de mayor riesgos, ya que en estos casos los desprendimientos se producen simultáneamente, tal como ocurrió durante los terremotos de 1970 y 1974 que provocan la interrupción de la Carretera Central en diferentes puntos.

Es necesario prever el desprendimiento de rocas en todas las estribaciones de los cerros de todo Lima, y realizar en los lugares más peligrosos diseños de defensas y desquinchamiento de dichas rocas peligrosas. Estos casos lo tenemos en las estribaciones de los cerros de la Molina, Ate, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Cieneguilla, Huaycan, San Juan de Lurigancho, Rimac, Independencia, Comas, Carabayllo, Puente Piedra y Ventanilla.

En caso de un sismo fuerte o grandes lluvias pueden activar el desprendimiento dinámico de estas rocas provocando destrucción y muerte en su camino.

3.3.2 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL SUELO.

3.3.2.1 ESTRATOS SUPERFICIALES (GEOTECNIA). ⁽¹⁾

En cuanto a los estratos superficiales, se puede decir que el de Lima Central tiene suelos bastante homogéneos y profundo, los cuales tienen algunas características geotecnicas (Ver Plano III - 07):

Se pueden mantener en taludes de cortes verticales sin aparente movimiento lateral, hasta las profundidades de excavación hasta ahora realizadas que son del orden de los 20 a 25 m como máximo; se puede observar que en unos de los terrenos situadas al frente del Ministerio de Educación(ahora Ministerio Público), que fueron excavados hace varios años, hasta profundidades de 20 m. llamado el Hueco; adyacente a ella pasa la Av. Abancay, de gran circulación de tránsito pesado que necesariamente produce pequeñas vibraciones; hasta hoy los sismos producidos en ese intervalo de tiempo, no se han producido deslizamientos.

Lo mismo se puede decir en la construcción del Centro Cívico, no ha ofrecido problemas la excavación, La Av. Garcilaso de la Vega, aledaña a la ubicación del edificio, también es de tránsito pesado. No hubo problemas en la construcción del paseo de la República , llamado también "Zanjón".

Esto hace suponer que las tradicionales leyes de esfuerzos y empujes de tierra no se cumplen en estos suelos; estos suelos comprenden las zonas como las de los distritos de la Victoria, Lince, parte de San Isidro, parte de Surquillo, parte de Miraflores y gran parte del distrito de Surco.

Esta estabilidad se fundamenta en gran parte debido a la alta fricción interna desarrollada por su muy buena graduación de granos, ha sido adicionada por una cimentación debida a coloides infiltrados durante el régimen de sedimentación final del torrente y seguramente que esta cimentación se debe a coloides de sílice. Estos suelos tienen en su superficie una capa superficial de Limos arcillosos o arcillas de muy baja plasticidad, espesor variable entre 0.70 m. a 1.20 m. para otras zonas de los distritos antes mencionados y en las partes lejanas a los límites con el litoral.

Los suelos del estrato inferior son, como hemos dicho de muy buena graduación y están clasificados en su mayoría como GW, y en muy pocos casos, como GP, especialmente cuando nos dirigimos por el Paseo de la República hacia Surquillo y también hacia el limite con el litoral.

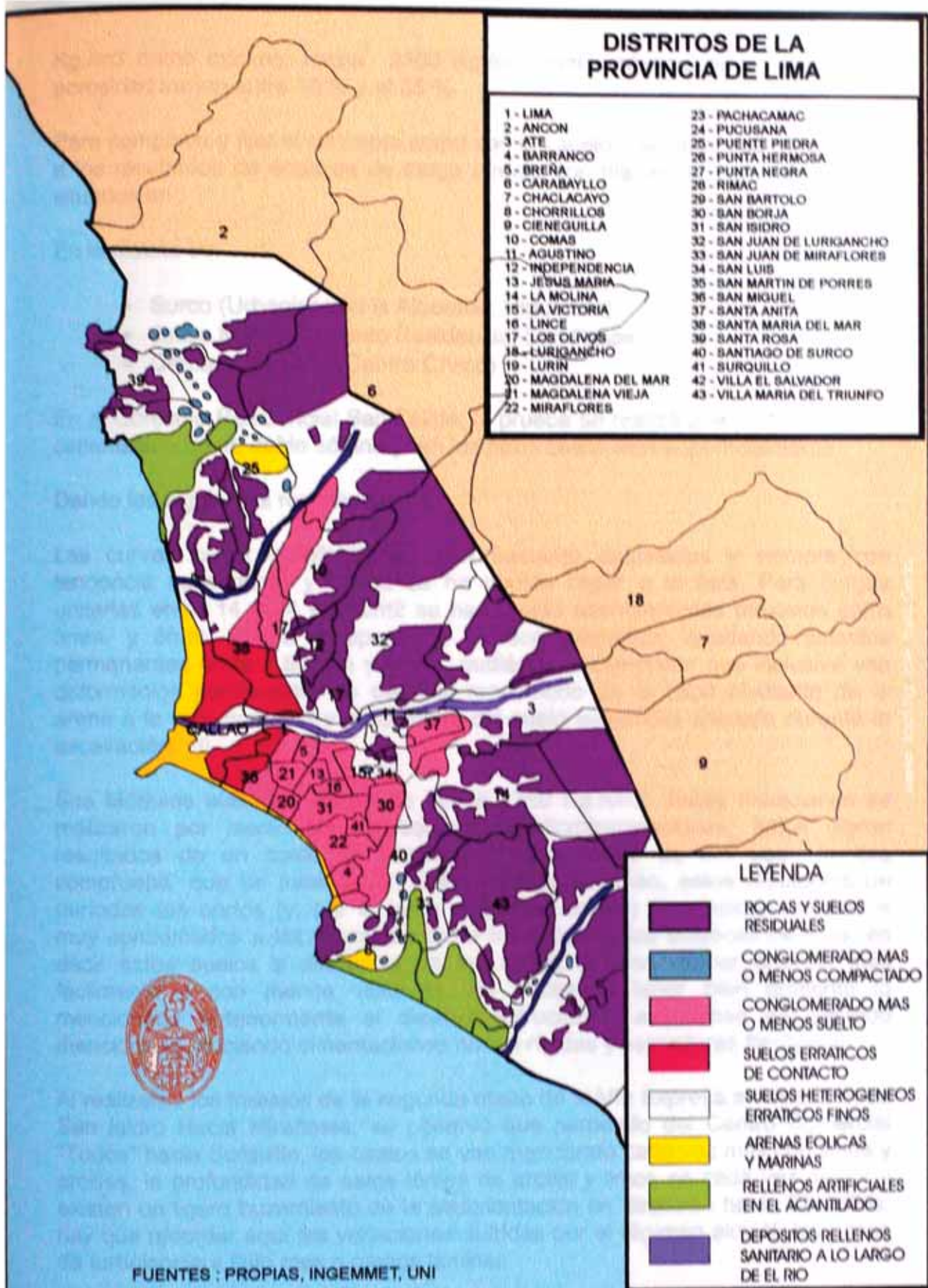
Estos suelos granulares tienen muy pocos finos en una situación mas desfavorable, un máximo de 80% que pasa el tamiz N° 200; son, por supuesto, no plásticos. El contenido natural de humedad es muy bajo, del orden de 3%.

Su gravedad específica varía de 2.6 a 2.8 (este ultimo caso para los materiales de San Juan y Atocongo), las densidades secas naturales varían desde 1800

(1) FUENTES INGEMMET, FIG-UNMSM,
TEISIS UNI

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1 - LIMA | 23 - PACHACAMAC |
| 2 - ANCON | 24 - PUCUSANA |
| 3 - ATE | 25 - PUENTE PIEDRA |
| 4 - BARRANCO | 26 - PUNTA HERMOSA |
| 5 - BREÑA | 27 - PUNTA NEGRA |
| 6 - CARABAYLLO | 28 - RIMAC |
| 7 - CHACLACAYO | 29 - SAN BARTOLO |
| 8 - CHORRILLOS | 30 - SAN BORJA |
| 9 - CIENEGUILLA | 31 - SAN ISIDRO |
| 10 - COMAS | 32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO |
| 11 - AGUSTINO | 33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES |
| 12 - INDEPENDENCIA | 34 - SAN LUIS |
| 13 - JESUS MARIA | 35 - SAN MARTIN DE PORRES |
| 14 - LA MOLINA | 36 - SAN MIGUEL |
| 15 - LA VICTORIA | 37 - SANTA ANITA |
| 16 - LINCE | 38 - SANTA MARIA DEL MAR |
| 17 - LOS OLIVOS | 39 - SANTA ROSA |
| 18 - LURIGANCHO | 40 - SANTIAGO DE SURCO |
| 19 - LURIN | 41 - SURQUILLO |
| 20 - MAGDALENA DEL MAR | 42 - VILLA EL SALVADOR |
| 21 - MAGDALENA VIEJA | 43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| 22 - MIRAFLORES | |



LEYENDA

- | | |
|--|---------------------------------------------------|
| | ROCAS Y SUELOS RESIDUALES |
| | CONGLOMERADO MAS O MENOS COMPACTADO |
| | CONGLOMERADO MAS O MENOS SUELTO |
| | SUELOS ERRATICOS DE CONTACTO |
| | SUELOS HETEROGENEOS ERRATICOS FINOS |
| | ARENAS EOLICAS Y MARINAS |
| | RELLENOS ARTIFICIALES EN EL ACANTILADO |
| | DEPOSITOS RELLENOS SANITARIO A LO LARGO DE EL RIO |

FUENTES : PROPIAS, INGEMMET, UNI

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ZONIFICACION GEOTECNICA (PLANO DE SUELOS DE LIMA)

ELABORTADO POR:
Bach.Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

Fecha : DIC. 97 PLANO N° III - 07

Kg./m³ como mínimo, Hasta 2100 Kg./m³ como máximo, en promedio Su porosidad varían entre 10 % y el 35 %.

Para completar y fijar el concepto como son los suelos de Lima, nos referiremos a los resultados de ensayos de carga directa con placas de carga en puntos situados en

En le distrito de:

- Surco (Urbanización la Alborada, Higuiereta)
- Jesús María (Conjunto Residencial San Felipe)
- Cercado de Lima (Centro Cívico)

En el Conjunto Residencial San Felipe, la prueba se realizó a la profundidad de cimentación de un doble sótano y en los otros casos más superficialmente.

Dando los siguientes resultados:

Las curvas carga - deformación son bastante empinadas y siempre con tendencia ascendente y nunca se ha podido llegar a la falla Para cargas unitarias entre 14 y 24 Kg / cm² se han tenido asentamientos máximos entre 3mm y 8mm. y una recuperación elástica magnífica, quedando asientos permanentes entre 1.5mm y 4mm., pudiéndose interpretar que inclusive esa deformación permanente se debe al reacomodo de la capa nivelante de la arena a la recompresión y reacomodo del suelo superficial alterado durante la excavación. (1)

Sus Módulos elásticos varían de 700 a 1750 Kg /cm². Estas mediciones se realizaron por medio de un equipo de Microtrepidaciones, estos dieron resultados de un suelo de periodos predominantes de 0.1 seg , lo que comprueba, que se trata de un suelo altamente denso; estos resultados de periodos tan cortos (y, por lo tanto altas frecuencias) nos indican resultados muy aproximados a las rocas, sin tener las propiedades elásticas de ellas, es decir estos suelos a diferencia de las rocas, pueden disipar energía más fácilmente y con menos violencia. Es necesario tener bien presente lo mencionado anteriormente al diseñar estructuras, alejándose del período mencionado, haciendo cimentaciones no tan rígidas y estructuras flexibles (1)

Al realizarse los trabajos de la segunda etapa de la Vía Expresa en dirección de San Isidro Hacia Miraflores, se observó que partiendo del Centro Comercial "Todos" hacia Surquillo, los castos se van mezclando cada vez mas con limos y arcillas, la profundidad de estos lentes de arcilla y limos es cada vez mayor y existen un ligero buzamiento de la sedimentación en dirección hacia Chorrillos hay que recordar aquí las variaciones sufridas por el régimen aluvial, los pasos de turbulencia a flujo mas o menos laminar.

Las quebraditas y quebradas que constituyen las bajadas a los baños de Miraflores, la quebrada de Armendáriz, la bajada al os baños de Barranco y de Agua Dulce. Estos fueron en otras épocas, brazos antiguos del Río Rímac

(1) FUENTES TEISIS "PROTECCION DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y DESAGUE ANTE UN SISMO DE GRADO VIII M M" - CARLOS MORAN

Hay que tener en cuenta que la estratificación de cascajos no es limpia, ni más o menos homogénea, ni profunda; se presentan estratos intercalados de limos y arcillas, muchas veces en forma lenticular y con inclinaciones pronunciadas. Los taludes no "pararán" aquí verticalmente la carga de trabajo de las cimentaciones deberá ser menor.

En la zona de Barranco se presentan suelos limo-arcillosos potentes en estrato superior o techo; en la zona de Agua Dulce y Chorrillos se encuentran paquetes potentes de arcillas disecas, pre-consolidadas por disección y fisuras. Se recuerda que el sismo de 1940, Chorrillos sufrió mucho y que en el Malecón, bajo los esfuerzos de filtración por el riego de las amplias áreas verdes y jardines se produjeron asentamientos diferenciales fuertes en las pistas y en la veredas del Malecón.

Los suelos de Miraflores pues, características intermedias entre los de Barranco, San Isidro y San Miguel; en los acantilados también existen estratos alternados de limos arcillas y gravas, pero es particularmente exacto cerca de las quebradas, mejorando esta condición en dirección a San Isidro, es necesario anotar que la inestabilidad potencial de taludes está en las salientes, la ubicación de los parques y de los rellenos Sanitarios, botaderos, salida de colectores crean una inestabilidad que generan hundimiento y a la presencia de un sismo fuerte puede hacer colapsar a muchas edificaciones de la zona.

Maranga en esta zona se encuentra localizadas arcillas de mediana expansividad, seguramente debido a que el río Rímac, en su etapa de erosión al equilibrio, erosionó, algún contacto o zona de lutitas o minerales arcillosos activos que, luego de su mezcaval los depositó dentro de su cono de deyección en épocas recientes. Existen estratos de hasta 7 metros de espesor de estas arcillas.

La Zona de Barranco de Magdalena y especialmente San Miguel.

Los acantilados de San Miguel y la Perla tienen estratos alternados de limos, gravas y arcillas de baja plasticidad es esta la zona más activa de deslizamientos debido a tuberías o conexiones en casas antiguas que descargaban directamente a los acantilados, que por filtraciones y roturas han producido erosión, estos han reblandecido los contactos entre los suelos arcillosos y limos y gravas. Otro fenómeno desequilibrador es la de tener arcillas expansivas que sufren cambios volumétricos fuertes con un mínimo cambio de humedad y rompen y debilitan la estructura de los suelos, creando asentamientos diferenciales en las estructuras.

La Perla Alta tiene estratificación alternada de limos arenosos y limos arcillosos en la parte superior o techo de los acantilados con las gravas que se presentan en estos barrancos.

En la Perla Baja y la parte de Bellavista colindante con ella, debajo de los limos arcillosos, entre 1.5 a 2.0 metros de profundidad se han encontrado estratos delgados de 0.15 a 0.20 m. de turbas disecadas, las que con los riesgos de los jardines han producido asentamientos diferenciales irregulares, por donde no se

pusieron vigas de cimentación o de amarre reforzados, para esos caso a que utilizar una forma de cimentación bien confinadas.

En la zona alta de Bellavista (por el Hospital), se encuentran limos arenosos y limos arcillosos en la superficie. Para dicho hospital se recomendó una cara de esfuerzo admisible de 3 Kg /cm²; en la zona de la caja del ascensor, se encontró , durante la construcción, un lente de arcilla húmeda y blanda; se recomendó reforzar mejor la cimentación y bajar la carga admisible a 1 Kg /cm².

El suelo del Callao es muy irregular, en profundidades se encuentran estratos alternados de limos, saturados flojos, arenas y gravas flojas con limos y arenas saturadas. En la superficie son variables y heterogéneas las formaciones, hay zonas del Callao donde el esfuerzo admisible del suelo es de 0.5 K/cm² y hay necesidad, en muchos casos de usar cimentaciones profundas, plateas de cimentación o cimentaciones mixtas con vigas de cimentación. En la calle Saenz Peña, a cuatro cuadras del Castillo Real Felipe, se encontró una grava suelta y floja sin finos.

En la Punta, cerca del Club Regatas, se recomendó, antes de los últimos sismos, un esfuerzo admisible de suelo de 1.5 Kg /cm² , para un reservorio elevado (cimentación anular), sobre material de grava mal graduada, con limos y arenas y napa freatica alta. En la zona de la avenida Contralmirante Mora, en el Callao, se encontró que la napa freatica alta aunado con limos saturados en las capas más próximas a la superficie, es decir el nivel de agua de 2.00 a 2.50 metros de profundidad y con gravas de pobre graduación y turbas mezcladas; se recomendó una carga admisible de 0.5 K/cm².

En Chucuito, para el edificio de viviendas de empleados de la Corporación de Fertilizantes, luego de tres sondajes, uno de ellos a 300 metros de la zona, donde los suelos son de arriba a abajo; cantos rodados mal graduados y flojos, arenas con limos orgánicos y una serie de estratos intercalados de materiales flojos, incluyendo arcillas dio una cara admisible a los 2.00 metros de profundidad de 0.5 Kg /cm²

La geomorfología en la Punta, se explica por la acción erosiva del mar que en tiempos anteriores ha atacando el cono deyectivo del Río Rímac debido a la topografía, socavándola y formando el barranco que se extiende desde el Morro Solar Hasta el Callao (Acantilados). Los materiales caídos al mar estuvieron sujetos a su acción y fueron arrastrados hacia las zonas de las Islas San Lorenzo y El Frontón, acumulándose el material que ha formado la península de la Punta (Martines y Téves 1966).

Según la Investigación hecha por el Ing. Carlos Huamán llegó a zonificar cierta parte del Callao, teniendo como resultado cuatro zona:

Zona IV: Esta zona comprende toda el área de la Punta y Chucuito la cual el primer estrato de relleno gravoso artificial no mayor de 3m , suelto y aveces mezclado con limos, debajo del cual se encuentra un estrato de suelos granulares gruesos conformado por gravas y arenas de graduación pobre, P Y

SP, que tiene un espesor promedio de 12m a continuación, existe un estrato compuesto por arena fina con lentes de limo y/o arcilla, de clasificación SM?SC. Dicho estrato tiene una profundidad promedio de 20m a lo largo de la Punta, y llega a tener hasta 28. en el área de la Escuela Naval y por ultimo debajo del estrato anterior se halla la grava arenosa densa que pertenece al cono deyectivo del Río Rímac. La capacidad portante varia de 1.5 a 2.0 Kg /cm², a profundidades de cimentación de 1.4 a 3.0 m., es decir, por debajo del relleno superficial gravoso, con una napa freatica que oscila entre 1.5 a 3.5m,

Zona III: Esta zona esta comprendida por una franja que sigue la línea de playa sobre la que se a establecido el Puerto del Callao, son suelos de disposición errática, son gravoso y gravoso limoso, donde , la profundidad de los rellenos puede llegar a los 11 m., luego se puede encontrar el estrato resistente de canto rodado con arena fina, el nivel freatico se encuentra entre 1.7 y 3.2 m. de profundidad.

En Caja de Agua y en Chacaria de Otero, según niveles o cotas en relación con la napa freatica, se recomendaron cargas admisibles entre 0.5 Kg /cm² y 0.9 Kg./cm² para profundidades de 0.6 metros, en suelos limosos.

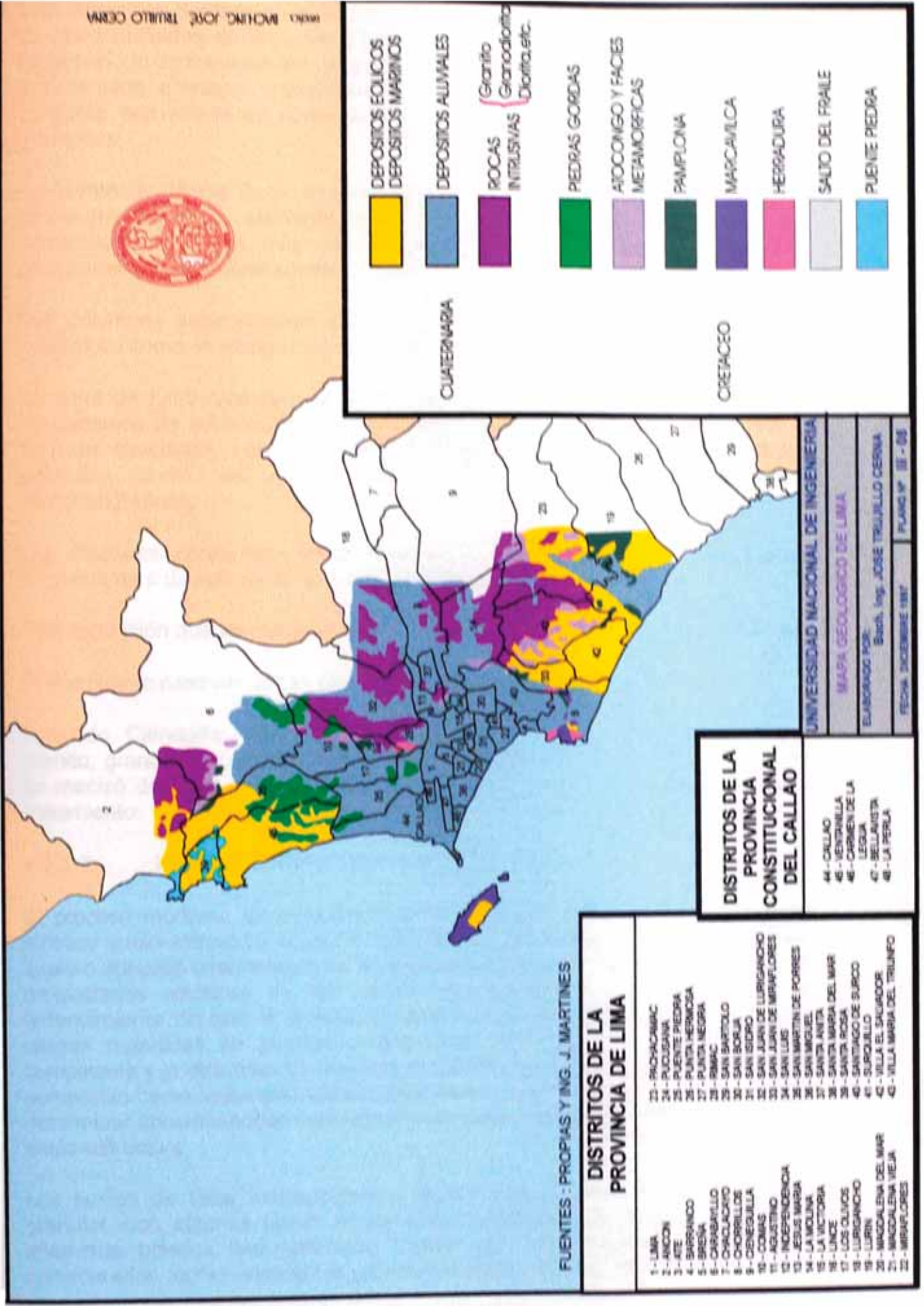
3.3.2.2 ESTRATOS ROCOSOS (GEOLOGÍA)

La ciudad se encuentra dentro de los límites de influencia del cono deyectivo Cuaternario del Río Rímac, este cono consiste de material aluvial de estructura lentiforme, donde se superponen depósitos de cantos rodados, arena, arcilla y limo, en forma heterogénea. Estos sedimentos aluviales han sido depositados durante la última etapa del Pleistoceno, sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas Mesozoicas. Debido a movimientos tectónicos vasculares, el cauce del Río Rímac ha evolucionado virando de SO a NO, desde fines del Terciario Superior y comienzos del Pleistoceno, en que el río Rímac tenía un gran poder erosivo, hasta el Holoceno en que disminuye su poder de erosión, dejando en este lapso terrazas aluviales que caracterizan la geomorfología de la forma final como quedo el cono deyectivo. Al disminuir la velocidad del río en el Holoceno, se deposita el material fino que ha originado la cubierta superficial arcillosa con espesores de hasta 15 m. en el Callao.

De estudios estratigráficos y sedimentológicos en Lima Metropolitana se establece cuatro ciclos sedimentarios con secuencias litológicas definidas y unidades litoestratigráficas diferenciales (Ver Plano III - 08).

Estos ciclos se ubican entre el Jurásico Superior y el Cretáceo Medio y Superior, tenemos en la costa el ciclo principal es el que se relaciona con la secuencia clástica: grupo Morro Solar que agrupa El Salto del Fraile, Herradura, Morro Solar y Marcavilca. La formación Salto del Fraile está constituida por cuarsitas recristalizadas, areniscas cuarsosas que denotan sedimentación litoral poco profundo por la estratificación cruzada destacada en sus bancos, los mismos que son competentes.

AREAS PRIORITARIAS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN EL CONO DEYECTIVO DE LIMA



DEPOSITOS EOLICOS DEPOSITOS MARINOS	DEPOSITOS ALLUVIALES	ROCAS INTRUSIVAS (Granito Granodiorita Diorita, etc.)	PIEDRAS GORDAS	ATOCONGO Y FACIES METAMORFICAS	PAMPLONA	MARCAVILCA	HERRADURA	SAJDO DEL FRAILE	PUNTE PIEDRA
CUATERNARIA						CRETACEO			

FUENTES : PROPIAS Y ING. J. MARTINES

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA	
1 - LIMA	23 - PROHIBICION
2 - ANCON	24 - PUCUAYANA
3 - ATE	25 - PUNTE PIEDRA
4 - BARRANCO	26 - PUNTA HERMOSA
5 - BREÑA	27 - PUNTA NEGRA
6 - CHAMBAYLO	28 - RIMAC
7 - CHOLACAYO	29 - SAN BARTOLO
8 - CHORRILLOS	30 - SAN SOBIA
9 - CENEGUILLA	31 - SAN ISIDRO
10 - COMAS	32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
11 - AGUSTINO	33 - SAN JUAN DE MIRAFLORES
12 - INDEPENDENCIA	34 - SAN LUIS
13 - JESUS MARIA	35 - SAN MARTIN DE PORRES
14 - LA MOLINA	36 - SAN MIGUEL
15 - LA VICTORIA	37 - SANTA ANITA
16 - LUNCE	38 - SANTA MARIA DEL MAR
17 - LOS OLIVOS	39 - SANTA ROSA
18 - LURIGANCHO	40 - SANTIAGO DE SURCO
19 - LURIN	41 - SURQUILLO
20 - MAGDALENA DEL MAR	42 - VILLA EL SAQUADOR
21 - MAGDALENA VIEJA	43 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO
22 - MIRAFLORES	

DISTRITOS DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO

44 - CALLAO
45 - VENTANILLA
46 - CARMEN DE LA LEGUA
47 - BELLAVISTA
48 - LA PERLA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 MAPA GEOLOGICO DE LIMA
 ELABORADO POR:
 Bach. Ing. JOSE TRIUNFO CERNA
 FECHA: DICIEMBRE 1987
 PLANO N° III - 05

Esta formación destaca en el flanco norte del Morro Solar formando gran parte de los acantilados de la Costa Verde. la Formación Herradura representa un corto periodo de transgresión debido a cambios de las condiciones de la cuenca sedimentaria a mayor profundidad por las lutitas finamente estratificadas. Presenta dos miembros como son la Virgen y la Herradura con Litologías diferentes.

La Formación Morro Solar se caracteriza por el cambio gradual de facies de arcilla (herradura) a areniscas (Morro Solar). La formación Marcavilca está constituida por rocas más competentes duras y compactas, su principal característica litológica es arenisco - cuarsítica.

Las columnas sedimentarias se encuentran atravesadas por diques y sillis volcánicos como se observa en el grupo Morro Solar.

La zona de Lima corresponde a una región morfotectónica desarrollada por mecanismos de subducción que originó mayormente un plegamiento suave y rupturas asociadas. Las estructuras se han formado por actividad tectónica polifásica como se puede inferir y comprobar con las unidades litoestratigráficas.

Las fracturas conforman fallas longitudinales que alcanzan dimensiones kilométricas a diferencia de las transversales de corto desarrollo.

Otra formación que se presenta es de la de Puente piedra y las rocas intrusivas.

El Río Rímac pasa por zonas de depósitos cuaternarios aluviales.

Pasando Cienegilla, nos encontramos con rocas intrusivas formadas por granito, granodiorita, diorita, conformando el Batolito de Los Andes, el cual es un macizó de edad geológica muy joven y por tanto en constante dinámica y crecimiento.

3.2.2.3 INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

El proceso moderno de evaluación de la respuesta dinámica de un sistema elástico suelo-estructura sujeto a cualquier tipo de sollicitación proveniente del suelo o aplicado directamente en la estructura, demanda el conocimiento de las propiedades elásticas de los suelos subyacentes a estas obras, en el entendimiento de que el análisis de cimentación de estructuras sometidas a cargas repartidas se pueden entender de dos formas una de ellas muy complicada y la otra trata de idealizar el análisis, suponiendo que los suelos se comportan como materiales elásticos perfectos, cuyos parámetros son posibles determinar aproximándose cuidadosamente a las concisiones reales de relación suelo-estructura.

Los suelos de Lima metropolitana y alrededores generalmente son de tipo granular, con algunas pocas excepciones localizadas de arcillas mediana o altamente plástica, las partículas sólidas que las componen, pueden ser consideradas como elementos absolutamente rígidas, cuyas dimensiones

están comprendidas entre mayores de 2" y algunos micrones, suponiendo que estas partículas tengan la forma de pequeños elementos cúbicos de algunos milímetros o centímetros de lado; si el suelo es arcilla, puede considerarse con mucha precisión que es homogéneo, mientras que en un cubo de características similares de gravas o arenas si el lado del cubo de material granular mide decenas de centímetros es evidente que puede asumirse que consiste de un material homogéneo. Por lo tanto estos suelos pueden considerarse homogéneos solamente en el caso de que los elementos de volumen tenga dimensiones grandes en comparación con las dimensiones de las partículas constituyentes del suelo, con estas limitaciones, cualquier sistema discreto, incluyendo el suelo puede ser considerado como cuerpo homogéneo y las propiedades elásticas de un elemento de volumen cuyas dimensiones son grandes en comparación con las dimensiones de las partículas de suelo, pueden ser constantes a través del elemento.

La ley de Hooke generalizada para el caso de cuerpos isotrópicos homogéneos se basa en la hipótesis de que los esfuerzos y deformaciones en su estado inicial son nulos, aunque en realidad estos esfuerzos iniciales siempre están presentes en todos los cuerpos sólidos; sin embargo, su acción puede ser insignificante si es pequeña en comparación con los esfuerzos inducidos, aceptándose para nuestro caso la validez de las ecuaciones establecidas para cuerpos sólidos isotrópicos homogéneos. En general, en los suelos granulares, los esfuerzos iniciales debidos principalmente a la fricción resultan débiles o muy pequeños en comparación con los niveles de esfuerzos a los que normalmente se les someten como cargas de trabajo acostumbradas en nuestro medio o evaluadas para determinadas áreas de la ciudad, las mismas que tienen un rango de variación de 1.5 Kg./cm² a 4.00 Kg./cm². En los suelos cohesivos ubicados en el Callao, Puente Piedra o la Molina, la hipótesis dicha anteriormente no presenta mayor garantía para la evaluación de los esfuerzos iniciales, ya que estas dependen principalmente de la influencia de numerosos procesos físico, químicos.

3.3.3 GEODINAMICA EXTERNA Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

3.3.3.1 LA PREVENCIÓN DE DESASTRES POR EROSIÓN DE AGUA EN EL RÍO RIMAC UTILIZANDO LOS RELAVES MINEROS

Este es un problema sumamente importante en la prevención de desastres:

Por la ubicación de relave en la cuenca tiene dos problemas inmediatos:

Uno es la contaminación de las aguas del Rímac por la precipitación y lavado de los elementos finos que incide directamente en el consumo de agua.

Segundo es el probable Callamiento de esta acumulación de material por licuación o licuefacción como resultante de un sismo; por cierto tenemos algunas experiencias sobre esto tanto en cuenca en donde ha fallado una de las presas como en otros lugares, simplemente hay que orientar hacia eso las órdenes de prevención; evitar que haya la filtración, el lavado continuo de los

elementos que colmatan y segundo ver algunas medidas hacia el estudio de estabilidad de estos depósitos para evitar Callamiento posterior

3.3.3.2 PARÁMETROS UTILIZADOS PARA ZONIFICAR LA CUENCA DE RIMAC

La intervención de todos los parámetros naturales que había que estudiar desde el punto de vista geológico y litológico, geodinámica externa (estructural sísmico), hidrológico, geomorfológico y geodinámico interno, se tomaron en cuenta como elementos, pesos y ponderaciones que se les da a cada uno de ellos para poder hacer una buena zonificación

No es suficiente la construcción de muros de contención en las quebradas y represar las zonas aledañas para disminuir los riesgos de los Huaycos, para dar un buen resultados en este tipo de pendientes deben ser asociadas con una cortina de vegetación la cual disminuye la velocidad del flujo que van colmatando los materiales es decir los van seleccionando prácticamente, por esto necesita de una conservación, o sea una limpieza cada año o cada dos años. En cuanto al sistema de andenería han dado buenos resultados

Para el proyecto de Control de Quebradas hay tres factores importante y son.

- **Costo**
- **Tiempo**
- **Riesgo.**

Estudios justamente en la quebrada de Canto Grande y en Jicamarca, y en otras pequeñas quebradas que aparentemente no tienen importancia pero creo que pueden funcionar para prevenir algún tipo de desastre geodinamico.

Esta población en forma masiva hace obras colectivas en las zonas áridas en estas zonas de actividad dinámica para la cual requiere toma de conciencia para hacer obras mínimas tanto de ocupación de asentamientos u obras mínimas para control

El estudio preliminar que han intervenido exponen que en la zona de la Ronda representa un peligro no latente pero si está como zona peligrosa.

La zona de reubicación exactamente no está en la quebrada de la Ronda, se encuentra mucho más alejada Se había previsto hacer la reubicación en la Ronda por el amplio espacio que muestra, pero se está haciendo en la parte más alejada a la cuenca que es menos potencialmente peligrosa, que es la zona en que se está colocando la segunda etapa de reubicación, y la primera es la parte alta.

Para niveles más altos hay otro tratamiento, porque el huayco tiene una característica muy especial para que se produzca, generalmente se producen en los 600 a 3,200 mts. sobre el nivel del mar con climas áridos v semiáridos de corta duración, ya sería otro tipo de fenómeno el que se produce en las partes altas porque son de 4,000 a 4,200 m , estos pueden ser soliflucción reptación de

suelo (eso son en los clásicos), entonces ya no funcionario allí la forestación porque la vegetación no como defensa, salvo vegetaciones especiales que hayan en esa altura que tiene que adecuarse, entonces podría funcionar los puentes, túneles o muros de contención o también sistemas de drenaje como la cuneta de coronación.

EL PEDREGAL.

Es necesario que se presente un estudio geomofologico, para prevenir los fenómenos de huaycos, las técnicas de presas o de muros de contención, no se manejan con un criterio Hidráulico, estas obras se trabajan en la torrentera en sus zona de deposición, pero se debe trabajar más arriba donde se inicia el huayco, es donde se debe solucionar el problema.

En el torrente de Pedregal donde está el panteón, se encuentran millones de metros cúbicos de depósitos que están esperando alguna lluvia importante para desatarse. Nadie ha recorrido la quebrada ni ha hablado de la parte superior que va a la cuenca de Santa Eulalia, por ahí entra la corriente de las nubes y precipitaciones. Hay tres afloramientos en las quebradas de Pedregal, en las partes altas a unos 100 m. donde hay un canal, esa zona no a pasado nada.

No se deben construir muros de defensa, que van a modificar las condiciones de flujo natural de los huaycos.

Es necesario hacer un tratamiento integral de la quebrada, ya que el fenómeno del huayco en estas zonas se van a repetir periódicamente

SIRENA Y SAN BARTOLOMÉ

Estos huaycos según parece en alguna oportunidad llegaron hasta las costas. En la parte oriental también hay vestigios de la ocurrencia de huaycos de dimensiones mayores por ejemplo en San Martín de Pacoa, se han encontrado rocas de 15 a 20 mts. de diámetro (A. Martínez)

En conclusión los huaycos no solo se forman en las partes medias y altas de la cuencas, en las quebradas, el torrente tiene toda una forma geodinámica, geomorfológica, sus cuencas, sus canales, zona de deposición y es parte de una gran cuenca y estas desgraciadamente llegan al Rímac, por lo tanto ciertas partes del cono deyeectivo se puede afirmar que son zonas fluvio aluvional a los depósitos del Rímac, porque tienen esas características, pues han llevado lodos, esto se puede ver le estratificación que se ve en los taludes formados aguas abajo del Puente del ejercito, donde la profundidad de corte de la rivera es de 20 a 45m; en ella se observa estratos definidos de cantos rodados , arena, arcilla y limos en algunos lugares los bolsones son mayor de arcilla y limos lo cual evidencian que en algún momento las torrentes de las Quebrada de Canto Grande, Jicamarca así como la de Pampagrande que es la quebrada que está en la Molína, todas son quebradas tormentosas, la única condición que falta es el elemento agua, cualquier modificación mínima que se produzca tenemos. Es de esperar que estas quebradas sean activadas con la llegada de grandes lluvias y esto puede ser con la aparición de la Corriente del Niño, o los

cambios climáticos que produce lluvias fuertes y no usuales en dichas zonas, una de las teorías de esta variación es el giro o inclinación del eje y los polos de la Tierra después de muchos años, un ejemplo es el ocurrido en la Costa en 1970, en la zona de Comas se produjo un huayco, entonces la prevención tiene que ver las posibilidades de la ocurrencia de estos fenómenos en partes de la Cuenca baja, tenemos otros ejemplos como el de Huaycan y Tornamesa

A falta de áreas de expansión urbana la población se esta asentando en zonas altamente vulnerables y con gran riesgo por los eventos que se pueden generar en dichas zonas, históricamente estas zonas no estaban pobladas por lo que no se le tomo interés como zona peligrosas ya que no se registraban perdidas humanas ni de infraestructura.

Este problema también se esta presentando en las cuencas de Lurín y del Chillón, ya que Lima Metropolitana esta creciendo con tanta rapidez que se encuentra bajo la influencia de las tres cuencas, ya existiendo zonas con riesgo donde se han asentado la población en las Cuencas de Lurín y Chillón.

3.3.3.3 ACCIONES DE REHABILITACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES DE CHOSICA

La región de Chosica ha venido soportando huaicos a lo largo de su historia, muchos de ellos de gran magnitud, así por ejemplo durante el presente siglo se han registrado huaicos en los años 1925, 1970, 1976 y 1983 ;los de 1925 y 1983 por la influencia de la Corriente del Niño Estos eventos locales, originados por las intensas precipitaciones pluviales, destruyen gran cantidad de viviendas, terrenos de cultivo y bienes, llegando a interrumpir la carretera central y otras arterias de la ciudad de Chosica

El 9 de Marzo de 1987 de 4 a 7 p.m., ocurrieron cinco huaicos importantes que afectaron varios centros poblados de Chosica (900 m.s.n.m.), localizados éstos en el área de influencia de las quebradas Quirio, Pedregal, Carosio, Corrales y Cashahuacra todas en la margen derecha del Río Rímac ocasionando la muerte y desaparición de unas 120 personas, la destrucción total o parcial de 1,108 viviendas y grandes pérdidas materiales.

Las medidas correctivas y preventivas a corto plazo incluyeron la remoción de materiales, trabajos de limpieza, construcciones, reubicación y otros estudios de ingeniería que deben realizarse rápidamente en cada una de las quebradas.

Las medidas a mediano y largo plazo resumen la necesidad de efectuar levantamientos topográficos y fotogramétricos de las áreas afectadas y urbana de Chosica, recomendación para ejecutar un proyecto piloto para el control de huaicos en las quebradas de Quirio y Pedregal; control de Cárcavas mediante muros de mampostería y asidos, procesos de forestación y reforestación y la proyección de diques reguladores.

Se han zonificado las Quirio y Pedregal en tres zonas:

- a) De alto riesgo.

- b) De riesgo intermedio y
- c) De bajo riesgo

En las áreas especificadas como zona A no deberán rehabilitarse las viviendas que hayan sufrido destrucción global, ni permitirse futuras construcciones y deben cambiar de uso, en áreas recreaciones y áreas verdes. Los damnificados de esta zona deben ser por lo tanto reubicados en forma definitiva en alguna de las áreas mencionadas de bajo riesgo.

Algunas de las quebradas localizadas en la margen izquierda del Río Rímac deben, a pesar de tener poco riesgo aparente, ser asimismo estudiadas con cierto detenimiento.

El huayco del día lunes 9 de marzo de 4 a 7 de la tarde, tenemos 5 quebradas, la subcuenca de la Quebrada de Quirio, Pedregal, Carosio, Corrales y Cachahuanca. Estos huaycos afectaron unos 20 poblados, 9 pueblos jóvenes, 11 urbanizaciones y muchas viviendas que están localizadas en la zona de influencia de las quebradas, totalizando unos 120 muertos y desaparecidos. También daños a los servicios de agua potable y desagües, electricidad, transportes y comunicaciones, redes telefónicas, edificios públicos.

Las precipitaciones intensas, las que el día 9 de marzo fueron de 10 a 15 milímetros en una hora o a hora y media, y la saturación y subsaturación del material de las lluvias procedentes del 9 de marzo fueron los detonantes para estos huaycos en la margen derecha del río Rímac.

Se ha propuesto un área de reubicación por ENACE, siempre y cuando se haga un pequeño estudio de las quebradas de la margen izquierda del río Rímac.

La Quebrada de Quirio ha sido zonificada.

La zona A, la zona de mayor riesgo y que debería seguirse con una política de deshabitabilidad y cambio de uso del suelo.

La zona B que tiene muchos cauces que han sido colmatados por el material, en caso de sufrir un nuevo huayco estas zonas son afectadas.

La zona C de menor riesgo pero que también ha sido inundada en el último huayco. A cada una de estas zonas la comisión le ha dado unas medidas correctivas y preventivas.

La parte media de la quebrada ha sido colmatada por el material y una profundidad de 2 a 3 metros que ha sido afectado por este último huayco.

Es de notar que todo este material no consolidado puede deslizarse con la ocurrencia de un sismo.

Los cauces de las quebradas han sido disminuidos por la construcción de viviendas que son habitadas. Actualmente no se visualiza una profundidad de cauce. esto es demasiado peligroso.

El Canal de Quirio que ha sido construido por los mismos pobladores y que ha podido servir y existe un poco de material de la colmatación.

Ya en la carretera Central donde se puede observar que no existe ningún badén y el material se deposita en esta zona, y también alguna construcción que ha sido medianamente destruida que ahora está en construcción y que debería llamarse la atención para que un proyecto de ingeniería se construya un badén .

La Quebrada de Pedregal: Tiene tres áreas de riesgo:

El área A que debería seguirse con una política de deshabitabilidad, muchas viviendas se hallan incluidas en la misma zona de las quebradas. La zona Alta de Pedregal: Se puede observar como el material se encuentra todavía en las quebradas, en mucho volumen. Se puede observar como en ese mismo lugar se encuentran situadas viviendas muy bien construidas, forestación, el canal del acueducto, este que va a Carosio, y bastante material suelto. También viviendas bastantes bien construidas con muros de construcción, inclusive se encuentra en el proyecto para la electrificación el canal de agua que podría ser utilizado como medida de rehabilitación. En la parte Baja de Pedregal también encontramos grandes cantidades de material que todavía están esperando ser removidos, observamos muchas de las construcciones que han sido destruidas o semidestruidas. Parte del parque donde está todo el material del huayco que ha sido traído por la zona de transporte, es decir zonas medias.

Se ve que se puede transitar por la carretera Central, pero en el lado izquierdo como yendo para el río Rímac se encuentra prácticamente cerrado por la construcción de viviendas, un pequeño cauce de un metro o metro y medio es lo único que permitiría bajar todo ese lodo y cantidad de piedra.

En Quebrada de Carosio, tenemos bastante material suelto, que es un depósito inestable, que se origina por la construcción de la Central de Carosio y que fue dejado el material en aquella posición y que es muy peligroso puesto que un huayco originado en esta zona podría traer mucho material suelto y que ha inundado inclusive hasta la carretera Central.

La Quebrada Corrales, en esta quebrada se nota dos partes, el relleno sanitario que se encuentra justamente en la parte media y una piscigranja que es un peligro latente el que se encuentre en esta parte. La parte alta estaba prácticamente colmatada de material, mucho material en ambos lados. Del lado opuesto de la carretera Central se puede ver la altura que existe entre la casas y la carretera Central de unos 10 y 12 mts. y que también el flujo del lodo y piedra ha llegado a esta zona y ha semidestruido esta pared, ha continuado el huayco y actualmente la están reconstruyendo los pobladores. Una vista del río Rímac con un poco de material suelto, en el otro lado se encuentra la Cantuta y algunas quebradas que también serían dignas de estudiar.

La Quebrada de Cachahuacra, en 1983(Corriente del Niño), fue sumamente afectada por esta zona y existen trabajos realizados por el INGEMMET que han zonificado en tres intensidades. En la parte del cauce el material ya lo está cerrando, ya han pasado tiempo y tenemos mucho material que está cerrando este cauce, esto peligraría inclusive cuando haya un nuevo huayco, transportando material de las partes medias y bajas a las partes más bajas. Visto del otro lado se puede observar la quebrada, piedras y barros muy fácilmente drenables, aquí tenemos piedras que ya han caído por efecto de la intemperie. El parque de piedra en la zona de las Kiskas a donde se ha depositado prácticamente todo el material del huayco, ha sido tomado desde el local de las Kiskas de la Guardia Civil. Final de la quebrada Cachahuacra, esta pared fue destruida en 1983 todavía no ha sido refaccionado, el lodo se quedó por esta altura mas o menos en la parte baja y vemos que el lodo todavía se traslada hasta la carretera Central.

3.3.3.4 ESTUDIO HIDRO-GEODINAMICO DE HUAYCOS EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC CON EL FIN DE MITIGAR SUS EFECTOS

Dentro de los fenómenos naturales que se presentan en la cuenca del río Rímac, el de huaycos, dada la periodicidad de su ocurrencia y de los daños cuantiosos que ocasionan involucrando pérdida de vidas y de materiales, merecen un estudio más profundo y planificado.

desde hace varios años se considera como línea de Investigación prioritaria la conservación y desarrollo de las cuencas, siendo el problema enfocado en diferentes aspectos. En el año 1981 hasta 1983 las condiciones existentes fueron propicias para que las precipitaciones generaran huaycos, deslizamientos y desbordes del río Rímac.

Es conveniente iniciar el estudio detallado de cada quebrada tributario del río Rímac para lo cual se hizo un primer inventario de dichas quebradas, indicándose: nombres típicos, ubicación respecto a la carretera central, margen, área, longitud, pendiente promedio y altitud.

Esta información nos va a permitir uniformizar criterios de identificación de cada quebrada tributario, llegándose a propuestas de solución concretizadas, en el cual se indican las prácticas conservacionistas que se van a aplicar en cada sector establecido para lograr la prevención y mitigación.

3.3.3.5 Propuestas de Defensas Ribereñas:

Tipo Mecánico

1. Muros de mampostería, acequias,
2. Zanjas de infiltración.
3. Terrazas de banco.
4. Mampostería
5. Gaviones
6. Enrocado.

Tipo agronómicos

1. Surcos de contorno
2. Forestación,
3. Pasturas
4. Rotación de cultivos

Tipo Zootecnistas

1. Tipo de Ganado
2. control de prácticas ganaderas.

3.4 GEODINAMICA INTERNA

3.4.1. INTRODUCCIÓN

A partir de los terremotos ocurridos en 1940, 1966 y 1974 en la ciudad de Lima , ha quedado demostrado que el centro de la ciudad ha sufrido menor intensidad de daños que aquellas zonas periféricas, como son los distritos de La Molina, Chorrillos, Barranco, La Punta, Callao. Las condiciones de subsuelo de estas áreas difieren de la existentes en el centro de Lima, que corresponde a un depósito grueso de grava aluvial con nivel freático profundo.

Pero se debe tomar en cuenta en la zonificación que daños mayores han sido observados en áreas fuera del centro de la ciudad de Lima, por ejemplo en la Molina, el Puerto del Callao que durante el sismo del 3 de Octubre de 1974 (con magnitud $M_s = 7.5$ a 90 Km. de Lima), sufrió considerable daño en instalaciones navales y portuarias, se registraron intensidades de IX MM para la Punta y VIII MM para el Callao. Los mayores daños se observaron en modernas estructuras de concreto armado en la Escuela Naval en la Punta y en la oficina de Correos en el Callao y en un antiguo silo del terminal Marítimo que colapso perdiendo 20m. de los 60m de altura original

3.4.2 MARCO TECTÓNICO

La cuenca del Río Rímac se encuentra en un área de alta actividad sísmica, puesto que se encuentra dentro de el Cinturón Circunpacífico. Teniendo como rasgos tectónicos principales a la Cordillera de los Andes y la Fosa Marina de Lima; estas se sitúan dentro de las placas tectónicas Suramericano o Continental con Nazca o Oceánica. La segunda se introduce en subducción a la Placa Continental formando el llamado Plano de Benioff, lugar principal de la acumulación constante de energía que será liberada mediante los temblores y terremotos

3.4.3. SISMISIDAD

La zona de subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte a la costa Oeste de Sudamérica, es lugar frecuente de reajustes de la corteza terrestre, los cuales producen sismos de gran magnitud. Debido a ello el país ha sufrido

sismos muy severos de consecuencias devastadoras. La Cuenca del Río Rímac ha experimentado en los pasados 40 años, 6 sismos con magnitudes de onda superficial en el rango de 6 a 7.6. Estos sismos han causado aceleraciones en la superficie del suelo altas como 0.40 g (terremoto de 1966), y las duraciones del movimiento fuerte han sido mayor que un minuto (terremoto de 1974).

3.4.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD ⁽¹⁾

Al analizar la actividad sísmica de la cuenca del río Rímac, se observa que se han producido solo dos sismos durante el periodo de 1913 a 1984, con profundidades entre 71 y 300 Km. cuyos epicentros en zonas vecinas se han registrado muchos sismos, los que por propagación de sus ondas han afectado a la cuenca del Rímac. Se encuentran también, los terremotos que han producido daños, para el periodo de 1586 a 1974.

Se concluye también que en la parte oceánica se concentra la mayor actividad sísmica, y frente a Lima se observa un núcleo de alta actividad, lugar donde se generó el terremoto del 3 de Octubre de 1974; los sismos en esta área son superficiales ($h < 30$ Km.). En el Continente es decir en la Cordillera de los Andes, se ha generado poca actividad sísmica y los sismos son más profundos ($h = 71$ a 300 Km.).

3.4.5. SISMOS FUERTES Y DESTRUCTORES DURANTE EL PERIODO 1586-1974 ⁽¹⁾

Muchos terremotos han sucedido en zonas vecinas a la de al Cuenca del Rímac y que ha ocasionado daño en las viviendas y infraestructura, con pérdidas de vidas humanas.

HISTORIA SÍSMICA DE LA CIUDAD DE LIMA

LOS PRINCIPALES TERREMOTOS QUE HAN AFECTADO A LA CIUDAD DE LIMA SON

- 1 EL OCURRIDO EL 28 DE OCTUBRE DE 1746, CUANDO LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO FUE CASI TOTALMENTE DESTRUIDA, PERDIERON LA VIDA UNAS 1200 PERSONAS Y DEJÓ EN PIÉ SOLO UNAS 30 CASAS DE LAS CASI 3000 EXISTENTES, ESTE TERREMOTO FUE ACOMPAÑADO DE UN TSUNAMI QUE ARRASÓ EL PUERTO DEL CALLAO, DEL QUE SOBREVIVIERON 200 DE SUS 5000 HABITANTES
- 2 EL SISMO DEL 30 DE MARZO DE 1828
- 3 EL SISMO DEL 22 DE ABRIL DE 1860 QUE SE REGISTRÓ COMO UNO DE LOS SISMOS MÁS FUERTES DEL SIGLO PASADO
4. EL SISMO DEL 9 DE MAYO DE 1877 SE TRATÓ DE ALGO SEMEJANTE A UN MAREMOTO PERO DE NO DE GRAVES CONSECUENCIAS EN EL CALLAO
- 5 EL SISMO DEL 20 DE SETIEMBRE DE 1897 FUE UN SISMO QUE OCASIONÓ NUMEROSOS DAÑOS MATERIALES PERO NO PÉRDIDAS DE VIDA

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE A ESTUDIOS DE INGEMMET Y INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

- 6 EL SISMO DEL 4 DE MARZO DE 1904 PRODUJO DAÑOS MATERIALES ALGUNOS HERIDOS Y CONTUSOS
- 7 EL SISMO DEL 24 DE MAYO DE 1940 DEJÓ UN SALDO DE 200 MUERTOS Y ALREDEDOR DE 4000 HERIDOS, CAUSANDO DAÑOS MATERIALES Y COLAPSANDO UN GRAN NÚMERO DE VIVIENDAS DE ADOBE
- 8 EL SISMO DEL 17 DE OCTUBRE DE 1966 OCASIONÓ ALGUNOS DAÑOS EN LA CIUDAD
- 9 EL SISMO DEL 31 DE MAYO DE 1970 AFECTÓ LA PARTE NORTE DEL PAÍS, EN EL CASO DE LA CIUDAD DE LIMA SU EFECTO NO FUE TAN DESTRUCTIVO COMO EN OTRAS CIUDADES COMO HUARAZ, CHIMBOTE, ETC
- 10 EL SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974 CAUSÓ 78 MUERTOS, EL NÚMERO DE HERIDOS SUPERÓ A 2000 Y EXISTIERON 5,500 VIVIENDAS DAÑADAS LOS DISTRITOS MÁS AFECTADOS FUERON CHORRILLOS, BARRANCO, LA MOLINA, CALLAO, RIMAC, SAN MIGUEL Y LIMA CERCADO
- 11 FINALMENTE, DURANTE EL PRESENTE AÑO SE HAN PRODUCIDO 32 MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE BAJA INTENSIDAD, CASI IMPERCEPTIBLES POR EL HOMBRE, SIN EMBARGO EL TEMBLOR OCURRIDO EL 1 DE OCTUBRE DE 1996 FUE DE 4 5°MM CON UNA DURACIÓN APROXIMADA DE 45"

DESDE LA FUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA EN 1535, HASTA LA FECHA, HA SUFRIDO UNA SERIE DE DESASTRES CAUSADOS POR MANIFESTACIONES VIOLENTAS DE LA NATURALEZA, SIN EMBARGO HAY TRES FENÓMENOS QUE HAN PROVOCADO LOS MÁS GRAVES DAÑOS Y HAN DEJADO PROFUNDAS HUELLAS EN EL QUEHACER Y TRADICIÓN LIMEÑA

EL TERREMOTO Y TSUNAMI DEL 20 DE OCTUBRE DE 1687 OCASIÓN EN QUE LIMA FUE DESTRUIDA CASI TOTALMENTE Y EN MEDIO DE LOS ESCOMBROS PERMANECIÓ UNA PARED DE ADOBE SOBRE LA QUE UN NEGRO ESCLAVO HABÍA PINTADO A CRISTO CRUCIFICADO, DANDO LUGAR A LA IMAGEN DEL SEÑOR DE LOS MILAGROS.

EL TERREMOTO Y TSUNAMI DEL 28 DE OCTUBRE DE 1746

Y, EL TERREMOTO DEL 24 DE MAYO DE 1940

LA HISTORIA PUES, NOS DA LAS PAUTAS DE QUÉ TIPOS DE DESASTRES NATURALES DEBEN TENERSE EN CUENTA CON PRIORIDAD PARA PROTEGER A LOS 7'259,307 HABITANTES DE HOY Y LOS 10 MILLONES DE HABITANTES DE LA PRÓXIMA DÉCADA

PRINCIPALES SISMIOS REGISTRADOS DE 1970 A 1994 ⁽¹⁾

PERÚ: SISMIOS MAS TRÁGICOS REGISTRADOS ENTRE 1970 Y 1991

AÑO	FECHA	LUGAR	Nº DE MUERTOS	MAGNITUD (Grado Richter)
1970	31 de Mayo	Costa Central	70000	7,8
1990	29 de Mayo	Zona Norte	100	5,8
1991	04 de Abril	Zona Nor-Este	100	6,2

(1) FUENTES PROPIAS. EN BASE A ESTUDIO DEL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

Fuente: instituto Geofísico del Perú-Dirección de Servicios Técnicos

LIMA: PRINCIPALES SISMOS REGISTRADOS ENTRE 1990 Y 1993

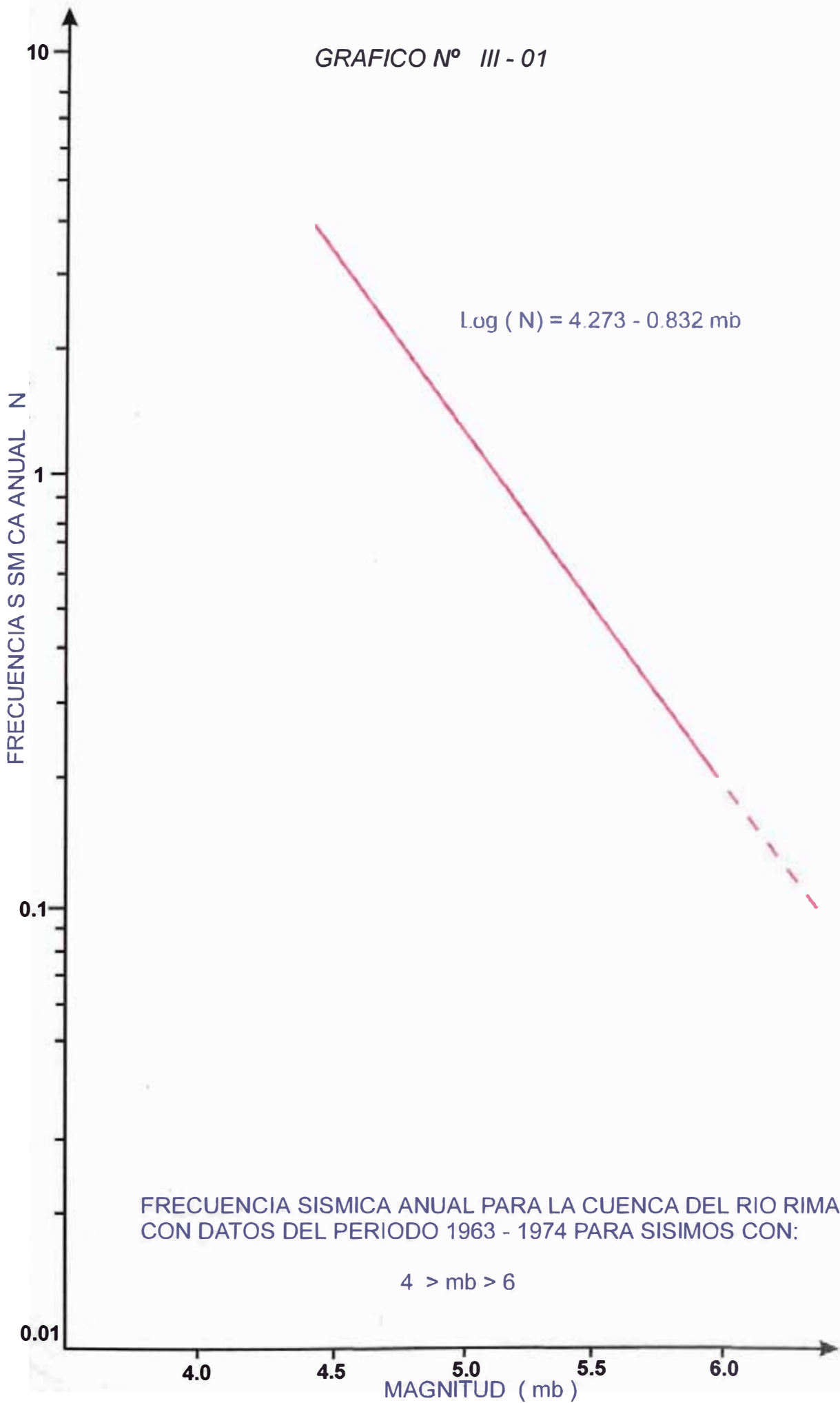
AÑO	FECHA	HORA DE ORIGEN		MAGNITUD (Grado Richter)
		HORA	MINUTO	
1990	09 FEB.	14	49	3,4
1990	11 MAR.	19	31	4,7
1990	20 MAR.	13	38	4,0
1990	16 ABR.	17	45	4,6
1990	03 MAY.	8	25	4,5
1990	20 JUL.	2	6	4,0
1990	08 AGO.	6	16	4,5
1990	09 AGO.	9	58	4,5
1990	08 SET.	7	28	4,0
1990	08 OCT.	16	2	4,7
1990	16 NOV.	4	40	3,5
1990	25 NOV.	5	24	4,5
1990	04 DIC.	6	35	4,3
1990	04 DIC.	6	57	4,2
1991	09 OCT	9	22	5,1
1992	13 FEB.	15	49	4,4
1992	21 MAR.	2	24	4,4
1992	25 ABR.	11	5	4,0
1992	29 JUL.	9	27	4,5
1992	30 AGO.	2	30	4,0
1992	06 SET.	10	41	4,0
1992	22 OCT.	28	45	4,1
1992	22 DIC.	2	41	4,0
1993	27 FEB.	9	55	4,6
1993	08 ABR.	10	15	4,2
1993	18 ABR.	4	16	5,7
1993	29 ABR.	6	4	4,4
1993	06 JUL.	5	40	4,5
1993	1 0 AGO.	16	15	4,0
1993	29 AGO.	10	42	4,0
1993	21 NOV.	18	43	4,8
1993	17 DIC.	12	38	4,2

Fuente: Instituto Geofísico del Perú- Dirección de Servicios Técnicos.

3.4.6. INTENSIDADES

Para evaluar de una manera integral la cuenca del río Rímac, Se presentan los mapas de isosistas (Gráficos 31, 32, 33). Estos fueron elaborados por el Ingenieros Silgado F. E. y Leonidas Ocola

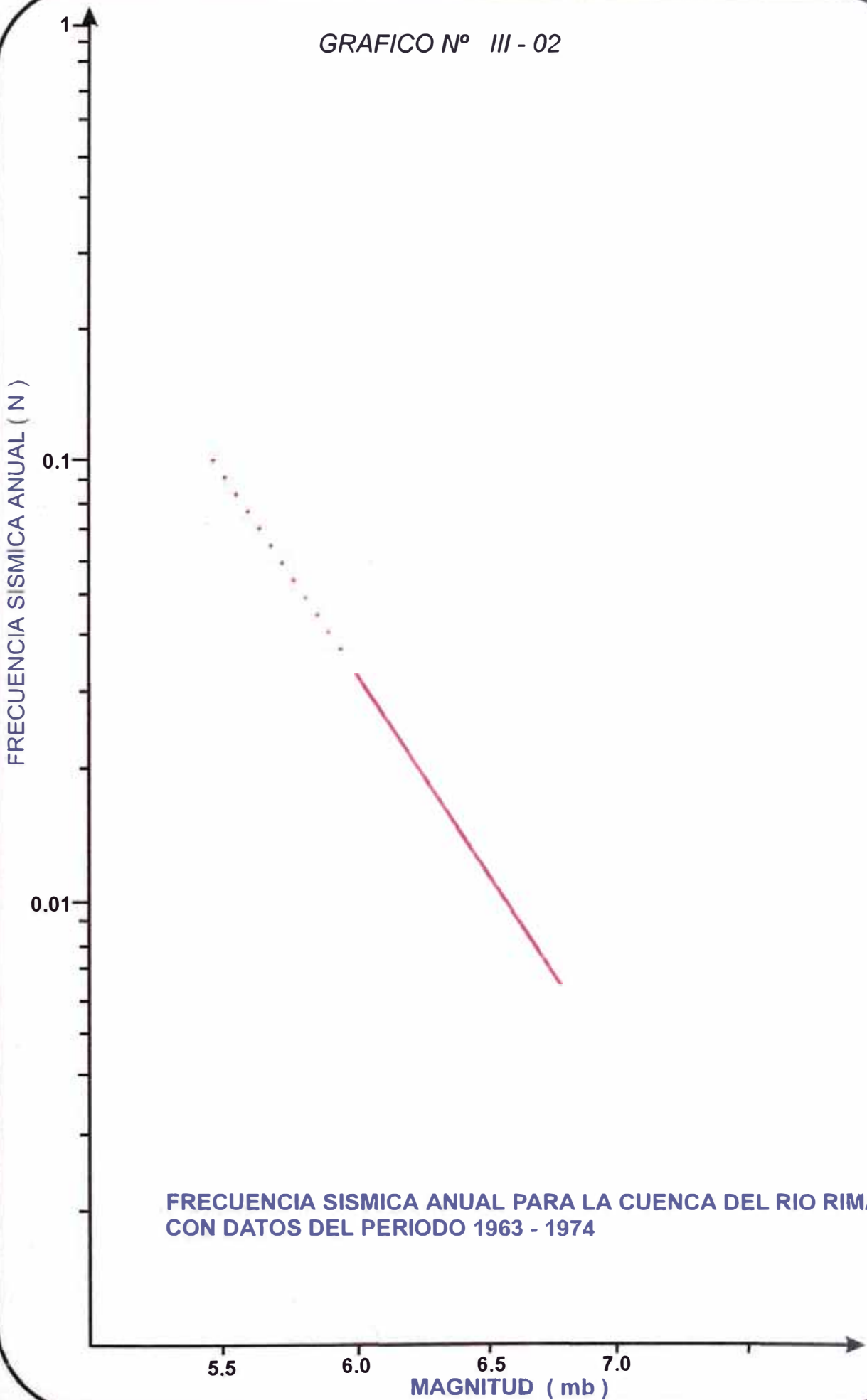
GRAFICO N° III - 01



FRECUENCIA SISMICA ANUAL PARA LA CUENCA DEL RIO RIMAC
CON DATOS DEL PERIODO 1963 - 1974 PARA SISIMOS CON:

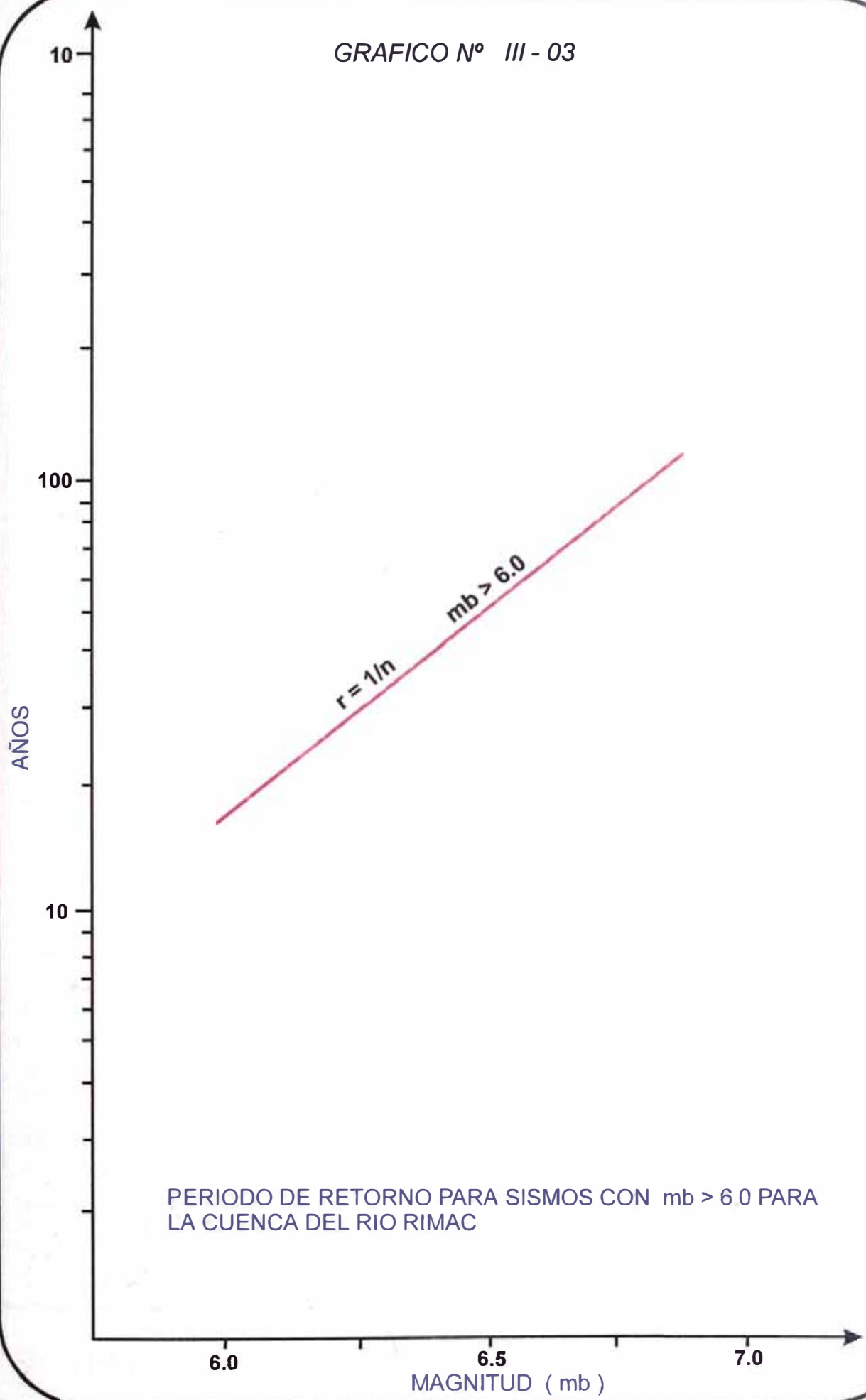
4 > mb > 6

GRAFICO N° III - 02



FRECUENCIA SISMICA ANUAL PARA LA CUENCA DEL RIO RIMAC
CON DATOS DEL PERIODO 1963 - 1974

GRAFICO N° III - 03



PERIODO DE RETORNO PARA SISMOS CON $mb > 6.0$ PARA LA CUENCA DEL RIO RIMAC

En dichos mapas se muestran las áreas de influencia y al intensidad sísmica en la escala Modificada de Mercalli (MM), que soportaron las diferentes centros poblados y zonas rurales.

LAS INTENSIDADES QUE SOPORTARON EN LOS AÑOS: ⁽¹⁾

El Terremoto del 24-05-1940 (Ver Plano N° III - 09).

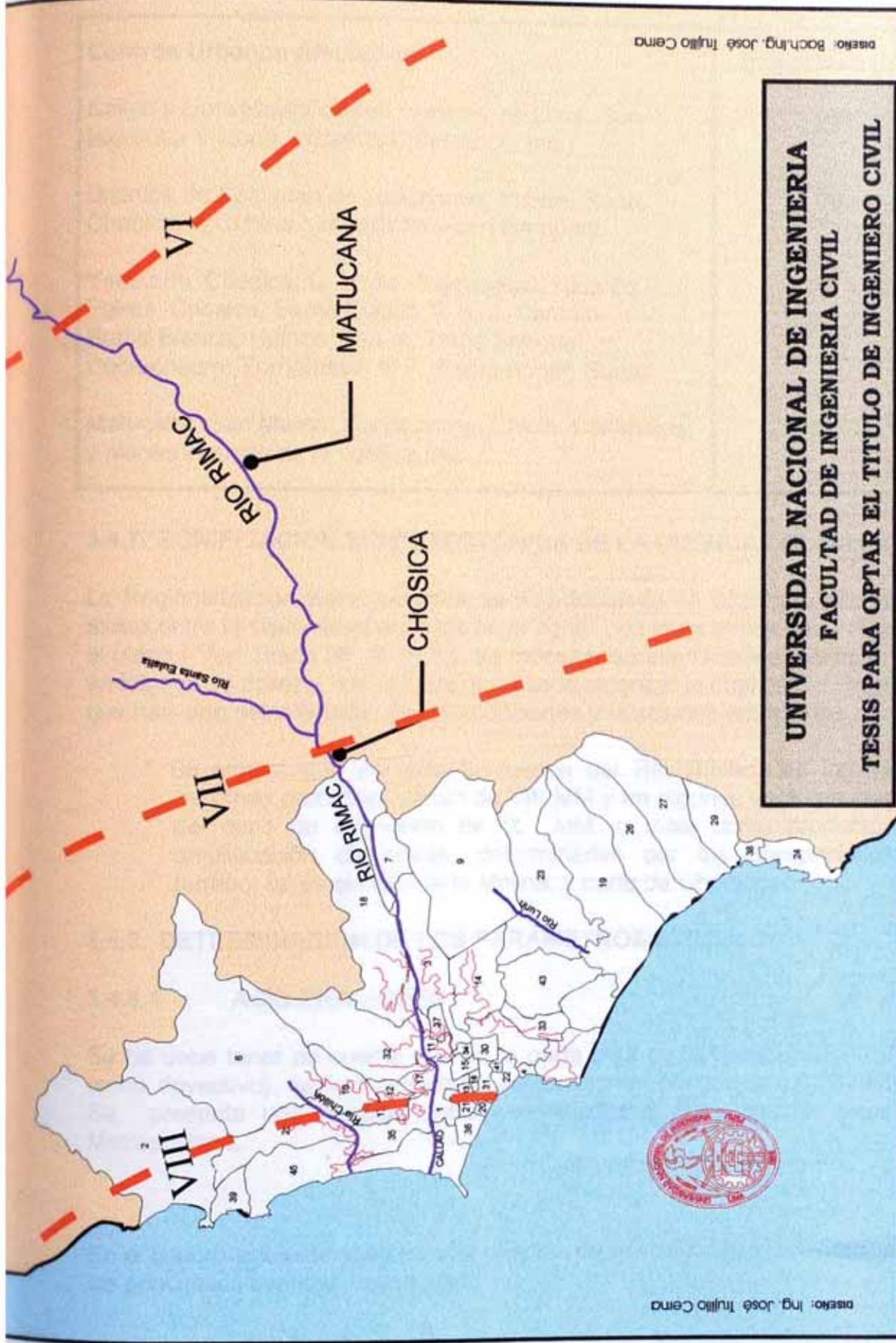
Centros Urbanos Afectados	Intensidad (MM)
Callao, Aeropuerto Jorge Chavez, Distrito de San Martín de Porres, Carmen de la Legua-Reinoso-Bellavista, Pueblo Libre, Magdalena, San Miguel.	VIII
Distritos de, Lima, Rímac, la Victoria, San Isidro, Miraflores, Surquillo, Surco, San Luis, El Agustino, San Juan de Luriancho, Vitarte, San Juan de Miraflores, Ñaña, Chaclacayo, Central Hidroeléctrica de Huampani , Yanacoto, Moyopampa, Chosica, Ricardo Palma, Santa Eulalia, Barba Blanca, La toma Sheque, Mina Colque, Carapongo, Cocrachacra, Tornamesa, Central Hidroeléctrica Pablo Boner, Surco, Matucana, La Parhua, San Mateo.	VII
Bellavista, Chicla, Casapalca, Ticllo, Las lagunas, Sacsas, Peti, Carpa, Huamparcocha y Huachugnacochoa	V

El Terremoto del 17 / 10 / 1966 (Ver Plano N° III - 10)

Centros Urbanos Afectados	Intensidad (MM)
Callao y todos los distritos de Lima Metropolitana , Vitarte, Quebrada de Jicamarca.	VII
Ñaña, Central Hidroeléctrica de Huanpani, Chaclacayo , Chosica, Ricardo Palma, Central Hidroeléctrica de Moyopampa, Santa Eulalia, Barba Blanca, Central Hidroeléctrica de J. Carosio, Huinco, Toma Cheque, Carampoma, Cocachacra,, Tornamesa, Central Hidroeléctrica Pablo Boner, Surco, Matucana, San Mateo, Chicla, Casapalca y Lagunas Sacsapet, Carpa, Huanparcocha, Huachuguacochoa.	VI

El Terremoto del 24 de Mayo de 1974 (Ver Plano N° III - 11).

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE AL IGEMMET Y EL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU



Diseno: Bach. Ing. José Trujillo Cerna

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Diseno: Ing. José Trujillo Cerna

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE MAPA DE ISOSISTAS DEL TERREMOTO DE LIMA DEL 24 - 05 - 1940 AREA CUENCA DEL RIO RIMAC		ELABORADO POR Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA	LEYENDA --- LIMITE DE ISOSISTAS VI GRADO DE INTENSIDAD ESCALA MM
		FECHA: SETIEMBRE 1997 PLANO N° III - 09	

Centros Urbanos Afectados	Intensidad (MM)
Callao y Lima Metropolitana (distritos de Lima, San Isidro, La Victoria, Miraflores, Barranco, etc.)	VIII
Distritos de San Juan de Lurigancho, Vitarte, Ñaña, Chaclcayo, Central hidroeléctrica de Huampani.	VII
Yanacoto, Chosica, C. H. de Moyopampa, Ricardo Palma, Chosica, Santa Eulalia, C.H. J. Carosio, Barba Blanca, Huinco, Casca, Toma Sheque, Cocrachacra, Tornamesa. C.H. Pablo Boner, Surco	VI
Matucana, San Mateo, Carampoma, Chicla, Casapalca, y algunas lagunas de la cuenca lata	V

3.4.7. ZONIFICACIÓN SISMOTECTONICA DE LA CUENCA DEL RIMAC

La Regionalización sismotectónica se hizo tomando en cuenta la relación que existe entre la sismicidad ocurrida en la zona con la tectónica de la región, En el plano (Ver Plano N° III - 12). se muestra las intensidades máximas (MM), en los que se aprecia los valores que puede alcanzar la cuenca del Río Rímac, que han sido determinada por las ecuaciones y relaciones entre estas.

- * Se espera que en toda la cuenca del Río Rímac, las intensidades máximas probables serían de VIII MM y en algunos sectores pequeños del cono de deyección de IX MM. o más, como producto de la amplificación de ondas, determinadas por las características del terreno, tal es el caso de la Molina, y parte de Chorrillos. ⁽¹⁾

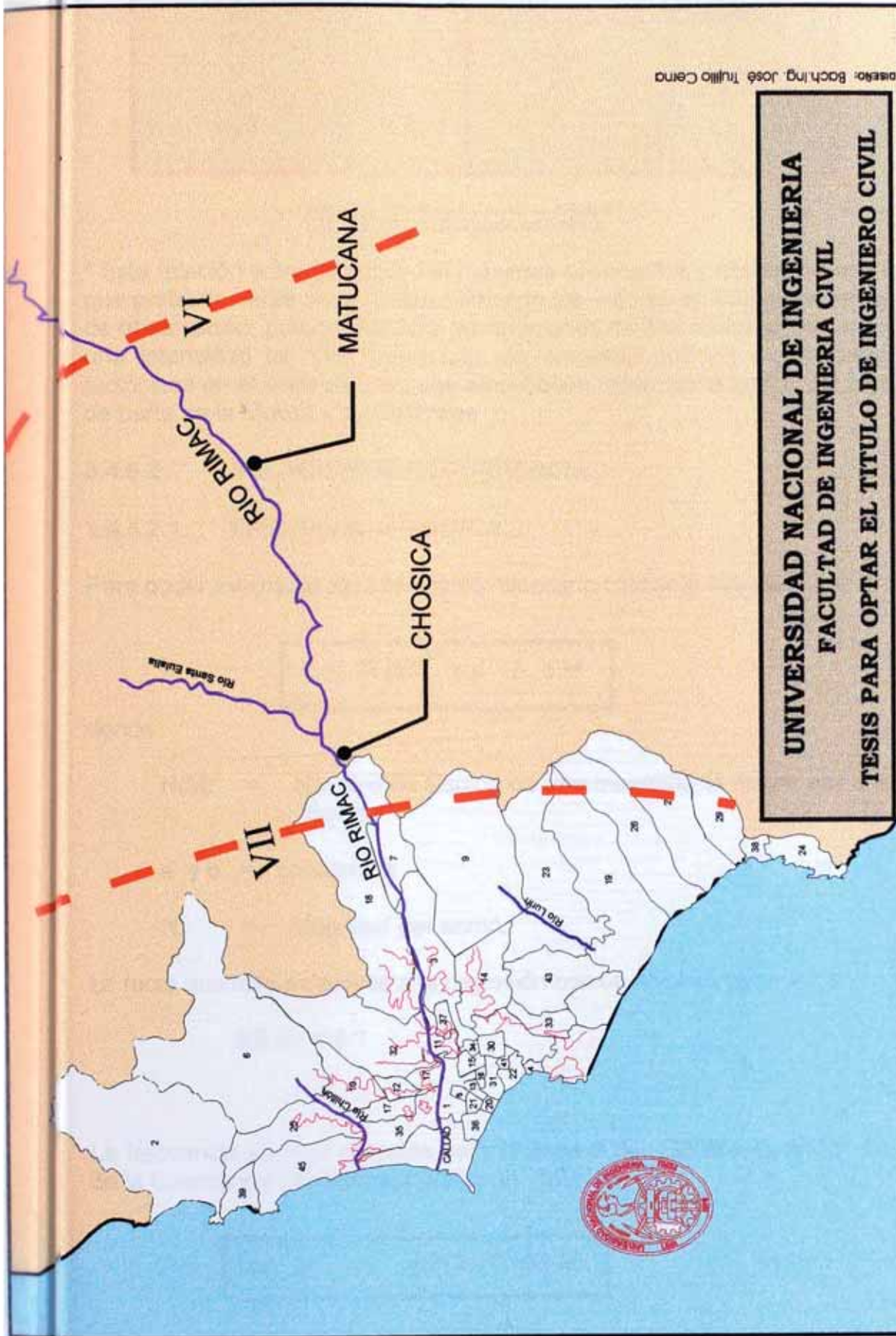
3.4.8. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS SISMOLOGICOS

3.4.8.1 ACELERACIONES

Se ha debe tener en cuenta que en la parte baja de la cuenca del Río Rímac (cono deyección), se han registrado aceleraciones por medios instrumentales. Se presenta una relación entre intensidades y aceleraciones para Lima Metropolitana.

En el cuadro siguiente muestra una relación de intensidades y aceleraciones en los principales eventos registradas.

(1) FUENTES PROPIAS, EN BASE AL IGEMMET Y EL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU



Asesor: Bach. Ing. José Trujillo Cerna

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE
 MAPA DE ISOSISTAS DEL TERREMOTO DE LIMA DEL 17 - 07 - 1966
 AREA CUENCA DEL RIO RIMAC

ELABORADO POR
 Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

FECHA: SETIEMBRE 1997
 PLANO N° III - 10

LEYENDA

--- LIMITE DE ISOSISTAS

GRADO DE INTENSIDAD ESCALA MM



INTENSIDAD	ACELERACIÓN
III	4 cm/seg ²
IV	8
V	25
VI	140
VII	460

(FUENTES PROPIAS EN BASE AL IGEMMET
Y EL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU)

* Esta relación entre intensidades máximas observadas y aceleraciones, indican que probablemente se esté subestimando los valores de intensidad en el punto de observación, puesto que para aceleraciones de 245 cm/seg², le corresponde una intensidad de VIII (Donovan); sin embargo podrían existir condiciones tectónicas en el área de Lima que amplifiquen las aceleraciones, tal es el caso de parte de la Molina y de Chorrillos

3.4.8.2. RELACIÓN DE RECURRENCIA

3.4.8.2.1. FRECUENCIA SÍSMICA.

Para poder evaluar la recurrencia es necesario utilizar la regresión lineal.

$$\text{Log. N (M)} = a \pm b M$$

donde :

N(M) = Numero de sismos de una magnitud M mayor por unidad de tiempo

a y b = constantes (1)

N = Magnitud del sismo.

La recta que más se acerca a la regresión con un nivel de recurrencia,

$$0.6 < r < 0.1$$

La frecuencia sísmica obtenida para la Zona 2 del GRÁFICO Nº III - 01, es la de la Cuenca del Río Rímac (Gráfico III - 02)

$$\text{Log N} = 4.273 - 0.832 M$$

3.4.8.2.2. PERIODO DE RETORNO

Por cálculos que continúan es la de hallar el periodo de retorno que esta definida por.

$$r = 1/n \quad \text{años}$$

Esto nos da el periodo de retorno que tienen los eventos de magnitudes iguales o mayores a ciertos valores

Para un valor determinado de mb y en cuya ecuación n es la frecuencia anual para sismos de determinada magnitud, (gráfico III - 03).

Magnitud	Periodo de Retorno
mb	r (años)
5.0	0.77
5.5	2.00
6.0	17.71
6.3	32.63
6.5	51.66
6.8	103.33

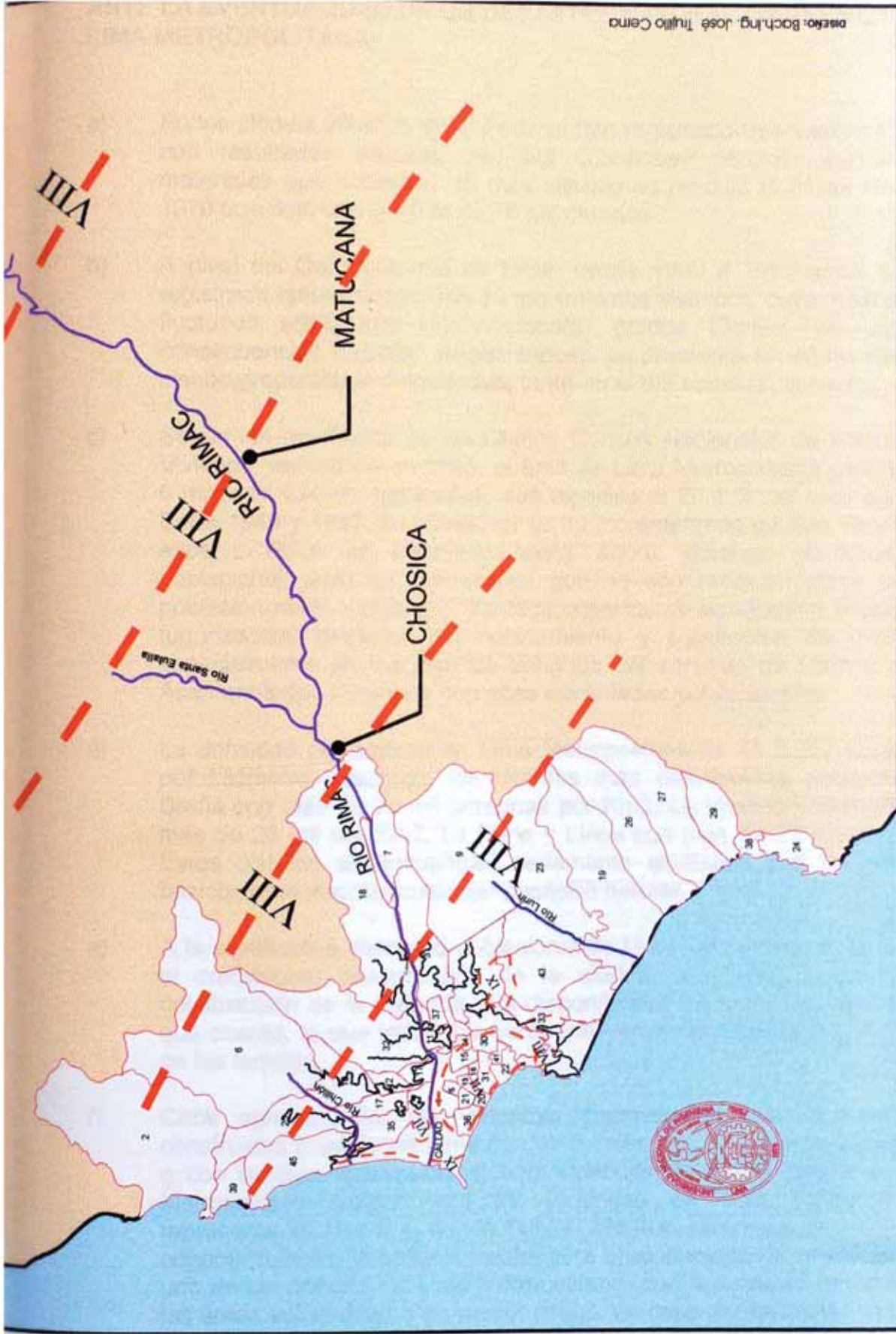
FUENTES EN BASE AL IGEMMET, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

3.4.8.3. RIESGO SÍSMICO

Se ha efectuado los cálculos correspondientes a valores de mb para la Zona del cono deyectivo del Río Rímac, este parámetro se vincula directamente con el tiempo de vida de obras de ingeniería.

mb	Años	Riesgo (%)
6.0	20	67
	50	94
	100	99
6.3	20	45
	50	78
	100	95
6.5	20	32
	50	62
	100	85
6.8	20	17
	50	38
	100	62

FUENTES EN BASE AL IGEMMET, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU



Disefio: Bach. Ing. José Trujillo Cerna

LEYENDA		LIMITE DE ISOSISTAS
		GEOMORFOLOGIA DE ROCAS
		GRADO DE INTENSIDAD ESCALA MM

ELABORADO POR	Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA
FECHA:	SEPTIEMBRE 1997
PLANO N°	III - 12

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

DISTRIBUCION DE INTENSIDADES PROBABLES EN LIMA METROPOLITANA



3.4.9 ESTIMACIÓN DE PERDIDAS HUMANAS, FÍSICAS Y ECONÓMICAS, ANTE LA EVENTUALIDAD DE UN DESASTRE NATURAL (TERREMOTO) EN LIMA METROPOLITANA ⁽¹⁾

- a) En los últimos 20 años en el Perú se han registrado tres fuertes sismos, con resultados trágicos, por las cuantiosas pérdidas humanas y materiales que hubieron. El más intenso se produjo el 31 de Mayo de 1970 que dejó una pérdida de 70 Mil muertos
- b) A nivel del Departamento de Lima, desde 1990 a 1993 años, se han registrado aproximadamente 30 movimientos sísmicos, cuya magnitud ha fluctuado entre tres (3) y cinco(5) grados Richter, sin mayores consecuencias trágicas. Registrándose, en promedio, un sismo mensual, siendo proporcional o equitativo, tanto en el día como en la noche
- c) Según los resultados de los últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda, realizados en 1993, el área de Lima Metropolitana concentra a 6 millones 434 mil habitantes, que significa el 20,4 % del total del país. Entre 1940 y 1993, su población se ha incrementado en diez veces. Su espacio físico ha permitido hasta ahora absolver el crecimiento poblacional, pero en condiciones que no son recomendables para la población en su conjunto. Es fácil observar el significativo proceso de tugurización, producto del hacinamiento y subdivisión de viviendas, especialmente en los distritos antiguos del cercado de Lima y en los Asentamientos Humanos con altas densidades poblacionales.
- d) La densidad poblacional en Lima Metropolitana es de 2,257 habitantes por kilómetro cuadrado. los distritos más densamente pobladas son Breña con más de 28 mil personas por Km², La Victoria y Surquillo con más de 26 mil por Km², La Perla y Lince con más de 21 mil personas. Estos distritos se encuentran seriamente afectados por los servicios básicos para afrontar cualquier desastre natural
- e) A la significativa densidad poblacional de Lima Metropolitana, se agrega el crecimiento desordenado de la ciudad, así como la calidad de construcción de la vivienda y la disponibilidad de servicios básicos con que cuenta, lo que indudablemente influyen en la seguridad y bienestar de las familias.
- f) Cabe agregar, que las viviendas improvisadas, es decir aquellas construidas provisionalmente con materiales ligeros (esteras, latas, etc.) o con ladrillos superpuestos, son viviendas de mayor riesgo en Lima Metropolitana existen 187,106 viviendas en esta condición que representa el 10,3% y donde habita 796,406 personas, es necesario, conocer también la calidad o estructura predominante del suelo de cada uno de los distritos de Lima Metropolitana, con la finalidad de identificar las áreas vulnerables o de mayor riesgo, en caso de desastres sísmicos, a pesar de tener viviendas con buena calidad de construcción.

(1) FUENTES PROPIAS

3.4.10. TSUNAMIS O MAREMOTOS

3.4.10.1 INTRODUCCIÓN

Son fenómenos marítimos, aunque poco frecuentes, son espectaculares por la secuela de destrucción y pérdida de vidas humanas que causan. Consisten en trenes de ondas de período largo que llegan a las costas a intervalos de 10 a 70 minutos.

Pueden alcanzar grandes alturas: unos 30 m. en litorales con contornos y batimetría desfavorables, como las bahías en forma de V o U, que concentran energía hidráulica en sus vértices. En cambio, en altamar, la altura de olas es apenas de unos decímetros y la separación entre cresta y cresta, llamada longitud de onda, puede tener desde varias decenas de kilómetros hasta unos 200 Km., y pasa sin ser percibido por los navegantes. En alta mar, el tsunami es como un acordeón extendido, y cerca a las costas como un acordeón cerrado.

Se cuentan casos de pescadores japoneses, que, al regresar de realizar su faena en altamar, se han encontrado con la sorpresa de ver sus villorrios destruidos por tsunamis. Es por esto que su nombre de origen japonés, se ha popularizado internacionalmente. En dicho idioma, Tsu, significa puerto y nami, ola. literalmente, pues significa grandes olas en el puerto; describiendo con una sola palabra la característica más importante del fenómeno: no causa daños en alta mar, pero es destructivo en las costas.

Los tsunamis han causado muchas víctimas en ciertas zonas del Pacífico como en Sanriku, Japón, donde sismos originados frente a sus costas, y la batimetría y topografía desfavorables, han generado olas de más de 20 m. sobre el nivel medio del mar, causando la muerte de 20,000 personas en 1896, y 3,000 en 1933.

El Callao, Perú, fue arrasado por un tsunani en octubre de 1746, que causó la muerte del 96% de sus habitantes, ya que de 4,800 personas, sólo se salvaron 200. El terremoto y tsunami generados frente a las costas de Chile en 1960, causaron más de 1,000 víctimas en ese país, en Hawai, Sanriku y otros lugares ubicados al otro lado del océano Pacífico.

3.4.10.2 Grandes terremotos Progenitores de Tsunamis.

Se presenta en este cuadro la relación de grandes eventos que afectaron a la cuenca baja del río Rímac, las cuales generaron Tsunamis. ⁽¹⁾

Tenemos que:

Terremoto de 1586, Julio 9 a 17.30 - 12 ° Latitud Sur

Terremoto destructor en Lima, Callao, Chancay, e Ica; produciendo un tsunami, el mar se retiró y salió hasta unos 250 metros de la orilla, en muchos lugares de la costa penetró a tierra.

(1) FUENTE INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

Terremoto de 1604, Noviembre 24, a 13 h 30 m., 18° Latitud Sur.

Terremoto y tsunami en el Sur del Perú , en el puerto del Callao el mar no se salió con tanta furia como en otras zonas, donde hizo mayor estrago fue en el Sur.

Terremoto de 1687 Octubre 20, 13° Latitud Sur.

Se presentó ese día dos terremotos destructores en Lima, Callao, Chancay y Pisco, uno a las 4.30 m. y el otro pasado las 6 h. El Tsunami se produjo a la hora y media del primer sismo. Destruyo casi todos los edificios del Callao, habiendo perecido mucha gente. Murieron como 300 personas en el Callao, desapareciendo también un pueblo de pescadores llamado Quilcay situado a 25 Km. de Lima. Los estragos fueron fuertes a lo largo de la costa entre Chancay y Arequipa.

Terremoto de 1746 Octubre 26, a 22h, 31m., 12° Latitud Sur.

Un terremoto asoló a Lima y pueblos vecinos, muriendo alrededor de 2,000 personas, fue seguido de un tsunami que desbato gran parte del litoral. En el Callao, de una población de 5,000 Habitantes, solo se salvaron unos 200 habitantes. Se relata que media hora después del terremoto el mar se erizó elevándose a gran altura e irrumpió sobre el pueblo del callao; de 23 embarcaciones que estaban ancladas en el puerto 19 quedaron sumergidas; parece que la ola marina sobrepasó los 10 metros. Probablemente la conmoción marina se extendió a través de todo el Océano Pacífico; hubo noticias que a 6 1/2 horas de la inundación en el Callao, la ola marina irrumpió con fuerza en el puerto de Concepción (Chile) y que a unos 4,000 Kms. al Norte (Puerto de Acapulco-Mexico) se varó una nave.

Terremoto de 1806, Diciembre 1, 18 horas., 12° Latitud Sur.

Fuerte temblor en Lima . A las 20 horas salió el mar en el Callao. El 2 de Diciembre a las 2.30 una ola de 6 metros de altura dejó varios buques en tierra y averiados otros.

Terremoto de 1868, Agosto 13, 13h. 45m., 18.5° Latitud Sur.

Fué un terremoto destructor en el Sur del Perú, y tsunami que causó estragos a lo largo de la costa peruana-chilena, comprendida entre los paralelos 11° a 37° de latitud sur. En el Callao, el mar agitado comenzó a retirarse aproximadamente a las 21 h., gran parte de la zona adyacente a la ribera había quedado en seco, y a las 22h 30 m. una enorme ola cubrió todas las instalaciones portuarias, naufragando varias embarcaciones menores. En Arica, olas de 12 m. de altura arrasaron con el pueblo, en general los daños fueron más intensos en toda la zona del litoral Sur del Perú y Norte de Chile.

3.4.10.3 GENERACIÓN DE TSUNAMIS Y SU CLASIFICACIÓN POR LA DISTANCIA A SU ORIGEN

Los tsunamis pueden ser generados: por sismos de origen tectónico, por grandes erupciones de islas volcánicas o por derrumbes marinos o superficiales.

La gran mayoría de tsunamis son generados por levantamientos o hundimientos de los fondos oceánicos causados por sismos de origen tectónico. Grandes extensiones del fondo oceánico, que se asume tienen forma elíptica alargada, con el eje mayor coincidente con la dirección general del sistema de fallas, actúan como un enorme émbolo levantando grandes volúmenes de agua. La energía así transmitida desde la litósfera a la masa de agua se irradia en todas direcciones. A diferencia de las olas generadas por los vientos que sólo mueven partículas superficiales, los tsunamis remueven masas de agua profundas.

Aunque en un porcentaje mucho menor, los tsunamis pueden ser también generados por grandes erupciones de islas volcánicas como el caso del Cracatoa, en Indonesia, que causó unas 30,000 muertes.

La mayoría de los tsunamis son:

de origen cercano, cuando se generan desde decenas hasta unos pocos centenares de kilómetros del punto de observación; y

de origen lejano o transoceánicos, si el tsunami se genera a miles de kilómetros de distancia; muchas veces al otro lado de los océanos

3.4.10.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS TSUNAMIS

Por tratarse de trenes de ondas marinas, se pueden caracterizar por su período, altura de onda, longitud de onda y velocidad de propagación, que son atributos comunes a ellas.

Período: T , se define como el tiempo que transcurre entre el paso de dos ondas sucesivas por un mismo punto de observación. Para tsunamis de origen cercano, el período es de unos 7 a 30 minutos; y para los de origen lejano, entre 30 a 70 minutos.

Altura de onda: H , es la distancia vertical entre el seno o valle y la cresta, mientras el tsunami se dirige a tierra.

Longitud de onda: L , es la distancia que separa a dos crestas sucesivas. Se estima que la longitud de onda inicial es aproximadamente igual a la dimensión mayor del área dislocada.

Velocidad de propagación: V . La velocidad de propagación del tsunami es igual a:

$$V = gh..$$

donde:

V = Velocidad, en m/seg

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m/seg²),
constante.

h = Profundidad del océano, en metros.

Puede observarse que la velocidad de propagación del tsunami es función solamente de la profundidad del sector del océano por el cual viaja. Por ejemplo, un tsunami que atraviesa una parte del océano donde la profundidad es de 4,000 m, tendrá una velocidad de 200 m/seg o 720 Km /H. Si asumimos como profundidad promedio del océano Pacífico la mitad de la profundidad máxima que es 11,022 m., es decir, 5,511 m., el tsunami viajaría a 837 Km /H, velocidad similar a la de un avión jet

Si se considera la ruta de propagación del tsunami conformada por tramos de profundidad constante (escalones), es posible calcular el tiempo de viaje con acertada precisión. Se puede realizar este cálculo resolviendo gráficamente la duración de propagación de ondas, o mediante métodos numéricos, basados en la aplicación de la teoría de elementos finitos y empleando computadoras electrónicas.

Como la velocidad del tsunami es mayor en un mar profundo que en un mar superficial, cuando el tsunami viaja en un mar de profundidad variable, la dirección de propagación gira gradualmente hacia la zona menos profunda. Este fenómeno se denomina «Refracción de ondas», y en su tratamiento se aplica la Ley de Snell, de la Óptica

ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE LLEGADA A LA COSTA DE UN TSUNAMI DE ORIGEN CERCANO

El tiempo de llegada de la primera ola a la costa, es el lapso que transcurre entre el sismo, sentido en el lugar de observación, y la llegada de la primera ola del tsunami a ese punto. Este dato es básico para planificar la evacuación, pues es el tiempo que se dispone para retirar a la población de la zona inundable.

El método más directo y simple para estimar dicho tiempo es mediante cálculos gráficamente. Asumiendo que el tsunami se origina por el levantamiento o hundimiento de un émbolo de forma elíptica, cuyo tamaño depende de la magnitud del sismo; desde el borde de dicha elipse, se calcula los frentes de ondas espaciadas 1 minuto, hasta que estas curvas, llamadas de refracción, llegan a la costa. El mínimo tiempo, o sea la condición más crítica, se obtiene

si se ubica el centro de la elipse justo frente al punto de interés. Para el Callao, los cálculos según este método indican un tiempo de 25 minutos.

Estudios de informaciones históricas también proporcionan valiosos datos. Por ejemplo, el sismo del 28 de octubre de 1746 ocurrió a las 10:30 p.m., y la primera ola llegó al Callao a las 11:00 p.m., es decir el tiempo fue de 30 minutos.

Cuando se tienen instalados instrumentos en la costa, en el mareograma queda marcada la hora de ocurrencia del sismo, así como la hora en que el nivel del mar comienza a elevarse o descender de manera continúa, indicando que la primera ola ha llegado. Por simple diferencia se puede obtener el tiempo de llegada de la primera ola. En el mareograma, obtenida en La Punta - Callao el 3 de octubre de 1974, se puede observar que la marca del sismo es a las 9h 21 m, y la primera ola arribó a las 9h 42m, lo que da un tiempo de viaje de 21 minutos.

Con estos resultados se ha planificado el plan de evacuación de la zona del Callao.

ALTURA DE OLA EN LA COSTA Y RUN-UP

Mientras el tsunami viaja en alta mar, lejos de las costas, la altura de ola está dada por la diferencia de nivel entre el valle y cresta. Pero, al llegar a la costa, desde el punto de vista práctico, lo importante es la altura que el tsunami alcanza sobre el nivel medio del mar. El viaje del tsunami no se interrumpe en la orilla sino que penetra en tierra, avanzando todo lo que las condiciones topográficas y de fricción del suelo de la zona le permitan. Se conoce como Run-up la cota topográfico máxima (referida al nivel medio del mar) alcanzada por la inundación.

MAGNITUD DEL TSUNAMI

La magnitud de un tsunami se mide por la altura máxima de la ola y la destrucción que causa en la costa. Se incluye a continuación la escala propuesta por el profesor Imamura, quien la dedujo observando los efectos de tsunamis en las costas japonesas; sobre todo en Sanriku, donde debido a la desfavorable combinación de batimetría y topografía, las olas son excepcionalmente altas. Por esta razón, para la costa occidental de Sudamérica y Centroamérica la escala es aplicable con reserva, debiéndose tener muy en cuenta las condiciones locales, en lo referente a altura máxima de la ola.

MAGNITUD DEL TSUNAMI (SEGÚN IMAMURA)

MAGNITUD DEL TSUNAMI (m.)	ALTURA MÁXIMA DE LA OLA (m.)	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS
0	1 a 2	No se producen

1	2 a 3	Se inundan las casa. Las de madera sufren daño
2	4 a 6	Botes arrastrados y/o destruidos Edificaciones de madera, embarcaciones y personas son arrastradas
3	10 a 20*	Graves daños a la largo de la 400 Km. de costa
4	Más de30*	Graves daños a la largo de más de 500 Km. de costa

*. Estas alturas se alcanzarían si se tienen aguas profundas cerca de la costa, y los vértices de bahías en forma de U, V, W

FACTORES QUE AFECTAN LA MAGNITUD DEL TSUNAMI

La magnitud del tsunami, y por lo tanto su poder destructivo, dependen de varios factores:

Magnitud del sismo y su profundidad focal

Es raro que sismos de magnitud menor que 7, y profundidades focales mayores que 50 Km produzcan tsunamis destructivos. La magnitud de un tsunami se relaciona mejor con el momento sísmico.

Área de la corteza terrestre que se disloca en el fondo del mar

Esto depende de la velocidad de dislocación y de la manera en que se deforma el fondo oceánico: una zona extensa a la vez, o progresivamente.

Ruta de propagación del Tsunami

Es decir el efecto de la batimetría del fondo oceanico, cuyos accidentes pueden constituir obstáculos o causar la convergencia de la energía de las ondas. Por ejemplo en el Río Rímac tiene su cauce natural y por ahí el Tsunami se encausará y avanzará rápido y prácticamente sin perdida de energía por fricción, llegando con gran violencia a la orilla.

Variación direccional

En Japón se ha podido observar que influye de manera importante en la altura de la ola en tsunamis de origen cercano, el ángulo que forma el eje de la bahía con respecto a la dirección de origen del tsunami Los efectos son mayores en las bahías que se abren directamente hacia el origen del tsunami.

Configuración de la bahía

configuración de la bahía modifica la altura del tsunami, elevándola considerablemente si se trata de bahías que se angostan en forma de U, V o W en zonas de costas altas.

Topografía de la zona inundada

Si el terreno tiene poca pendiente y no presenta accidentes, el tsunami invade la zona de manera más o menos uniforme. Con mayor o menor violencia si se trata de tsunamis de período corto o largo, respectivamente. Conforme se incrementa la pendiente del terreno, disminuye tanto la altura de ola como su velocidad de propagación; pero cuando la masa de agua vuelve al mar tiende a ganar velocidad, causando fuerte erosión. Si hay franjas de terreno de bajo nivel quedan frente al mar, por ejemplo la desembocadura de un río seco, el tsunami se canaliza a través de ellas, pudiendo avanzar grandes distancias tierra adentro.

INFLUENCIA DE LAS MAREAS EN LA ALTURA DE LA OLA

Las mareas son movimientos periódicos y alternativos de ascenso y descenso del mar (pleamar y bajamar, respectivamente), producidos por la atracción gravitacional que sobre la Tierra ejercen el Sol y la Luna principalmente, y también, por la aceleración de su rotación. Las mareas de mayor altura (Sicigias) se producen en Luna llena y Luna nueva, cuando el Sol y la Luna entran en conjunción, es decir, se ubican en el mismo cuadrante, sumándose los efectos de atracción de ambos astros sobre la masa de agua.

Las mareas pueden ser diurnas, si hay una pleamar por día, y semi-diurnas si son 2 picamares cada 24 horas. En el litoral peruano ocurre el segundo caso, y las mareas altas se inician en el Norte, Talara, y se propagan hacia el Sur, llegando a Ilo en, unas 4 horas.

El nivel del mar, al momento del tsunami influye en la altura de la ola tanto, en la extensión de la inundación y daños provocados. Por ejemplo, el registro del mareógrafo de La Punta correspondiente al tsunami del 17/10/1966, muestra que al llegar éste a la costa y durante las 4 horas siguientes la marea era alta. Durante este tiempo arribaron la 5ta. y 6ta. olas que fueron las de mayor altura; la 6ta. saturó el límite de registro del mareógrafo, superando los 4 m, s n m.m. En cambio, el tsunami del 3/10/1974 arribó a la costa cuando la marea descendía, y la ola de mayor altura sobre la marea (unos 3 metros) se produjo cuando el nivel del mar estaba casi un metro por debajo de su nivel medio, así, la altura máxima de ola de este tsunami fue de solo 2 m. s n.m.m.. Si la marea hubiera tenido si no contrario (+1), la ola hubiera tenido 4 m. s.n.m.m. y hubiera causado daños.

DELIMITACION DE LAS ZONAS INUNDABLES

El comportamiento en tierra de los tsunamis es bastante complejo, porque influyen sobre él varios factores que se conjugan de diversos modos. Sin embargo, la batimetría y sobre todo, la topografía, son informaciones básicas que permiten delimitar las zonas inundables con cierto nivel de confianza.

En este sentido, las observaciones efectuadas en Japón, Hawai, Alaska y California sobre zonas inundadas por tsunamis aportan valiosas experiencias. En los lugares mencionados, en muchas ocasiones, las zonas inundadas han coincidido con la curva topográfica cuya cota es aproximadamente igual a la altura de ola del tsunami en la costa. Por ejemplo, Miigoon indicó que el tsunami de Alaska de 1964 tuvo en Crescent City, California, una altura máxima de 6 m. s.n.m.m. a lo largo de apreciable longitud de costa, y que la línea de inundación máxima producida por el tsunami (Run-up) siguió generalmente la línea topográfico de esa elevación.

De lo anterior puede concluirse que, un estimado inicial de la zona inundable por el tsunami abarca hasta la cota del terreno cuya altura es igual a la altura de ola en la costa. Pero este cálculo debe ajustarse, por efectos de la pendiente del terreno y la posible convergencia o divergencia del frente de onda causada por la topografía.

En costas rectas, de pendiente uniforme y con poca rugosidad del suelo, en general se asume que la altura de ola decrece en 1 % Es decir, por cada 100 mts. que avanza horizontalmente, pierde 1 m. de altura. Por ejemplo, si la ola tiene en la costa 6 m de altura, ella penetrará 600 m. tierra adentro.

Si el suelo es muy rugoso o presenta muchos obstáculos como árboles y construcciones, se acostumbra a considerar 2% de reducción. Hay que tener especial cuidado con zonas bajas que penetran gran distancia tierra adentro; como el lecho de un río seco, por donde el agua puede avanzar grandes distancias.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO HISTÓRICO DE LOS TSUNAMIS

El registro histórico, vale decir la recopilación de documentos y depuración de relatos de tsunamis ocurridos y que afectaron a poblaciones costeras, constituye un arma muy útil para evaluar los posibles efectos que un futuro tsunami puede ocasionar en dichos lugares, y para orientar los pensamientos y acciones de los pobladores, antes y después de que ocurra cada evento. Desde el punto de vista de la protección de la población y planificación urbana, esto último es singularmente importante.

El registro histórico proporciona algunas veces:

El tiempo de llegada de la primera ola a la costa

La altura de ola, y el registro de los límites de las inundaciones y los tipos de construcciones que fueron destruidas, para algunas localidades; asimismo,

La magnitud de los sismos tsunamigénicos ocurridos en la zona, los epicentros de dichos sismos, y la profundidad focal de los mismos.

En consecuencia, es posible estimar:

- La zona sísmicamente activa y potencialmente tsunamigénica
- Las características de los sismos tsunamigénicos que ocurren en ella
- El tiempo mínimo de llegada
- La altura máxima de ola, y los tipos de construcciones que tienen características resistentes a los tsunamis, y las que deben proibirse, como las edificaciones de madera sin anclaje a la cimentación, que son fácilmente arrastradas y destruidas

3.4.10.4 PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONTRA TSUNAMIS

Las poblaciones y bienes materiales ubicados en las zonas inundables por tsunamis pueden ser protegidos mediante:

- Planes de emergencia, cuyo componente más importante está constituido por las evacuaciones, que deben ser ensayadas periódicamente.
- Plan de uso del suelo, evitando que las zonas inundables sean dedicadas para utilidad urbana.

Para planificar estas medidas de protección es necesario dos informaciones básicas:

- Tiempo de llegada de la primera ola, que es el período que se dispone para que la población abandone el área inundable, y
- Delimitación de la zona inundable que indica el área geográfica que debe ser abandonada al darse la alarma contra tsunamis; y la zona que no debe utilizarse con fines urbanos, sino para recreación y actividades compatibles con la vida marina.

En lo que se refiere al tiempo disponible para la evacuación, se pueden presentar 2 casos:

- Tsunamis de origen lejano.
- Tsunamis de origen cercano.

En el primer caso, se dispone de varias horas para evacuar las zonas de inundación; y en el segundo, de unos pocos minutos; en general, entre 10 y 30 minutos. Las organizaciones internacionales han prestado gran atención al primer caso, mientras los segundos deben ser afrontados por los propios países interesados. En el presente siglo las costas de Centro y Sudamérica no han sido afectadas por tsunamis importantes de origen lejano, pero sí por varios

eventos de origen cercano. Por estas razones en lo que sigue se verá con mayor detalle el segundo caso.

3.4.10.4.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA TSU AMIS DE ORIGEN LEJANO

Existe una red sismológica internacional, con la mayor parte de los instrumentos instalados alrededor del Océano Pacífico, que determinan: magnitud, coordenadas del epicentro y profundidad focal; datos que sirven para estimar si el sismo es potencialmente tsunimigénico o no.

También existe una red de mareógrafos distribuidos en todo el Pacífico que registran los tsunamis, pudiéndose así monitorear el avance del frente de ondas y la sobreelevación del nivel del mar.

El manejo de las 2 informaciones anteriores, que se realiza en el Centro Internacional de alerta contra tsunamis, con sede en Honolulu, Hawaii, permite decidir la alerta. Si tienen posibilidades de ser destructivos, los lugares que pueden ser inundados, son alertados por radio por el Sistema de Alarma de Ondas Sísmicas Marinas, SSWWS, por sus siglas en Inglés, Seismic Sea Waves Warning System.

Cada país ribereño tiene su propio sistema de alerta y alarma para el manejo de la información que le llega, y la determinación de medidas de protección de su población.

En el caso del Perú, la información es recibida en el Aeropuerto Internacional Lima-Callao, que tiene su telex, radio y teléfono abierto las 24 horas del día. La información es retransmitida a la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV), que está conectado a CORPAC vía teletipo, teléfono, fax y teléfono magnético. HIDRONAV, a su vez se comunica a través de la Dirección de Comunicaciones Navales. Con todas las Capitanías del litoral, ésta dirección está además conectada con el Instituto Geofísico del Perú, y con el Instituto Nacional de Defensa Civil, quien comunica la alerta a las autoridades civiles.

Tanto HIDRONAV como INDECI tienen sus propios sistemas de comunicación. El primero a través de sus 17 capitanías de puertos, en 5 de cuyas sedes hay instalados mareógrafos, y el INDECI a través de las 3 regiones de Defensa Civil que tienen litoral. Es recomendable que se implemente un sistema para alertar a los numerosos balnearios y caletas a lo largo de la costa peruana que no llegan los sistemas de comunicaciones mencionados.

En los tsunamis de origen lejano, los pobladores no sienten el terremoto, que es señal de alarma para los tsunamis de origen cercano. Por esta razón, en los planes de evacuación para tsunamis de este tipo es necesario indicar claramente a la población cómo se hará conocer la alarma, y estar seguros que es de pleno conocimiento de las personas que viven en las zonas inundables.

3.4.10.4.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA TSUNAMIS DE ORIGEN CERCANO

Por el corto tiempo que se dispone para evacuar las zonas inundables por tsunamis, sobre todo en los puntos más cercanos de la costa al epicentro del sismo tsunamigénico, es necesario diseñar un plan de emergencia eficaz para retirar a la población amenazada en el menor tiempo posible.

En la costa occidental de Sudamérica, en Chile y la parte sur del Perú, la plataforma continental es angosta. La zona con fuerte pendiente comprendida entre el borde de dicha plataforma y la fosa submarina, es donde en general se ubican los epicentros de los sismos tsunamigénicos; por lo que la fuente de generación del tsunami se ubica muy cerca a la costa. Por observaciones, así como cálculos efectuados en dichas costas, el tiempo de evacuación para tsunamis de origen cercano, que es el tiempo que transcurre entre la sacudida sísmica y la llegada de la primera ola del tsunami a la costa, es de unos 10 minutos, como ocurrió en mayo de 1960.

La primera ola del terremoto de marzo de 1985 de magnitud Richter 8.2, ocurrido frente a las costas centrales de Chile, llegó al punto más cercano de la costa en sólo unos 2 minutos, pero la ola fue de poca altura y no causó daños. Existe una relación, hasta ahora lamentablemente desconocida, entre la profundidad oceánica de la zona perturbada y la magnitud del tsunami. Aparentemente el tsunami generado por dicho sismo ocurrió en aguas poco profundas cercanas a la costa, por lo que el tsunami fue pequeño. A falta de estudios especiales, se podría planificar la evacuación de la población amenazada en las costas mencionadas para unos 5-10 minutos.

En la costa central del Perú donde se ubica Lima-Callao, la plataforma continental es más ancha que en la parte sur del país y que en Chile. El tiempo disponible para la evacuación es de unos 20-30 minutos.

3.4.10.5 PLANES DE EMERGENCIA

Los planes de emergencia o de contingencia tienen por objetivo proteger a la población cuando se produce el desastre. Para lograr este objetivo se requiere de una planificación sistemática y su cuidadosa implementación, asumiendo diferentes escenarios para que se pueda actuar de manera flexible, ya que los eventos naturales extremos que conducen a situaciones de desastre no siempre producen los mismos efectos. Esto puede deducirse de los tsunamis que han afectado el Callao en 1586, 1604, 1687, 1746, 1806 y 1966. En estas ocasiones el mar penetró diferentes distancias, causando diferentes tipos y grados de daños. El más devastador fue el de 1746. Se está trabajando, con la hipótesis que ese fenómeno pueda repetirse en el futuro.

La preparación para hacer frente a los desastres requiere pues de una cuidadosa y sistemática preparación; siendo la educación un componente muy importante.

3.4.10 PLAN DE EVACUACIÓN PARA CASOS DE TSUNAMIS

El tiempo que se dispone en el caso de tsunamis, hace que la medida más efectiva para proteger a la población sea evacuarla de la zona inundable.

Los datos básicos, ya comentados anteriormente, para preparar un plan de evacuación son:

Tiempo de llegada de la primera ola, y
Límites de la zona inundable y altura que alcanza en tierra (run-up).

Con estas informaciones se pueden obtener datos complementarios que son importantes para diseñar un buen plan de evacuación, tales como:

Zona(s) de refugio, que debe ubicarse a una altura superior a 2 veces la que alcanzaría el tsunami en tierra.

Rutas de evacuación que son vías que permiten trasladarse de la(s) zona(s) inundable(s) a la(s) zona(s) de seguridad incluyendo los refugios preseleccionados.

Datos sobre la población que será evacuada.

Identificación y ubicación de las instalaciones críticas dentro de la zona inundable.

3.4.10.7 SIMULACRO DE EVACUACIÓN DE ZONAS INUNDABLES DEL CALLAO ⁽¹⁾

3.4.10.7.1 ALTURA DE LA OLA

Según los cálculos efectuados, en el Callao, los tsunamis alcanzarán unos 6 a 7 metros de altura sobre el nivel del mar, en cuanto a el cauce del río Rímac estas olas entrarán más al fondo y con mayor altura por que dicho cauce esta bien definido y tiene menor cota que los terrenos aledaños. El Tsunami del 28 de octubre de 1947 que destruyó la ciudad y causó 4800 víctimas, tubo una altura de 6 metros.

3.4.10.7.2 ZONA DE INUNDACIÓN

En el gráfico se presenta el mapa del Callao, con límite de inundaciones obtenido mediante los cálculos y parámetros descritos anteriormente. El maremoto de 1746 llegó hasta la esquina de la Av. Grau (ex-Buenos Aires) y Cochrane donde existe el mascarón de proa de un barco que varó en ese lugar. En el gráfico puede notar que el límite de inundación calculada pasa muy cerca de esa esquina. Es por lo tanto falso que el tsunami de 1746 llegó hasta La Legua. (Ver Plano N° III - 13).

3.4.10.7.3 SEÑAL DE ALARMA

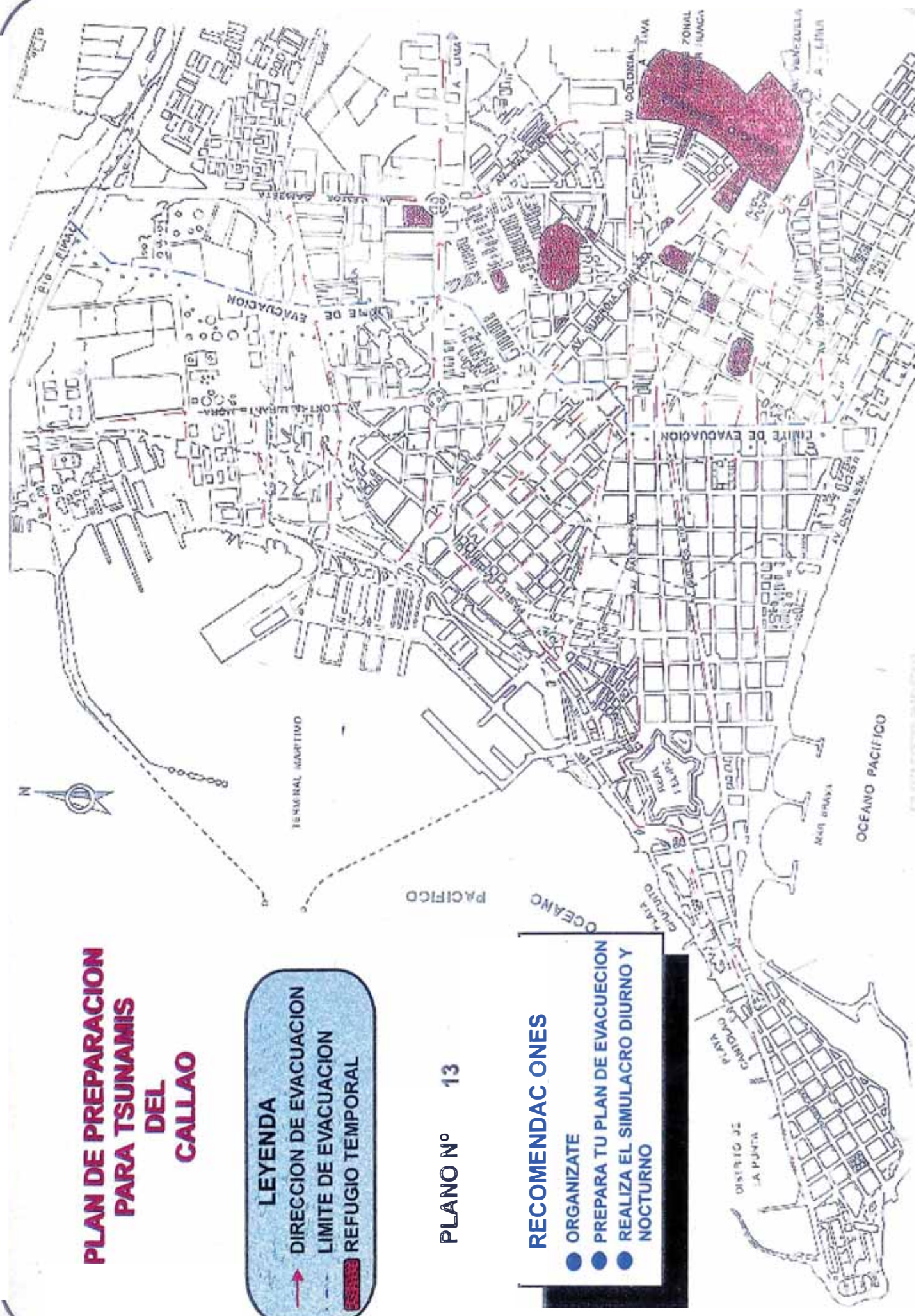
(1) FUENTE INDECI

PLAN DE PREPARACION PARA TSUNAMIS DEL CALLAO

LEYENDA
 DIRECCION DE EVACUACION
 LIMITE DE EVACUACION
 REFUGIO TEMPORAL

PLANO N° 13

- RECOMENDACIONES**
- ORGANIZATE
 - PREPARA TU PLAN DE EVACUACION
 - REALIZA EL SIMULACRO DIURNO Y NOCTURNO



Los tsunamis son generados por sismos de gran magnitud, es decir por aquellos que liberan mucha energía. Para el Callao el tsunami más destructivo es el que tiene origen frente a sus costas, generado por un terremoto que provocaría altas intensidades, VII o más en la escala de Mercalli Modificada. Si ocurre un sismo con estas características, este puede generar un tsunami y dispóngase a desplazarse a zonas seguras o refugios, señal que será complementada por otro tipo de alarmas difundidas por el Comité Provincial de Defensa Civil del Callao.

3.4.10.7.4 REFUGIOS

Se han escogido dos tipos de refugios: (Ver Plano N° III - 13).

Refugios de Emergencia.- Son edificios de 4 ó más pisos de altura ubicados en las zonas inundables, donde se refugiarán personas que no han podido abandonar a tiempo la zona de inundación. (Madres con varios hijos, ancianos, inválidos etc.). Antes de refugiarse en algún edificio, verifique que el sismo no le ha causado daños a las columnas, vigas y pisos de los primeros pisos.

Refugio Temporal.- Son instalaciones ubicadas fuera del área de inundación donde se albergará a los evacuados. Para el Callao se ha seleccionado el " Complejo Yahuar Huaca " constituido por el parque zonal del mismo nombre, el colegio General Prado, el Policlínico del Instituto Peruano de Seguridad Social y el hospital San Juan de Dios. Vale la pena recordar que el virrey José Manso de Velazco fundó el nuevo Callao en 1747, después del maremoto de 17746, en lo que hoy es Bellavista, donde se ubica el refugio arriba mencionado.

3.4.10.7.5 RUTAS DE EVACUACIÓN

Son las vías que permiten evacuar desde las zonas inundables hacia las zonas de seguridad. La característica más importante que deben tener es ganar altura lo más rápido posible (Ver Plano N° III - 13).

Las vías principales de evacuación, tienen además un ancho suficiente, de tal manera que la caída de construcciones no bloquee los carriles vehiculares. El lado derecho saliendo de la zona de inundación se mantiene como vehiculares, mientras que el lado izquierdo será utilizado como una vía peatonal.

Las vías principales de evacuación son las avenidas Grau, Saenz Peña y Guardia Chalaca.

3.4.10.7.6 TIEMPO DISPONIBLE PARA EVACUAR EL ÁREA INUNDABLE

Los Estudios efectuados indican que la primera ola del tsunami, que no es la más alta, llegaría entre 20 y 30 minutos, después que ocurrió el terremoto.

Disponen por lo tanto de unos 25 minutos para trasladarse a un refugio de emergencia o evacuar a la zona no inundable o mejor hacia el refugio temporal.

Después de llegarán olas altas cada 10 a 20 minutos siendo la más destructivas la 3ra. a la 6ta.

El mar permanecerá fuertemente perturbado por unas 6 a 10 horas Durante ese tiempo no baje de su refugio de emergencia. tenga consigo un radio portátil y espere instrucciones para su rescate.

3.4.10.7.7 ENSAYOS DE EVACUACIÓN

Los tsunamis destructivos son fenómenos infrecuentes, sólo algunos sismos lo generan. Sin embargo el Callao ha sido destruido por tsunamis el 20 de Octubre de 1687 y el 28 de Octubre de 1746. Como se sabe cada 28 de Octubre, el Señor del Mar sale en Procesión en hombros de los chalacos rogándole que dicho fenómeno no se repita.

Se presenta la información básica sobre las características que tendrán los tsunamis en el Callao. En base a esos datos prepare el plan de evacuación para su familia bajo dos hipótesis: Que ocurra de día y que ocurra de noche y que se produzca corte de luz.

En primer lugar prepara el plan de evacuación desde su casa hasta un sitio abierto en donde no esté expuesto a ser aplastado por un edificio que colapse, la caída de objetos o ser atropellados. Ensaye varias veces su plan.

Luego prepara el plan de evacuación hacia el refugio de emergencia, un edificio alto (más de cuatro pisos) y sismoresistente, ubicado cerca de su casa.

Finalmente prepara el plan de evacuación hacia la zona de seguridad, fuera de la zona inundable, escoja la vía de evacuación mas conveniente para su caso Ensaye varias veces la evacuación, procure llegar hasta el parque Yahuar Huaca.

Bajo la responsabilidad del (a) Director (a), cada centro educativo ubicado en zona inundable deberá:

- organizar un comité de evacuación
- Preparar plan de evacuación desde el interior del local, hacia el exterior y desde este último punto hasta el refugio temporal, de acuerdo a las directivas antes mencionadas
- Evaluar los resultados de los simulacros, cuyo informe deberá elevar a su respectiva unidad de servicios educativos.
- Un caso similar se tendrá que hacer para las fabricas, comercios e instituciones que concentren público.

3.5 CONCLUSIONES

El estudio de la cuenca del río Rímac y sus subcuencas, es de vital importancia, porque dentro de su ámbito de influencia se ubican centros poblados, terrenos de cultivo, proyectos, obras de ingeniería y todo tipo de infraestructura necesaria para la subsistencia del hombre, que son los que sufren las consecuencias de la ocurrencia de los fenómenos naturales o inducidos por el hombre, ya sea en forma leve o catastrófica, que a su vez condicionan el tipo de diseños para las obras, o también en la parte técnica, económica o político

La Cuenca del Río Rímac es la más intensamente explotada del país, encontrándose la ciudad de Lima localizada dentro de sus límites, con una población de 7'259,307 de habitantes, así como los más importantes asentamientos industriales y mineros y cinco de las centrales hidroeléctricas más grandes del país, además de contar con cierta extensión de tierras de cultivo destinadas a la explotación agrícola.

Excepcionalmente, con la aparición acíclica y más recurrente del fenómeno del Niño, se agravan los problemas de geodinámica en la cuenca, con consecuencias difíciles de pronosticar y en algunos casos, de carácter catastrófico.

En la parte hidráulica se realizó el análisis y la evaluación de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Río Rímac, haciendo resaltar sus características más importantes, con el objeto de proporcionar la información básica necesaria para la formulación de esquemas integrales para hacer una zonificación geodinámica, de usos del suelo y del medio ambiente.

Las descargas de la cuenca del río Rímac provienen del escurrimiento natural originado por la precipitación y el deshielo de los nevados y de los caudales liberados de las lagunas que conforman el sistema de regulación del río Santa Eulalia y el Mantaro (Ver Plano N° III – 01).

La cuenca del río Rímac tiene una extensión aproximada de 3,583 Km² de la cual el 61.7% o sea 2,211 Km²., corresponde a la denominada cuenca "imífera" o húmeda, llamada así por encontrarse por encima de la cota de los 2,500 m.s.n.m., límite inferior fijado al área que se estima contribuyente efectivamente al escurrimiento superficial.

Las descargas máxima y mínima controlada en Chosica ocurrieron:

➤ Máxima	1925	500 m ³ /seg.
➤ Mínima	1930	5.63 m ³ /seg.
➤ MEDIA ANUAL	de 1921 a 1972	28.76 m ³ /seg.
➤ Volumen Medio Anual	de 1921 a 1972	907.01 millones de m ³ .
➤ Rendimiento unitario para la cuenca húmeda		454,000 m ³ /Km ² .

Las máximas avenidas probables del río Rímac son:

MAXIMAS AVENIDAS PROBABLES

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÁXIMAS AVENIDAS PROBABLES (m ³ /seg)
100	610
50	540
20	430
10	350
5	280

FUENTES INGGEMMET MINISTERIO DE AGRICULTURA

El acuífero subterráneo del valle de Rímac abastece de agua para los usos agrícola, industrial y doméstico, mediante 1,221 pozos, de los cuales 958 se hallan en explotación; de éstos se extrae un volumen total anual de 169.25 millones de m³, destinándose la mayor parte, 120.51 millones de m³, para uso doméstico.

Los hidrogramas de descargas diarias permiten observar la forma violenta en que se suceden los aumentos y descensos de los caudales casi sin continuidad entre ellos.

Sabido es que el agua subterránea juega un papel muy importante en el comportamiento mecánico de suelos, para este estudio se ha hecho la interpretación de la hidrogeología aplicada para el cono de deyección del valle del río Rímac.

El cono de deyección del Rímac está constituido por materiales aluviales y deltaicos con intercalaciones de gravas, arenas, limos y arcillas, sobre terrenos no muy permeables, de naturaleza volcánica - sedimentarios y graníticos, la extensión del acuífero es de 260 Km². El espesor máximo no es conocido, estimándose entre 450 a 500 ms.

En los suelos aluviales del Río Rímac, además de su cono deltaico, se tienen materiales detríticos (gravas, arenas, limos e intercalaciones arcillosas, en la zonas costeras), disminuyendo el tamaño del grano con la mayor cercanía al mar. Por su carácter permeable, la presencia de aguas subterráneas en estos terrenos es muy importante. La recarga procede, en su mayor parte de la infiltración de aguas superficiales (bien por infiltración directa del río o por los canales no revestidos), también por infiltración de excedentes de regadío o por las pérdidas producidas por las redes urbanas de abastecimiento de agua o alcantarillado.

El coeficiente de almacenamiento es del orden del 5% en el valle y de 0.2% en el bajo Rímac.

En la Capital se han ubicado más de 1,800 pozos y 100 manantiales(1978)

La salinidad normal del agua subterránea expresada en forma de conductividad eléctrica varía en el valle del Rímac(Ver Plano N° III - 5). Tal que en el cono de deyección se encuentra entre 0.6 mmhos/cm, incrementándose en los bordes

cercanos a los cerros y a las quebradas, fuera de las zonas de influencia de los canales de riego a valores por encima de 1.5 mmhos/cm. En Chorrillos se tienen valores superiores a los del resto del cono deltaico, entre 1 y 15 mmhos/cm. En Villa la conductividad varía entre 1 y 6 mmhos/cm. En el Callao varía entre 0.4 y 0.6 mmhos/cm.

La presencia del nivel freático cerca de la superficie del terreno, con carácter permanente u ocasional, tiene una gran influencia en el comportamiento del suelo

Integrando los aspectos parciales indicados anteriormente, se han descrito de manera preliminar zonas con mayor o menor grado de incidencia que tiene la napa freática en el comportamiento mecánico del suelo (Gráfico N° III - 03).

Tomando como base los niveles piezométricos medidos en marzo de 1971, se ha elaborado el plano de profundidad del nivel de agua (Gráfico N° III - 04); éste nos demuestra niveles entre 50 y 70 metros por debajo del suelo en los distritos de Lima, Rimac, Lince y San Isidro hasta alcanzar profundidades inferiores a 20 metros en el área del Callao y Villa, e inferiores a 20 metros en Chorrillos. El valor medio de descenso regional del nivel freático, aunque no homogéneo, es de 2 metros/año.

Por otra parte el acuífero superficial en el área costera muestra gradientes hidráulicos bastante altos entre 1 y el 2%, pero eso fue tomado en 1971, a la fecha, la pendiente ha variado, presentándose riesgos de intrusión salina que son entre 2% y 3% en el valle.

Los deslizamientos son fenómenos poco frecuentes en la cuenca del Río Rímac, los pocos casos que ofrecen algún peligro de reactivación son de zonas de relativo tamaño y magnitud. A lo largo del curso del río Rímac se han detectado varios antiguos deslizamientos que en algún momento represaron dicho río, estos vestigios son testimonio de una gran actividad geodinámica en el pasado.

El fenómeno de derrumbes se presenta a lo largo del río Rímac y sus numerosos afluentes. No todos los casos de derrumbes constituyen un gran riesgo para la población o las obras de infraestructura que se ubican en sus inmediaciones. Factor importante para su ocurrencia es la topografía, por la fuerte pendiente de las vertientes y la acumulaciones de escombros en dichos taludes. También se debe considerar la litología, fracturamiento y grado de alteración de las rocas que predisponen estas acumulaciones. Y por otro lado, los fenómenos geodinámicos inducidos por la mano del hombre, que al abrir carreteras y desarrollar actividades agrícolas (andenería perpendicular a las faldas de los cerros) y pecuarias, altera constantemente el estado de equilibrio natural de los taludes y por ende la dinámica del río.

El encañonamiento en el Puente del Ejército produce ciertos derrumbes que pueden colmatar el cauce del río.

Las variables que determinan la ocurrencia de huaycos en la cuenca del río Rímac son:

- Precipitaciones pluviales abundantes
- Presencia de grandes masas de materiales sueltos en las vertientes y lecho de las quebradas
- Aridez del lugar
- Las fuertes pendientes tanto en las quebradas como en las riveras del río

Estas condiciones se dan especialmente en el sector comprendido entre Cocrachacra y Matucana, donde están ubicadas las quebradas de Agua Salada, Río Seco, Verrugas, Huacro-Matala, Cuchimachay, Latico, Lúcumo, Olivos, Llanahualla, Chucumayo, etc.

En todas estas quebradas se producen huaycos en cada temporada de lluvias. En épocas de precipitación excepcionales, las quebradas de Santa Ana, Agua Salada, del Pato, Cupiche, Río Seco, Esperanza, etc., se activan produciendo huaycos muy destructores. Las quebradas de Jicamarca, Canto Grande, California, la Cantuta, Quirio, Los Cóndores, etc., pueden reactivarse si las condiciones pluviales lo permiten.

En el sector Chosica, Santa Eulalia también fue afectada en 1983 produciéndose huaycos y corrientes de lodo a consecuencia de las lluvias excepcionales, sepultando muchas viviendas.

En la trayectoria del huayco por la quebrada produce erosión de riberas, estancamientos y desbordes. En la zona de descarga de estas quebradas al río Rímac se producen los efectos más destructores como son:

- Erosión
- Represamiento
- Acumulación de materiales

Estos producen:

- Inundaciones
- Desviaciones de acuse.
- Represamiento
- Huaycos
- Desprendimientos
- Inestabilidad de taludes, erosión

Las actividades geodinámica en la quebrada La Esperanza-Cariñito fueron las que ocasionaron interrupciones en la corriente del Niño del 82-83.

Las quebradas Verrugas, Linday, Chacamaza, Cuchimachay y Pancha, constituyen un serio peligro para la Carretera Central.

Las quebradas Canto Grande (área urbana), Jicamarca, Guaycoloro, Quirio (P. J. Nicolás de Pierola), Los Cóndores (Club los Cóndores y área urbana),

California (área Urbana), La Cantuta (Universidad de la Cantuta y área urbana), La Ronda (P. J. Piedra Grande), etc. , representan un peligro potencial de producirse lluvias excepcionales; las cuales, al recatarse, afectarían a las áreas urbanas asentadas en su respectivo cono deyectivo, por lo tanto toda quebrada puede producir fenómenos geodinámicos (Ver Plano N° III – 06)

Las inundaciones tienen como causa directa las crecientes que se producen anualmente en épocas de avenidas, que duran de Enero a Marzo y éstas se encuentran con cambios hechos en las riberas, ya sea por mano del hombre o por la naturaleza; de los primeros, tenemos aquellas obras que ensanchan o angostan el cauce normal o colocan puentes, carreteras que modifican el comportamiento hidráulico de la zona. En el segundo caso, es la colmatación del lecho del río producida por las épocas de avenida.

Este fenómeno ocurre en la cuenca media y principalmente en la baja, lugar donde el valle se ensancha y en el que no siempre se cuentan con terrazas lo suficientemente altas para proteger los desbordes.

Las áreas más afectadas por el fenómeno de inundación son: (Ver Plano N° III – 06).

- La Punta - Zona Naval - Petro Perú - Cono de vuelo de Aeropuerto Jorge Chavez - Carmen de la Legua
- Pueblo Joven Nestor Gambeta - Distrito del Rímac y Cercado
- San Juan de Lurigancho (Qda. Canto Grande) - el Agustino
- Zarate - Campoy
- Sector Vitarte - Puente Santa Rosa
- Sector Oscolla (carretera Central).
- Sector Ñaña - Campoy (viviendas y terrenos de cultivo).
- Sector Carapongo - Santa María (viviendas y terrenos de cultivo).
- Sector Chosica (Pueblos Jóvenes y áreas urbanas).
- Sector Tornamesa (viviendas y Carretera Central).

En las lluvias de 1984, las aguas de inundación, provenientes de este sector, llegaron hasta la planta de tratamiento de agua de Minero Perú de aquel entonces, ubicada en las inmediaciones del puente sobre el río Rímac que da acceso a Cajamarquilla.

La formación topográfica de la cuenca baja,0 en especial de la zona afectada por la inundación de Marzo de 1994, se debió a que los encausamientos del río se realizaron sobre depósitos de relleno sanitario y materiales deleznable de desmonte y por el relieve irregular, ya que en esta zona el nivel del río es más alto que el de las zonas adyacentes y circundantes.

El fenómeno de desprendimiento de rocas se presenta en el valle del río Rimac con características generatrices y de activación diferentes; es consecuencia del grado de fracturación, la litología, pendiente, clima, la mano del hombre y otros.

En la cuenca de Santa Eulalia, ocurren anualmente deslizamientos, derrumbes y huaycos.

En la cuenca del río Rímac existen más de 15 depósitos de relaves mineros, que representan peligro de contaminación de las aguas y riesgo potencial de fluidez por livuefacción ante la eventualidad de un sismo.

En caso de un sismo fuerte o grandes lluvias se puede activar el desprendimiento dinámico de rocas provocando destrucción y muerte en su camino.

Se estima que Lima podría ser afectada con una inundación cuya altura podría llegar hasta 1 metro considerando un periodo de retorno de 100 años.

En cuanto a los estratos superficiales, se puede decir que el de Lima central tiene suelos bastante homogéneos y profundos, los cuales tienen algunas características geotecnicas similares.

El terreno de fundación de Lima, se le puede clasificar como muy bueno, con una excelente estabilidad en cortes verticales, generalmente sin entibamiento

Este suelo se puede mantener en taludes de cortes verticales sin aparente movimiento lateral hasta las profundidades de excavación hasta ahora realizadas que son del orden de los 20 a 25 m como máximo; se puede observar que en uno de los terrenos situados al frente del Ministerio de Educación(ahora Ministerio Público), que fueron excavado hace varios años hasta profundidades de 20 m., llamado El Hueco, adyacente a la Av Abancay, de gran circulación de tránsito pesado que necesariamente produce vibraciones, hasta hoy, los sismos producidos en este intervalo de tiempo, no han producido deslizamientos.

Esta estabilidad se fundamenta, en gran parte, debido a la alta cohesión interna alcanzada por su muy buena graduación de granos, aumentada por una cementación debida a coloides infiltrados durante el régimen de sedimentación final del torrente y seguramente a coloides de sílice. Estos suelos tienen en su superficie una capa superficial de limos arcillosos o arcillas de muy baja plasticidad y espesor variable.

Para completar y fijar el concepto de como son los suelos de Lima, nos referiremos a los resultados de ensayos de carga directa con placas de carga en puntos situados en los distritos:

En le distrito de:

- Surco (Urbanización La Alborada, Higuiereta)
- Jesús María (Conjunto Residencial San Felipe)
- Cercado de Lima (Centro Cívico)

La ciudad se encuentra dentro de los límites de influencia del cono deyectivo cuaternario del río Rímac, este cono consiste de material aluvial de estructura lentiforme, donde se superponen depósitos de cantos rodados, arena, arcilla y limo, en forma heterogénea. Estos sedimentos aluviales han sido depositados

durante la última etapa del Pleistoceno, sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas Mesozoicas. Debido a movimientos tectónicos vasculares, el cauce del río Rímac ha evolucionado virando de SO a NO, desde fines del Terciario Superior y comienzos del Pleistoceno, en que el río Rímac tenía un gran poder erosivo, hasta el Holoceno en que disminuye su poder de erosión, dejando en este lapso terrazas aluviales que caracterizan la geomorfología de la forma final como quedó el cono deyectivo. Al disminuir la velocidad del río en el Holoceno, se deposita el material fino que ha originado la cubierta superficial arcillosa con espesores de hasta 15 m en el Callao(Ver Plano N° III – 08).

De estudios estratigráficos y sedimentológicos en Lima Metropolitana se establecen cuatro ciclos sedimentarios con secuencias litológicas definidas y unidades litoestratigráficas diferenciales (Ver Plano III – 07 - 08).

La zona de Lima corresponde a una región morfotectónica desarrollada por mecanismos de subducción que originó mayormente un plegamiento suave y rupturas asociadas. Las estructuras se han formado por actividad tectónica polifásica, como se puede inferir y comprobar con las unidades litoestratigráficas.

Las fracturas conforman fallas longitudinales que alcanzan dimensiones kilométricas a diferencia de las transversales de corto desarrollo.

El río Rímac pasa por zonas de depósitos cuaternarios aluviales

Pasando Cieneguilla, nos encontramos con rocas intrusivas formadas por granito, granodiorita, diorita; conformando el batolito de Los Andes, el cual es un macizo de edad geológica muy joven y por tanto en constante dinámica y crecimiento.

El proceso moderno de evaluación de la respuesta dinámica de un sistema elástico suelo-estructura sujeto a cualquier tipo de sollicitación proveniente del suelo o aplicado directamente en la estructura, demanda el conocimiento de las propiedades elásticas de los suelos subyacentes a estas obras, en el entendimiento de que el análisis de cimentación de estructuras sometidas a cargas repartidas se puede entender de dos formas, una de ellas muy complicada y la otra trata de idealizar el análisis suponiendo que los suelos se comportan como materiales elásticos perfectos, cuyos parámetros son posibles determinar aproximándose cuidadosamente a las concisiones reales de relación suelo-estructura.

Los suelos de Lima metropolitana y alrededores generalmente son de tipo granular, con algunas pocas excepciones localizadas de arcillas mediana o altamente plásticas, las partículas sólidas que los componen, pueden ser consideradas como elementos absolutamente rígidos, cuyas dimensiones están comprendidas entre mayores de 2" y algunos micrones. Suponiendo que estas partículas tengan la forma de pequeños elementos cúbicos de algunos milímetros o centímetros de lado; si el suelo es arcilla, puede considerarse con mucha precisión que es homogéneo, mientras que en un cubo de características similares de gravas o arenas, si el lado del cubo de material

granular mide decenas de centímetros, es evidente que puede asumirse que consiste de un material homogéneo. Por lo tanto estos suelos pueden considerarse homogéneos solamente en el caso de que los elementos de volumen tenga dimensiones grandes en comparación con las dimensiones de las partículas constituyentes del suelo. Con estas limitaciones, cualquier sistema discreto, incluyendo el suelo, puede ser considerado como cuerpo homogéneo y las propiedades elásticas de un elemento de volumen cuyas dimensiones son grandes en comparación con las dimensiones de las partículas de suelo, pueden ser constantes a través del elemento(Ver Plano N° III – 07).

No es suficiente la construcción de muros de contención en las quebradas y represar las zonas aledañas para disminuir los riesgos de los huaycos. Para dar un buen resultado en este tipo de pendientes, las obras deben ser asociadas con una cortina de vegetación, la cual disminuye la velocidad del flujo que va colmatando los materiales, es decir los va prácticamente seleccionando; por esto, se necesita de una conservación o sea de una limpieza cada año o dos años. En cuanto al sistema de andeneria; ha dado buenos resultados.

Para el proyecto de Control de Quebradas hay tres factores importantes a tener en cuenta:

- **Costo**
- **Tiempo**
- **Riesgo.**

Estudios, justamente en la quebrada de Canto Grande y en Jicamarca, y en otras pequeñas quebradas que aparentemente no tienen importancia, creo que pueden funcionar para prevenir algún tipo de desastre geodinámico.

La población en forma masiva hace obras colectivas en zonas de actividad dinámica para la cual requiere toma de conciencia para hacer obras mínimas tanto de ocupación de asentamientos u obras mínimas para control.

Para niveles más altos hay otro tratamiento, porque el huayco tiene una característica muy especial para que se produzca. Generalmente se producen en los 600 a 3,200 mts sobre el nivel del mar con climas áridos v semiáridos de corta duración. Sería otro tipo de fenómeno el que se produce en las partes altas, de 4,000 a 4,200 m. Estos pueden ser soliflucción, reptación de suelo (eso son en los clásicos); entonces, ya no funcionaria allí la forestación como defensa, porque la vegetación no prospera, salvo vegetaciones especiales que en esa altura pudieran adecuarse; para este caso podrían funcionar los puentes, túneles o muros de contención o también sistemas de drenaje como la cuneta de coronación.

No se debe construir muros de defensa que modifiquen las condiciones de flujo natural de los huaycos.

Es necesario hacer un tratamiento integral de la quebrada, ya que el fenómeno del huayco en estas zonas se va a repetir periódicamente

Estos huaycos, según parece, en alguna oportunidad llegaron hasta la costa

En conclusión, los huaycos no sólo se forman en las partes medias y altas de la cuenca, como se puede ver en la estratificación que se ve en los taludes formados aguas abajo del Puente del Ejercito, donde la profundidad de corte de la rivera es de 20 a 45m; en ella se observa estratos definidos de cantos rodados, arena, arcilla y limos, en algunos lugares los bolsones son mayormente de arcilla y limos, lo cual evidencia que en algún momento las torrentes de las quebradas de Canto Grande, Jicamarca así como los de Pampagrande en la Molína los originaron, todas son quebradas torrentosas, la única condición que les falta es el elemento agua y cualquier modificación mínima que se produzca en el suelo, tenemos como ejemplo el ocurrido en la Costa en 1970; en la zona de Comas se produjo un huayco. Entonces, la prevención tiene que ver las posibilidades de la ocurrencia de estos fenómenos en partes de la cuenca baja. Tenemos otros ejemplos como el de Huaycan y Tornamesa.

Este problema también se está presentando en las cuencas de Lurín y del Chillón.

Las medidas correctivas y preventivas a corto plazo incluyen la remoción de materiales, trabajos de limpieza, construcciones, reubicación y otros estudios de ingeniería que deben realizarse rápidamente en cada una de las quebradas

Algunas de las quebradas localizadas en la margen izquierda del Río Rímac deben, a pesar de tener poco riesgo aparente, ser asimismo estudiadas con cierto detenimiento.

Es conveniente iniciar el estudio detallado de cada quebrada tributaria del río Rímac para lo cual se debe inventariar dichas quebradas, indicándose: nombres típicos, ubicación respecto a la carretera central, margen, área, longitud, pendiente promedio y altitud.

Propuestas de Defensas Ribereñas:

Tipo Mecánico

1. Muros de mampostería, acequias,
2. Zanjas de infiltración.
3. Terrazas de banco.
4. Mampostería
5. Gaviones
6. Enrocado.

Tipo agronómico

1. Surcos de contorno
2. Forestación
3. Pasturas
4. Rotación de cultivos

Tipo Zootecnista

1. Tipo de ganado
2. Control de prácticas ganaderas.

La cuenca del Río Rímac, dentro del marco de la sismicidad regional, se ubica dentro de una zona de alta actividad sísmica según el Mapa de Zonificación Sísmica; con periodos de retorno para sismos de magnitud $m_b = 6.3$, de 32 años; para $m_b = 6.5$ de 55 años; y para $m_b = 6.8$, de 103 años. Estos sismos afectarían principalmente los distritos de Chorrillos, La Molina, El Callao.

A partir de los terremotos ocurridos en 1940, 1966 y 1974, en la ciudad de Lima ha quedado demostrado que el centro de la ciudad ha sufrido menor intensidad de daños que aquellas zonas periféricas, como los distritos de La Molina, Chorrillos, Barranco, La Punta, Callao. Las condiciones de subsuelo de estas áreas difieren de la existentes en el centro de Lima, que corresponden a un depósito grueso de grava aluvial con nivel freático profundo.

Se debe tomar en cuenta en la zonificación que daños mayores han sido observados en áreas fuera del centro de la ciudad de Lima; por ejemplo, en la Molina y el puerto del Callao que, durante el sismo del 3 de Octubre de 1974 (con magnitud $M_s = 7.5$ a 90 Km de Lima), sufrió considerable daño en instalaciones navales y portuarias. Se registraron intensidades de IX MM para la Punta y VIII MM para el Callao. Los mayores daños se observaron en modernas estructuras de concreto armado en la Escuela Naval en la Punta, en la oficina de Correos en el Callao y en un antiguo silo del Terminal Marítimo que colapsó perdiendo 20m de los 60m de su altura original.

La cuenca del río Rímac se encuentra en un área de alta actividad sísmica, puesto que se encuentra dentro del Cinturón Circunpacífico, teniendo como rasgos tectónicos principales a la Cordillera de los Andes y la Fosa Marina de Lima. Estas se sitúan dentro de las zonas de subducción de la placa tectónica Suramericano o Continental y la de Nazca o Oceánica. La segunda se introduce en subducción a la Placa Continental formando el llamado Plano de Benioff, lugar principal de la acumulación constante de energía que será liberada mediante los temblores y terremotos.

La zona de subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte a la costa Oeste de Sudamérica, es lugar frecuente de reajustes de la corteza terrestre, los cuales producen sismos de gran magnitud. Debido a ello el país ha sufrido sismos muy severos de consecuencias devastadoras. La cuenca del río Rímac ha experimentado en los pasados 40 años, 6 sismos con magnitudes de onda superficial en el rango de 6 a 7.6. Estos sismos han causado altas aceleraciones en la superficie del suelo como 0.40 g (terremoto de 1966), y las duraciones del movimiento fuerte han sido mayores que un minuto (terremoto de 1974).

Al analizar la actividad sísmica de la cuenca del río Rímac, se observa que se han producido solo dos sismos durante el periodo de 1913 a 1984, con profundidades entre 71 y 300 Km. En zonas vecinas se han registrado muchos sismos, los que por propagación de sus ondas han afectado a la cuenca del Rímac. Se encuentran también los terremotos que han producido daños en el periodo de 1586 a 1974.

Se concluye que en la parte oceánica se concentra la mayor actividad sísmica, y frente a Lima se observa un núcleo de alta actividad, lugar donde se generó el terremoto del 3 de Octubre de 1974; los sismos en esta área son superficiales ($h < 30$ Km). En el Continente es decir en la Cordillera de los Andes, se ha generado poca actividad sísmica y los sismos son más profundos ($h = 71$ a 300 Km.).

PERÚ: SISMOS MAS TRÁGICOS REGISTRADOS ENTRE 1970 Y 1991

AÑO	FECHA	LUGAR	Nº DE MUERTOS	MAGNITUD (Grado Richter)
1970	31 de Mayo	Costa Central	70000	7,8
1990	29 de Mayo	Zona Norte	100	5,8
1991	04 de Abril	Zona Nor-Este	100	6,2

Fuente: Instituto Geofísico del Perú-Dirección de Servicios Técnicos

En el cuadro siguiente se muestra la relación entre las intensidades y aceleraciones, según los principales eventos registrados

INTENSIDAD	ACELERACIÓN
III	4 cm/seg ²
IV	8
V	25
VI	140
VII	460

* Esta relación entre intensidades máximas observadas y aceleraciones, indica que probablemente se esté subestimando los valores de intensidad en el punto de observación, puesto que para aceleraciones de 245 cm/seg² le correspondería una intensidad de VIII (Donovan); sin embargo, podrían existir condiciones tectónicas en el área de Lima que amplifiquen las aceleraciones, tal es el caso de parte de la Molina y de Chorrillos.

Estimación de pérdidas humanas, físicas y económicas, ante la eventualidad de un desastre natural (terremoto) en Lima Metropolitana:

- a) En los últimos 20 años en el Perú se han registrado tres fuertes sismos, con resultados trágicos, por las cuantiosas pérdidas humanas y materiales que hubieron. El más intenso se produjo el 31 de Mayo de 1970 que dejó una pérdida de 70 mil muertos
- b) A nivel del Departamento de Lima, desde 1990 a 1993 se han registrado aproximadamente 30 movimientos sísmicos, cuya magnitud ha fluctuado entre tres (3) y cinco(5) grados Richter, sin mayores consecuencias trágicas. Registrándose, en promedio, un sismo mensual, siendo proporcional o equitativo, tanto en el día como en la noche
- c) Según los resultados de los últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda, realizados en 1993, el área de Lima Metropolitana concentra a mas de 7 millones de habitantes, que significa aproximadamente el 30 % del total del país. Entre 1940 y 1993, su población se ha incrementado en diez veces. Su espacio físico ha permitido hasta ahora absorber el crecimiento poblacional, pero en condiciones que no son recomendables para la población en su conjunto. Es fácil observar el significativo proceso de turgurización, producto del hacinamiento y subdivisión de viviendas, especialmente en los distritos antiguos del cercado de Lima y en los Asentamientos Humanos con altas densidades poblacionales.
- d) La densidad poblacional en Lima Metropolitana es de 2,257 habitantes por kilómetro cuadrado. Los distritos más densamente poblados son Breña con más de 28 mil personas por Km², La Victoria y Surquillo con más de 26 mil por Km², La Perla y Lince con más de 21 mil personas. Estos distritos se encuentran seriamente afectados por los servicios básicos para afrontar cualquier desastre natural
- e) A la significativa densidad poblacional de Lima Metropolitana, se agrega el crecimiento desordenado de la ciudad, así como la calidad de construcción de la vivienda y la disponibilidad de servicios básicos con que cuenta, los que indudablemente influyen en la seguridad y bienestar de las familias.
- f) Cabe agregar que las viviendas improvisadas, es decir aquellas construidas provisionalmente con materiales ligeros (esteras, latas, etc) o con ladrillos superpuestos, son viviendas de mayor riesgo. En Lima Metropolitana existen 187,106 viviendas en esta condición, que representan el 10,3% y donde habitan 796,406 personas. Es necesario, conocer también la calidad o estructura predominante del suelo de cada uno de los distritos de Lima Metropolitana, con la finalidad de identificar las áreas vulnerables o de mayor riesgo en caso de desastres sísmicos, a pesar de tener viviendas con buena calidad de construcción.

Los Tsunamis, fenómenos marítimos, aunque poco frecuentes, son espectaculares por la secuela de destrucción y pérdida de vidas humanas que causan. Consisten en trenes de ondas de período largo que llegan a las costas a intervalos de 10 a 70 minutos.

Estudios de informaciones históricas también proporcionan valiosos datos. Por ejemplo, el sismo del 28 de octubre de 1746 ocurrió a las 10 30 p m , y la primera ola llegó al Callao a las 11:00 p m., es decir el tiempo fue de 30 minutos.

La preparación para hacer frente a los desastres requiere pues de una cuidadosa y sistemática preparación; siendo la educación un componente muy importante. Para esto se debe hacer un plan de contingencias donde se puedan diseñar:

Zona(s) de refugio, que deben ubicarse a una altura superior a 2 veces la que alcanzaría el tsunami en tierra.

Rutas de evacuación que son vías que permiten trasladarse de la(s) zona(s) inundable(s) a la(s) zona(s) de seguridad incluyendo los refugios preseleccionados.

Datos sobre la población que será evacuada.

Identificación y ubicación de las instalaciones críticas dentro de la zona inundable.

Según los cálculos efectuados, en el Callao, los tsunami alcanzarían unos 6 a 7 metros de altura sobre el nivel del mar. En cuanto al cauce del río Rímac, estas olas entrarían más al fondo y con mayor altura por que dicho cauce está bien definido y tiene menor cota que los terrenos aledaños. El tsunami del 28 de octubre de 1746 que destruyó la ciudad y causó 4800 víctimas, tuvo una altura de 6 metros.

En el mapa del Callao, se presenta los límite de inundaciones obtenido mediante los cálculos y parámetros descritos anteriormente. El maremoto de 1746 llegó hasta la esquina de la Av. Grau (ex-Buenos Aires) y Cochrane, donde existe el mascarón de proa de un barco que varó en ese lugar. Se puede notar que el límite de inundación calculada pasa muy cerca de esa esquina. Es por lo tanto falso que el tsunami de 1746 llegó hasta La Legua. (Ver Plano N° III – 13).

Refugios de Emergencia.- Son edificios de 4 ó más pisos de altura ubicados en las zonas inundables, donde se refugiarán personas que no han podido abandonar a tiempo la zona de inundación. (Madres con varios hijos, ancianos, inválidos etc.). Antes de refugiarse en algún edificio, verifique que el sismo no le ha causado daños a las columnas, vigas y pisos de los primeros pisos.

Refugio Temporal.- Son instalaciones ubicadas fuera del área de inundación donde se albergará a los evacuados. Para el Callao se ha seleccionado el " Complejo Yahuar Huaca " constituido por el parque zonal del mismo nombre, el colegio General Prado, el Policlínico del Instituto Peruano de Seguridad Social y el hospital San Juan de Dios. Vale la pena recordar que el virrey José Manso de Velazco fundó el

nuevo Callao en 1747, después del maremoto de 1746, en lo que hoy es Bellavista, donde se ubica el refugio arriba mencionado

Las rutas de evacuación son las vías que permiten evacuar desde las zonas inundables hacia las zonas de seguridad. La característica más importante que deben tener es ganar altura lo más rápido posible.

Las vías principales de evacuación, deben tener además un ancho suficiente, de tal manera que la caída de construcciones no bloquee los carriles vehiculares. El lado derecho saliendo de la zona de inundación se mantiene como vehiculares, mientras que el lado izquierdo será utilizado como una vía peatonal.

Las vías principales de evacuación son las avenidas Grau, Saenz Peña y Guardia Chalaca.

Los estudios efectuados indican que la primera ola del tsunami, que no es la más alta, llegaría entre 20 y 30 minutos, después que ocurrió el terremoto.

Se dispone por lo tanto de unos 25 minutos para trasladarse a un refugio de emergencia o evacuar a la zona no inundable o mejor hacia un refugio temporal

Después, llegarán olas altas cada 10 a 20 minutos, siendo las más destructivas, la 3ra. a la 6ta.

Las acciones físicas en la cuenca del río Rímac que atentan contra su conservación y desarrollo, se deben en parte a la naturaleza y en un alto porcentaje, a la intervención de los seres humanos.

Las acciones naturales (sismos, lluvias, etc.) son acciones de equilibrio que no pueden ser anuladas, a lo más se pueden adoptar trabajos de prevención para mitigar sus efectos.

La acción de los seres humanos han alterado el equilibrio natural existente, produciendo efectos negativos en la cuenca y en sus obras, lo cual indica que dichas acciones no están debidamente reguladas, como se demuestra en lo siguiente:

No existe información centralizada relativa a los estudios que se realizan sobre la cuenca.

- Las zonas que están expuestas a la licuefacción son: Callao (sobre todo Chucuito, en la avenida Guardia Chalaca, etc.), Oquendo, fundo Márques, Puente Piedra, Chorrillos.
- Las zonas que están expuestas a densificación de suelos son: La Planicie, La Molina y las Casuarinas.
- Estos fenómenos de licuefacción, densificación, arcillas expansivas, material orgánico y rellenos sanitarios, producen zonas altamente vulnerables que se

deben tener en cuenta a la hora de diseñar y construir todo tipo de infraestructura.

- Las ondas sísmicas al llegar a los valles, donde generalmente se asientan las poblaciones, debido a que están conformadas por rellenos geológicamente resistentes, sufren amplificaciones, originando altas aceleraciones, que pueden dañar o colapsar edificaciones, causar roturas de tuberías de sistemas de abastecimiento de agua, provocando incendios como fenómeno secundario; las zonas expuestas a esto son el Rímac, El Agustino, la Molina y otros distritos del valle del Rímac.

El Callao y la Molina son puntos vulnerable a sismos por tener suelos blandos, la Molina además produce ampliación de las ondas sísmicas.

- Se debe tener en cuenta un viejo aforismo chino "GOBERNAR LAS MONTAÑAS ES GOBERNAR EL RÍO". Es en la cuenca es decir en la montaña o serranía donde ineludiblemente se originan estos procesos hidrológicos a partir de la precipitación variable en su intensidad y es allí donde se debe establecer los controles a los fenómenos inducidos a los que da lugar, ya que es imposible detenerlos o eliminarlos.

3.6 RECOMENDACIONES

En concordancia con las conclusiones emitidas se recomienda lo siguiente

Mitigar los efectos de la geodinámica externa, llevando a efecto:

- Programas integrales sobre conservación y manejo de cuencas basados en las soluciones propuestas.
- Estudios de zonificación que permitan conocer las medidas de protección a adoptar en los asentamientos humanos establecidos y recomendar la ubicación de futuras áreas de expansión en toda la cuenca y quebradas que conformen el río Rímac
- Acciones necesarias para reactivar los comités Distritales de Defensa Civil para que cumplan con uno de sus objetivos, "Promover la organización y orientación y ayuda mutua antes, durante y después que ocurra un desastre"

Que se dicten las medidas legales complementarias que permitan normar el manejo adecuado de la cuenca, estableciéndose la responsabilidad del poblador y de las instituciones.

Que la autoridad autónoma se encargue de:

Hacer cumplir las disposiciones legales existentes y de proponer medidas complementarias que permitan normar el manejo adecuado de la cuenca.

Fiscalizar los efectos negativos que se producen.

Coordinar y regular las acciones de entidades públicas y privadas que intervienen en la conservación y desarrollo de la cuenca

Se lleve a efecto un plan integral que priorice la realización de los estudios de factibilidad de la ejecución de las obras que regulen el manejo adecuado de cada micro cuenca.

Dar el apoyo necesario para que se obtenga información más consistente en hidrología y meteorología.

Establecer cuencas pilotos, con fines de investigación y extensión donde se aplique la tecnología de nuestros antepasados y tecnología actualizada basada en nuestra realidad y avance de la técnica.

Solicitar a los especialistas en Ciencias de la Comunicación de las Universidades, propiciar programas educativos que motiven y capaciten al poblador en la conservación del medio ambiente.

Es necesario hacer estudios minuciosos de los suelos sobre los cuales se encuentran las líneas vitales y toda infraestructura propensa a fallas.

Considerando que los fenómenos de geodinámica externa, interna y medio ambientales, son los principales causantes de daño a centros poblados, obras de infraestructura vial, obras de ingeniería dentro de la cuenca de el río Rímac, y que, a la vez, estos fenómenos se encuentran en constante evolución debido al incremento del deterioro de los ecosistemas y disipación de energía de la tierra, se recomienda estudios sistemáticos y actualizados, tratando de monitorear dichos cambios, y estos, utilizarlos con fines de prevención y mitigación de desastres en todas las áreas que signifique riesgo.

Es necesario diseñar un plan de reasentamiento a nivel de la cuenca del río Rímac, reasentando a la población en otros lugares más seguros, para lo cual se debe utilizar todas las herramientas que nos ofrece la ingeniería.

Se debe hacer una zonificación de la población y vivienda de lugares con necesidad de reubicación.

Prohibir terminantemente el asentamiento de población en ambas márgenes del río Rímac, Chillón y Lurín, y darles una zonificación de uso de recreación o parques, creando pulmones que disminuyan el negativo impacto medio ambiental.

Es recomendable delimitar con exactitud las áreas críticas y priorizar el trabajo dando un cronograma de obras a realizar, para corregir y minimizar los impactos de dichos fenómenos negativos para las riberas del río

Para la realización de las obras de defensa ribereñas se tendrá que hacer estudios específicos de geotecnia e hidráulica. La mayoría de las obras realizadas no han contemplado la máxima avenida que puede traer el río Rímac que es de 600 m³/seg, además que se encuentran asentadas sobre rellenos sanitarios o depósitos de basura que se ha ido acumulando con el tiempo en ambas márgenes del río.

No se debe modificar el cauce original del río y si se llega a hacer obras, estas no deben modificar el comportamiento hidráulico del río. El estudio de la cuenca se debe hacer en forma integral ya que aguas arriba o aguas abajo cualquier modificación hídrica genera procesos de erosión o de sedimentación que, a su vez, propician la aparición de procesos geodinámicos y medio ambientales negativos para la vida.

Se debe hacer obras de defensa ribereñas puntuales en áreas críticas por cada tipo de proceso geodinámico, utilizando estudios al detalle de cada zona, las medidas preventivas a realizarse pueden ser:

- Reforestar las laderas
- drenar el área crítica
- impermeabilizar canales

- Hacer limpieza periódica de las quebradas
- Descolmatar los ríos después de la época de avenidas
- Realizar los tratamientos de taludes
- Evitar que se arroje desmonte, basura y aguas servidas
- Desquinchamiento de cerros
- Hacer un estudio de impacto medio ambiental de los depósitos de los relaves
- Para controlar la contaminación del río Rímac, por aguas servidas y basura, se sugiere
 - Ubicar zonas de rellenos sanitarios, con plantas de tratamiento controladas y reglamentadas
 - Proyectar la instalación de tuberías matriz (colectores) de desagüe, desde Chosica hasta la desembocadura del río (30 Km), además, dichas tuberías colectoras deben prolongarse 1 y 1.2 Km como mínimo mar adentro, esto dependiendo de la geomorfología del litoral

3.7 BIBLIOGRAFIA

- INGEMMET, Estudio Geodinámico de Cuencas Hidrográficas, INGEMMET, Lima 1986
- FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERO METALURGICO, Simposio de Hidrogeología, "Importancia de las aguas subterráneas para el abastecimiento a la ciudad de Lima, Universidad Nacional de Ingeniería; Lima 1986
- ARGUEDAS M. CESAR, Fenomenología Universal y Defensa Civil- INDECI, Mayo 1986
- GERSHANIK, SIMON, Temblores de Tierra, Instituto Panamericano de Geografía e Historia (OEA), Mexico 1977
- CARRILLO GIL, ARNALDO; Arcilla Expansiva , ARNOLDO CARRILLO GIL * Asociados, Ingeniero Consultores, Lima 1989
- CORONADO DEL AGUILA, FRANCISCO, Diseño y Construcción de Canales, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima 1992
- ROSELL CALDERON, CESAR ARTURO, Irrigación, Colegio de Laderas, Colegio de Ingenieros, Piura 1988
- ROCHA, ARTURO, Transporte de sedimentos aplicado al diseño de Estructuras, Hidráulico, colegio de Ingenieros, Lima- Abril 1990

- HERRAIZ SARACHOGA, MIGUEL, Seminario Internacional "Problemas sismológicos de la evaluación del riesgo Sísmico, CISMI Universidad Nacional de Ingeniería, Lima 1995
- HEBENSTREIT, GERAL T., Assessment of Tsunami Hazard presented by possible SEIS-Mic Events AID/SOD/PAC-C-0404, Ginebra 1983
- MEDINA R, JUVENAL Fenómenos Geodinámicos, Tecnología Intermedia (ITDE), Lima- Marzo 1991
- HERRAIZ SARACHOGA, MIGUEL, Conceptos Básicos de sismología para Ingenieros, Centro Peruano- Japonés de Investigación sísmica y mitigación de desastres, CIAMI, UNI; Lima 1997
- INDECI, Marina de Guerra del Perú, Tsunamis, INDECI- UNDHA (Génova, Lima 1985)
- MORAN TELLO, CARLOS ENRIQUE, Protección de los servicios de agua y desagüe ante la ocurrencia de un sismo de grado VIII, MM, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima 1977
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, DURAND PARDO, JORGE. "El Niño acecha Lima, Revista gente, Lima- Perú, febrero 998
- COMITÉ AIS-400; Análisis de Vulnerabilidad Sísmica, Hospital Universitario del Valle, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Colombia, Julio 1992
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS; DURAND PARDO, JORGE, "Vulnerabilidad y riesgos de la ciudad de Chiclayo Instituto de Defensa Civil, Lima - Chiclayo 1995

- CENSO NACIONAL DE 1993- INEI
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, Compendio estadístico Departamental 95-9, Lima y Callao, INEI 1996
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES, Inventario y Evaluación de la zona del Proyecto Marcapomacocha, ONERN, Lima 1975
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, Revista N°02- SENAMHI, Lima, setiembre 1998
- LAREDO REINA, JORGE ALEJANDRO, Encaucamiento del Río Rímac, tramo Atarjea- Puente del ejército (Tesis para optar el título de Ingeniero civil), Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Civil, Lima 1992)

CAPITULO IV

MEDIO AMBIENTE Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se da un diagnóstico del Problema de la Contaminación en nuestra Capital, donde se abordan los temas como son la contaminación de suelos, aire, agua y otros factores que lo agravan.

4.1.1 LOS EFECTOS DE LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL.

Los principales riesgos para la salud que entra a la degradación ambiental se derivan de los agentes patógenos presentes en el medio ambiente, la contaminación del aire en recintos cerrados, la calidad deficiente de las viviendas y la industrialización. La mortalidad y morbilidad debidas a enfermedades gastroentéricas y respiratorias están vinculadas a la deficiencia de las viviendas y los servicios. La diarrea y las infecciones respiratorias son las causas principales de la mortalidad infantil. Las infecciones respiratorias agudas en los niños y la bronquitis crónica en las mujeres se deben a la mala calidad de las viviendas y especialmente a la exposición al humo. La contaminación atmosférica y la exposición a sustancias químicas tóxicas también perjudican gravemente la salud.

La degradación ambiental también puede producir efectos de largo plazo en los recursos y poner en peligro no solo la salud humana y los ecosistemas, sino además el carácter sostenible del desarrollo. El agotamiento o la contaminación de las aguas subterráneas puede ser grave como es el caso de el río Rímac. La pérdida de recursos de tierra constituye otro problema grave, por ejemplo si no se controla la explotación en las zonas propensas a erosión, las zonas costeras o las zonas pantanosas. Los residuos industriales peligrosos son causa de especial preocupación, por que es difícil controlar su descarga y asegurarse de que se viertan en las alcantarillas, un caso especial son los vertederos que desembocan a lo largo del río Rimac en ambas márgenes o en los vaciaderos de basura. Las complejas instalaciones que se necesitan para tratar de eliminar los residuos peligrosos a la espera de ser trasladado y eliminados, que constituyen un peligro para los recursos de tierras o de aguas subterráneas, los relaves mineros es un ejemplo de esto. Muchos problemas ambientales con consecuencias nacionales e internacionales, como las emisiones de dióxidos de carbono, dióxido de azufre y óxido nitroso, tienen su origen en la industria y el transporte urbanos.

Para lograr el desarrollo sustentable es necesario plantear y viabilizar un nuevo estilo que contemple:

- La adecuación de las actividades humanas a la realidad heterogénea, ecológica y social del país
- El desarrollo de una economía ecológicamente sustentable

- El desarrollo científico y tecnológico adecuado a nuestra realidad y recuperación de conocimientos y tecnologías nativas.
- Una visión integral que articule los aspectos social, económicos, tecnológicos, culturales y ambientales.

4.1.2 LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

Ciertos tipos de problemas ambientales producen sus efectos más perjudiciales en la salud humana. En los países en desarrollo más pobres, las bacterias transmitidas por el agua son la causa más grave de enfermedades, esto se puede apreciar directamente en la contaminación producida por el deterioro de las redes de agua y desagua, que por roturas y filtraciones hace que el agua potable se contamine con todo tipo de sustancias patógenas, también la falta de limpieza y mantenimiento de los tanques y cisternas de agua agudizan el problema. La contaminación atmosférica que acompaña a los ingresos más altos y al transporte vehicular adquiere alta importancia. En los casos en que hay alcantarillas, el 90% de las aguas servidas se descargan en el río Rímac, en litoral de la costas de Lima sin tratamiento, de modo que la mayor parte de las excreciones permanezcan en el medio residencial o se descargaban en las inmediaciones. A medida que Lima crecen, aumentan también estos problemas.

La recolección y eliminación de la basura doméstica es un problema permanente en la mayoría de los distritos de Lima. Por lo general, menos de la mitad de la población urbana dispone de servicios de recolección de basura. La recolección es especialmente escasa en las zonas de más bajos ingresos, que son de difícil acceso para los camiones.

4.2 CLASIFICACIÓN DE CAUSAS QUE GENERAN CONTAMINACIÓN EN LIMA.

Se puede Clasificar las Causas de Contaminación en Lima en las siguientes

- Factores Sociales

Desocupación acentuada, pobreza extrema, desnutrición La Tugurización, la urbanización no planificada (Pueblos Jóvenes y Asentamientos humanos), la falta de muchos servicios básicos para el hombre, falta de cultura y poca educación.

- Actividades Contaminantes

Contaminación del parque automotor, la Industria Minera , manufacturera, químicos, las portuarias las pesqueras, insalubridad generalizada, productos de pan llevar no aptos, etc. Toda estas actividades son generadas e inducidos por la mano del hombre

- Las que interviene directamente en Clima

Contaminación y deterioro de las aguas marítimas, fluviales, aguas subterráneas, de los suelos y de la atmósfera, pérdida de la calidad de los componentes ecológicos en situación grave; calidad ambiental urbana crítica

Saber que Lima ocupa el séptimo lugar en el ranking de las ciudades más contaminadas de Latinoamérica quizá nos lleva a comprender la gravedad de la contaminación ambiental, que es uno de los numerosos problemas que afronta nuestra capital.

La contaminación ambiental de nuestra ciudad está avanzando por varios frentes: por el aire que respiramos, por el agua que tomamos (Proveniente de la cuenca del río Rímac) y con la que nos refrescamos en verano (la del mar), y, por último, por los suelos, de donde proviene gran parte de la comida con la que nos alimentamos.

Una de las pruebas del incremento de la contaminación ambiental en la cuenca del Rímac es el aumento de dos grados que ha experimentado la temperatura promedio anual de nuestra ciudad en los últimos 30 años. La causa es el bolsón de calor que se genera en las zonas industriales y que se esparce, por acción del viento, por toda la ciudad. Esto es sumamente dañino por que el calor hace que las condiciones de contaminación del ambiente aumenten, estas condiciones es común en las ciudades industriales, es necesario combatir este fenómeno creando zonas de áreas verdes que generan un grán pulmón a la ciudad.

1.3 FACTORES GENERADORES DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC.

Los factores generadores de la contaminación ambiental de Lima son de orden natural y del orden antropogénico.

Entre los factores naturales está considerada la erosión eólica o deflación. Se estima que la velocidad del viento en el cinturón ecológico está entre los 6 y 20 nudos por segundos, lo que motiva un traslado de polvo de hasta 1.5 milímetros por hectárea. Esto significa que los vientos están trasladando cada segundo entre 10 y 15 toneladas de polvo de los cerros que circundan y están dentro de Lima, también por las sales marinas que penetran nuestro litoral a causa de los vientos. (1)

En lo que respecto al orden antropogénico figura el sobre pastoreo, especialmente de las cabras, por que sus pezuñas levantan las plantas de raíz, parte que donde crece los chivos no crece nada, otra es por la ocasionado por la explosión demográfica, por ejemplo en la perdida de áreas verdes, por la tendencia el crecimiento urbano sin ningún planeamiento, y al aumento de la temperatura y a la presencia de contaminantes sólidos sedimentales en la atmósfera propiciada especialmente por esas mismas actividades.

Los factores principales son:

1.3.1 El Aire

(1) FUENTES PROPIAS EN BASE A PUBLICACIONES DEL CEPIS

La contaminación de los aires limeños se produce de diversas maneras. Una de ellas es la bacteriológica, generada por la proliferación de hongos que se desarrollan con mucha facilidad por la humedad que en Lima alcanza niveles altísimos, superiores al 90 por ciento. La contaminación química ocasionado por la presencia de aerosoles (partículas de polvo, paja, polen, bacteria, materiales orgánicos en suspensión, etc.) en la atmósfera y por oxidación de metales, entre otras causas. Finalmente, tenemos la contaminación radioactiva, por la ionización de la atmósfera debido a los isótopos que emiten las centrales térmicas.

El 65 por ciento de la contaminación del aire de Lima se debe al pésimo estado de la gran parte de los vehículos que circulan por las calles, prácticamente están envenenado el aire que respiramos con los gases que emiten por la quema de combustible; una camioneta combi consume en un día el oxígeno que necesita una persona durante un año. Adicionalmente esa, misma combi contamina el ambiente al emitir bióxido de carbono; SO₂, NO₂ y bnzopireno. Esta comprobado que esta última sustancia produce cáncer.

El 35 % restante de la contaminación ambiental se debe al humo que arrojan las chimeneas de las fábricas metalúrgicas, textiles, etc. Las condiciones meteorológicas (como la velocidad de los vientos) y la topografía (Lima esta rodeada de cerros de más de 450 metros de altura), hacen que el aire contaminado se desplace hasta la zona donde se ubican los cerros y se concentra allí, por lo que estas áreas son generalmente las más contaminadas de la ciudad y no donde se generan la contaminación.

4.3.1.1 Zonas Con Mayor Contaminación Ambiental. ⁽¹⁾

En cuanto a los contaminantes sólidos sedimentales (partículas de metales suspendidas en el aire), las mediciones hechas por el Senamhi han dado resultados alarmantes en la gran Lima. Aunados con la velocidad y la dirección de los vientos (Ver Plano N° IV - 14), cumplen un papel determinante en generar áreas como la que se encuentra en Lima Metropolitana, dichas zonas contaminadas se dividen en:

A)- Bajo Nivel Contaminante de Sólidos Sedimentales

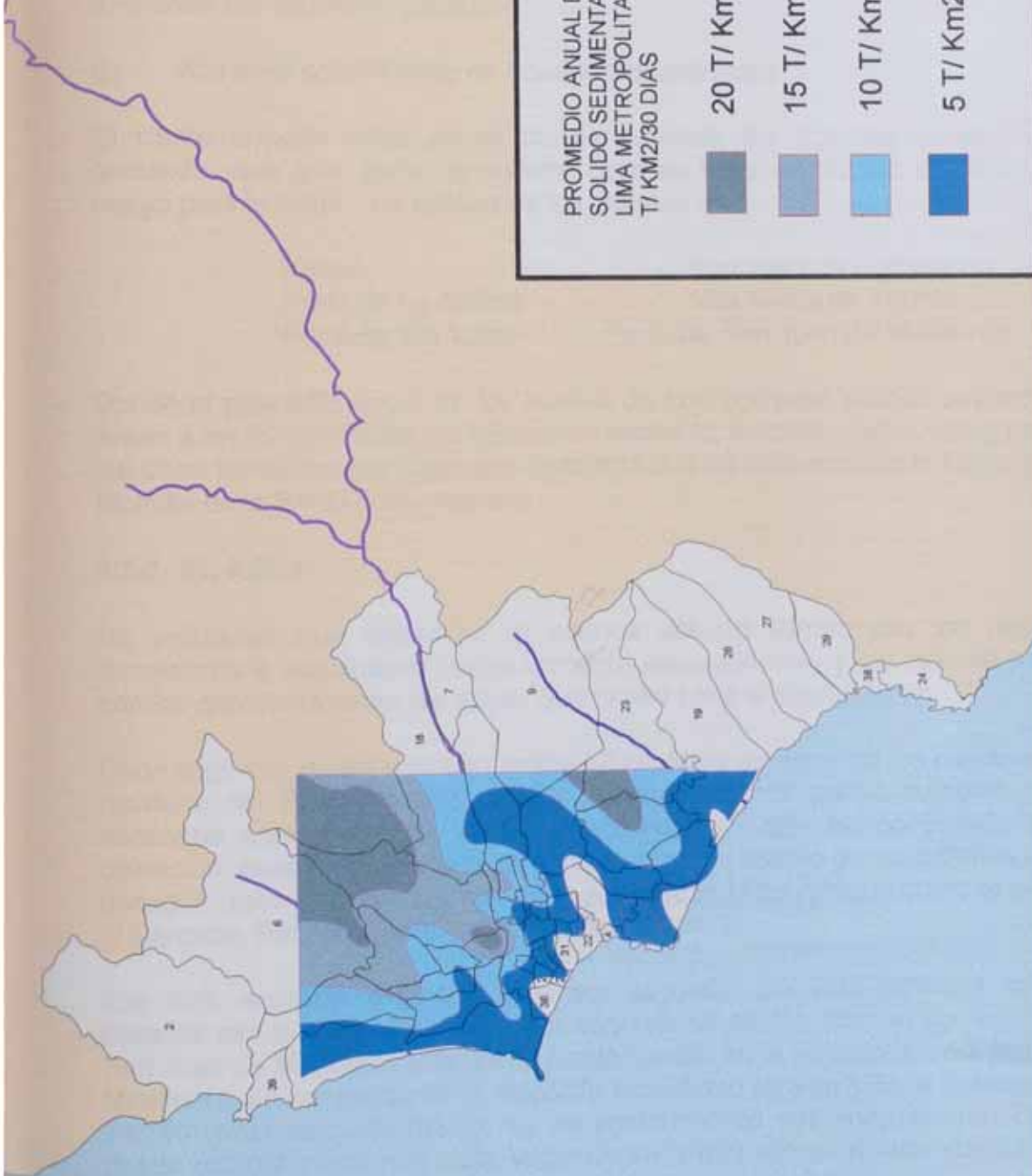
Pueblo Libre	San Miguel
Magdalena	San Isidro
Surquillo	San Borja
Santiago de Surco	Chorrillos (una parte de esta)
Miraflores	y Villa El Salvador.

Teniendo estos distritos un promedio anual contaminante por sólidos sedimentales igual o menores a 5 Toneladas por Km² por cada 30 días. Debido a que en ellas los vientos no se estancan y por lo tanto los residuos sólidos contaminantes son llevados a otros distritos

B)- Mediano nivel contaminaste de Sólidos Sedimentales

(1) FUENTES PROPIAS EN BASE AL
SENAMHI, CEPIS

autor: Bach. Ing. José Trujillo Cerna



PROMEDIO ANUAL DE CONTAMINANTES
SOLIDO SEDIMENTALES EN
LIMA METROPOLITANA EN
T/ KM2/30 DIAS

- 20 T/ Km2
- 15 T/ Km2
- 10 T/ Km2
- 5 T/ Km2

**VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA
Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA
ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**
IDENTIFICACION DE ZONAS VULNERABLES DE LAS
CUENCAS DE LOS RIO RIMAC - CHILLON - LURIN



ELABORADO POR:
Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA

RIOS

FECHA: ENERO 1998

PLANO Nº IV - 14

Por otro lado los distritos con mediano riesgo por contaminantes sólidos son.

Los Olivos	Independencia
San Martín	Carmen de la Legua
La Punta	Vellavista
Pueblo Libre	Los Olivos
Comas	San Luis
La Victoria	Cercado de Lima
San Martín de Porres	El Agustino
Santa Anita	Parte de la Molina

Estos tienen un promedio anual de contaminantes sólidos entre 10 a 15 toneladas por kilómetro cuadrado.

C)- Alto nivel contaminante de Sólidos Sedimentales

El viento ensucia otras zonas donde acumula los agentes contaminantes, haciendo que gran parte de nuestra Lima se haya convertido en un lugar de riesgo para la salud. Es el caso de los distritos de:

Rímac	San Juan de Lurigancho
Parte de La Molina	Villa María de Triunfo
Parte de Barranco	Parte de San Juan de Miraflores.

Donde el promedio anual de los niveles de contaminantes sólidos sedimentales llegan a las 20 toneladas por kilómetro cuadrado; es decir cuatro veces mayor a las cinco toneladas por kilómetro cuadrado que ha determinado la Organización Mundial de la Salud como máximo

4.3.2 EL AGUA ⁽¹⁾

Un problema muy álgido en la cuenca del río Rímac son los desagües domésticos e industriales (especialmente estos últimos) y los relaves mineros son los que contaminan las aguas que recibe Lima a través del río.

Cada segundo, nuestra ciudad recibe 18 mil litros de agua de los cuales el 65% proviene del Río Rímac y el 35% restante de los pozos subterráneos. Es necesario comentar que de este total solo el 20% es consumido por la población, pues el 80% se pierde a través del mal estado de las tuberías de agua y desagüe. (esto es muy marcado en la zona de la Lima Antigua como el caso de el Cercado, Rimac, Breña, Callao, Surquillo, etc.).

Ese 80% equivale a 14,400 litros por segundo. De esta cantidad solo son tratadas alrededor de 210 litros por segundo (1.46 %), 200 en las lagunas de San Juan de Miraflores y 10 en la Costa Verde, en la jurisdicción del distrito de Miraflores. Se encuentra en la etapa de factibilidad otro en Villa el Salvador, los 14,190 litros/ segundo (98.54 %) es contaminante que llega al mar. Esto se puede estimar como que cada segundo se arroja al mar el equivalente a tres camiones cisterna llenos de desagüe.

(1) FUENTES PROPIAS EN BASE AL
INRENA, SEDAPAL

Cabe destacar que a pesar de la gran contaminación de las aguas del Río Rímac, estos van descendiendo a medida que experimentan el proceso de aireación, decantación y filtración a excepción de los metales pesados y radioactivos. Pero se puede afirmar que la planta de tratamiento de la Atarjea, SEDAPAL distribuye agua en perfectas condiciones para el consumo humano.

Se debe tener en cuenta que por el deterioro y el poco mantenimiento de las tuberías de aguas y desagües, que generalmente han sido construidas pegadas entre sí es la causa principal de contaminación de el agua potable.

Esto podemos apreciarlo en

El Rimac	Cercado de Lima
Breña	El Callao
La Victoria	San Juan de Miraflores, etc.

Así también por la falta de limpieza de barriles cisternas, tanques de agua (elevados y en superficie), donde se almacenan aguas, es la causa por la que gran parte de los Limeños consumen aguas totalmente contaminadas, para lo cual se recomienda hervirlas antes de consumirla, de esto no se escapan los que consumen agua por los pozos subterráneos.

4.3.2.1 Protección de los Acuíferos

A pesar de la importancia de los recursos de aguas subterráneas para abastecimiento de agua potable, existe poca o ninguna preocupación acerca de su protección. En consecuencia, han comenzado a aparecer problemas serios en varias áreas.

Contaminación de origen urbano.

Las aguas residuales domésticas y los desechos sólidos contiene altas concentraciones de organismos fecales, de materia orgánica y de compuestos de nitrógeno. Si se descargan o se infiltran al subsuelo, el agua subterránea puede contaminarse por patógenos bacteriales y vírales incluyendo aquellas que causan diarrea, tifoidea y hepatitis; otro tipo de contaminación es provocado por nitratos, amonias, detergentes, desinfectantes y otras sustancias químicas. Estos pueden convertir el agua en no potable en base a su peligro sobre la salud o su sabor y olor desagradable.

Este problema se agudiza por la presencia de

- * Napa freática poco profundas menores de 10 m.
- * Infiltración de aguas residuales y de ríos contaminados por descargas de desagües.
- * Lixiviación de desechos domésticos en vertederos

* Por rellenos sanitarios.

4.3.3 LOS SUELOS

Los suelos de las Chacras de Lima que cada vez son más pequeños se contaminan por empleo excesivo de plagicidas agroquímicos y por el riego por aguas servidas estas se pueden observar en las zonas del Aeropuerto Jorge Chavez en la zona conocida por el Ayllu donde se cosechan tomates y todo tipo de verduras contaminadas, lo mismo ocurre en otras partes de el Callao hasta llegar a La cuenca del Chillón y a la cuenca del río Lurín Pero el mayor foco contaminante es en el entorno del Río Rímac. Todos estos productos son vendidos en toda la capital.

Lógicamente, al contaminarse los suelos ocurre lo propio con los productos de pan llevar, que producen estos los cuales terminan en nuestras mesas.

También se puede afirmar que le 50% de las tierras agrícolas irrigadas están afectadas por el proceso de salinización en mayor o menor grado.

Uno de los mayores contaminantes del suelo es a través de los desechos sólidos (basura) que produce la capital. La basura, cada limeño produce medio kilo de basura cada día por lo que en total nuestra ciudad arroja unas 3,500 toneladas diariamente.

De este total se recoge por medio de los carros recolectores municipales el 60 %, de lo cual la mitad es decir 30% va a los rellenos sanitarios. El otro 40% restante que no se recoge, más el 30% que se recoge pero no va a los rellenos sanitarios, suman un 70% (2450 Tn.) de la basura diaria de Lima que se quema, se arroja a las riberas del río Rímac, Chillón y Lurín y el resto es seleccionada para llevarlas a las chancherías que se encuentran en las riveras del río, por el Aeropuerto Jorge Chavez, en Ventanilla, San Juan y otros, y por ultimo en las zonas de reciclaje sin ningún sustento técnico, creándose zonas donde depositan botellas, fierros, cartones, papeles, plásticos, etc. El resto simplemente se quedan en las calles o viviendas(generalmente en los techos, depósitos o azoteas)

El caso más saltante de la contaminación van desde la tugurización, hasta la inadecuada ubicación de los cementerios, mala ubicación de las fabricas . un ejemplo es las industrias de la Av. Argentina Aviación, y otras que se encuentran ubicadas en Lima Central.

4.4 LEYES PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

En el Perú se han promulgado leyes importantes en la que nos podemos amparar para disminuir el alto nivel de contaminación de Lima.

Las más conocidas son:

- Ley general de Aguas
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre

- Ley general de Pesquería
- Ley de la Promoción de Inversiones en el Agro
- Ley general de Bases para la Regionalización
- Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales
- Código Penal del Perú (1991), contempla la tipificación de delito ecológico
- Conservación de Áreas Protegidas (Parques, reservas, bosques, santuarios)

4.5 RESIDUOS SÓLIDOS EN LIMA METROPOLITANA

4.5.1 EL PROBLEMA DE LA BASURA

La explotación irracional de los recursos naturales, años atrás se daba por que se creía que eran inagotables, pero con el progreso industrial y un desordenado crecimiento demográfico que duplico y hasta cuadruplico la población, ocasionaron que el consumo y producción crecieran más rápido de lo previsto, ocasionando el crecimiento de los desechos industriales y urbanos.

Las consecuencias son enormes tanto directas como indirectas, pues el aumento de sustancias tóxicas en la atmósfera, el agua y el suelo, así también el incremento del consumo de los recursos naturales, han determinado que en muchos casos los sistemas ecológicos hallan colapsado, dando origen a la biocenosis real. Algunos de los desechos industriales producto del consumo han causado catástrofes ecológicas.

En nuestro país durante estas últimas décadas aún no se ha tomado conciencia del problema, sin duda el punto más importante y el fondo es el poblacional, se siguen cortando arboles y llenando nuestro medio de basura, se reducen nuestras posibilidades de supervivencia, atentando contra el medio ambiente en diferentes formas.

El término de basura es usado libremente sin contar con una definición satisfactoria.

Cada una de las personas somos los principales generadores de desechos sólidos, en el trabajo en la vía pública y en el hogar ya sean estos orgánicos como inorgánicos.

Cuando realizamos nuestras actividades sin darnos cuenta automáticamente estamos contaminando el ambiente, por lo cual debemos tomar conciencia para seguir una política de recuperación y renovación de nuestro medio ambiente

La generación de estos desechos es un problema mundial, las cuales se estudian de acuerdo a lugar donde se produce, pueden ser estos urbanos, rurales, así como industriales, domésticos y de mercados.

Podemos tomar también la basura como una radiografía de las personas, por el tipo de basura generada, podemos saber la calidad de vida que llevan dichos individuos.

4.5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS POR SU ORIGEN

- **Residuos domésticos:** Este tipo de residuos comprenden los desperdicios generados en los hogares, pudiendo ser, los desechos de bienes alimenticios (residuos orgánicos), trapos, papeles, vidrios, latas, plásticos, etc.
- **Residuos Comerciales:** Esos residuos son procedentes de los establecimientos comerciales los cuales en su mayor parte están conformados por embalajes tales como cartones, caucho, plásticos, botellas, papeles.

Estos poseen un alto poder calorífero y tienen valor económico que permiten su recuperación, este tipo de residuos son recolectados para su reutilización por ser poco putrescibles y permiten su almacenamiento.

- **Residuos Industriales:** La mayor parte de los desechos provenientes de las fábricas de procesamiento y transformación van a mezclarse con desechos alimenticios, materiales de empaque, metales, plásticos madera y restos de procesamiento químicos convirtiéndose de seta manera en uno de los residuos más contaminantes los cuales comprenden los residuos tóxicos y no tóxicos

Residuos Tóxicos, estos residuos para su retiro o eliminación requieren de un servicio o tratamiento especial, entre las cuales se encuentran los desperdicios generados por los hospitales

- **Residuos de los Mercados:** Estos son generados en los mercados o centros de abastos de producción para el consumo doméstico los cuales son resultado de la manipulación, almacenamiento y venta de los mismos, estos están formados por sobras de verduras, frutas, carnes y otros residuos alimenticios los cuales por su composición requieren de una eliminación rápida.

La producción de la basura de los mercados es enorme y cotizada por que sirve de alimento para los cerdos, la misma que no debe estar mezclada con desperdicios inorgánicos, para que posteriormente se de un tratamiento de pasteurización, como se hace en algunos países, transformándose de esta manera en alimento nutritivo.

- **Residuos de Calles:** Estos son generados por la actividad humana o natural entre ellos tenemos polvo, hojas que son de origen natural así como los desperdicios de los transeúntes, comerciantes que arrojan a la vía pública papeles, colillas, envolturas y otros.
- **Residuos de Construcción:** Producidos en los procesos de construcción y demolición, formados por tierra, piedra, yeso, madera, aluminio, cartón; pueden ser reciclados para su reutilización o comercialización.

- **Residuos Follaje:** En su mayor parte son residuos orgánicos provenientes de los parques y jardines (hojas, arbustos), estos materiales en estado húmedo se descomponen con rapidez convirtiéndose en el centro de concentración de insectos.
- **Residuos Volúmenes:** Estos residuos comprenden objetos de gran tamaño o volumen los cuales se encuentran en poco porcentaje en el área urbana

4.5.3 PRODUCCIÓN PRECIPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS (LIMA METROPOLITANA) ⁽¹⁾

Luego del censo realizado sobre la basura se obtuvieron los siguientes resultados.

(Ver. Plano N° IV - 15)

- La producción precipita o sea la cantidad de basura producida en Kg./habitantes es de 0.540 Kg. En Lima Metropolitana.
- Cada ciudad tiene una cantidad en toneladas de producción en basura, Lima en 1995 produjo por día 3,530 Ton./día.
- En Lima el 70% de las calles no tiene barrido.
- La recolección de residuos sólidos urbanos abarca una cobertura de 40%, es decir 1,416 TM llegan a dos rellenos sanitarios.
- El 60 % restante de 2,114 TM, una parte son llevados a los diferentes botaderos a cielo abierto que existe en Lima Metropolitana (Ver Plano N° IV -), las mismas que no cuentan con un control sanitario. La otra parte se queda en las calles, avenidas, mercados, reciclaje y otros lo hechan a los ríos Rímac, Lurín y Chillón o son quemados. Se estima que para el año 2,010, Lima producirá 8,101 TM/día.
- Los desechos sólidos de Lima Metropolitana están constituidos por:

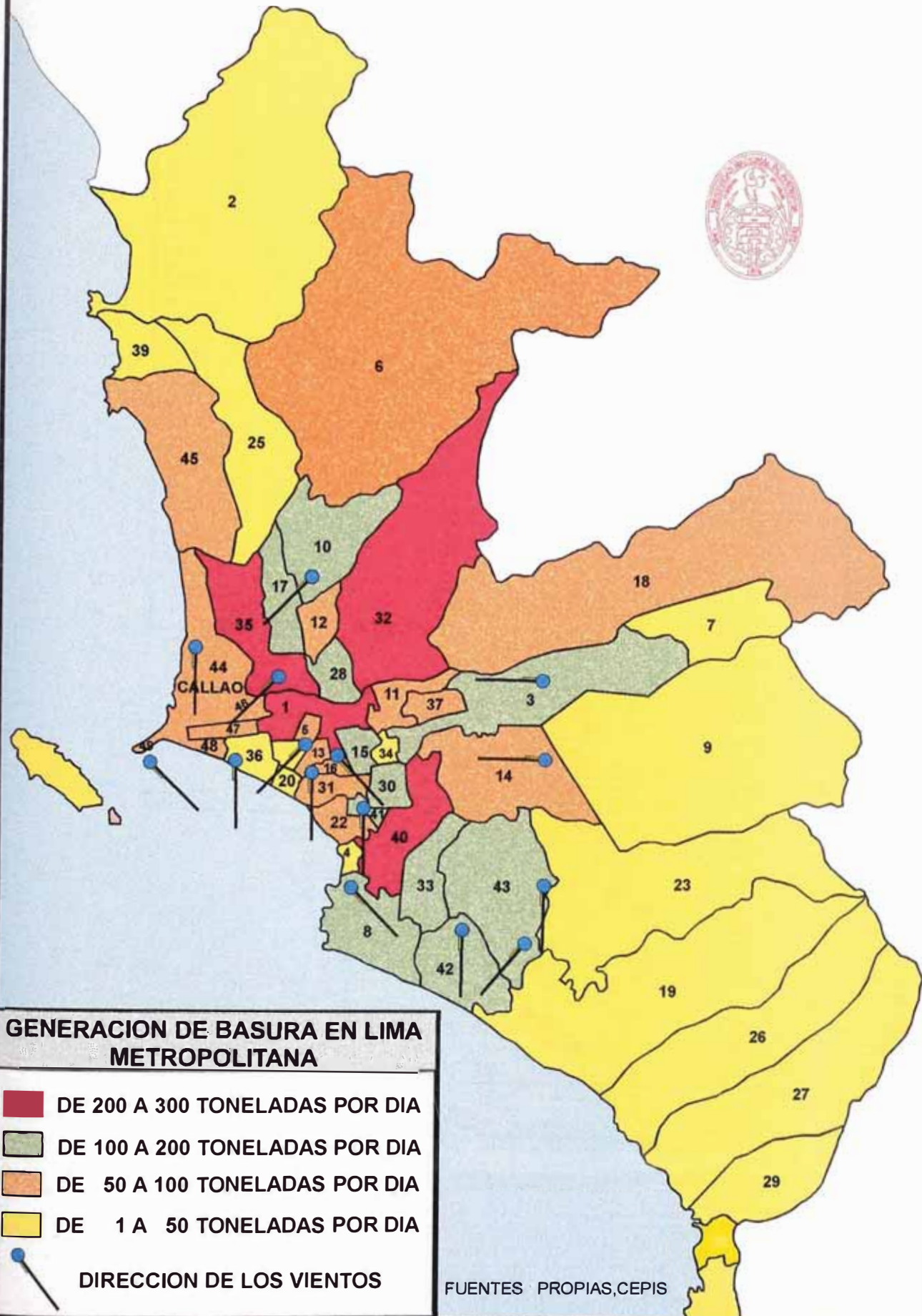
1. Materia Orgánica	50 - 60 %
2. Papel Cartón	10 - 15 %
3. Escombros	5 - 10 %
4. Plásticos	5 - 8 %
5. Metales	5 - 10 %
6. Vidrios	2 - 5 %
7. Trapos y otros	2 - 8 %

4.5.4 ZONIFICACIÓN DE LOS RELLENOS SANITARIOS EN LIMA ⁽¹⁾

Se a zonificado los rellenos sanitarios en cuatro tipos (Ver Plano N° IV - 16):

- Planta de Tratamiento
- Deposición final de la basura controlada

(1) FUENTES PROPIAS EN BASE AL PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO, CEPIS



GENERACION DE BASURA EN LIMA METROPOLITANA

- DE 200 A 300 TONELADAS POR DIA
- DE 100 A 200 TONELADAS POR DIA
- DE 50 A 100 TONELADAS POR DIA
- DE 1 A 50 TONELADAS POR DIA

DIRECCION DE LOS VIENTOS

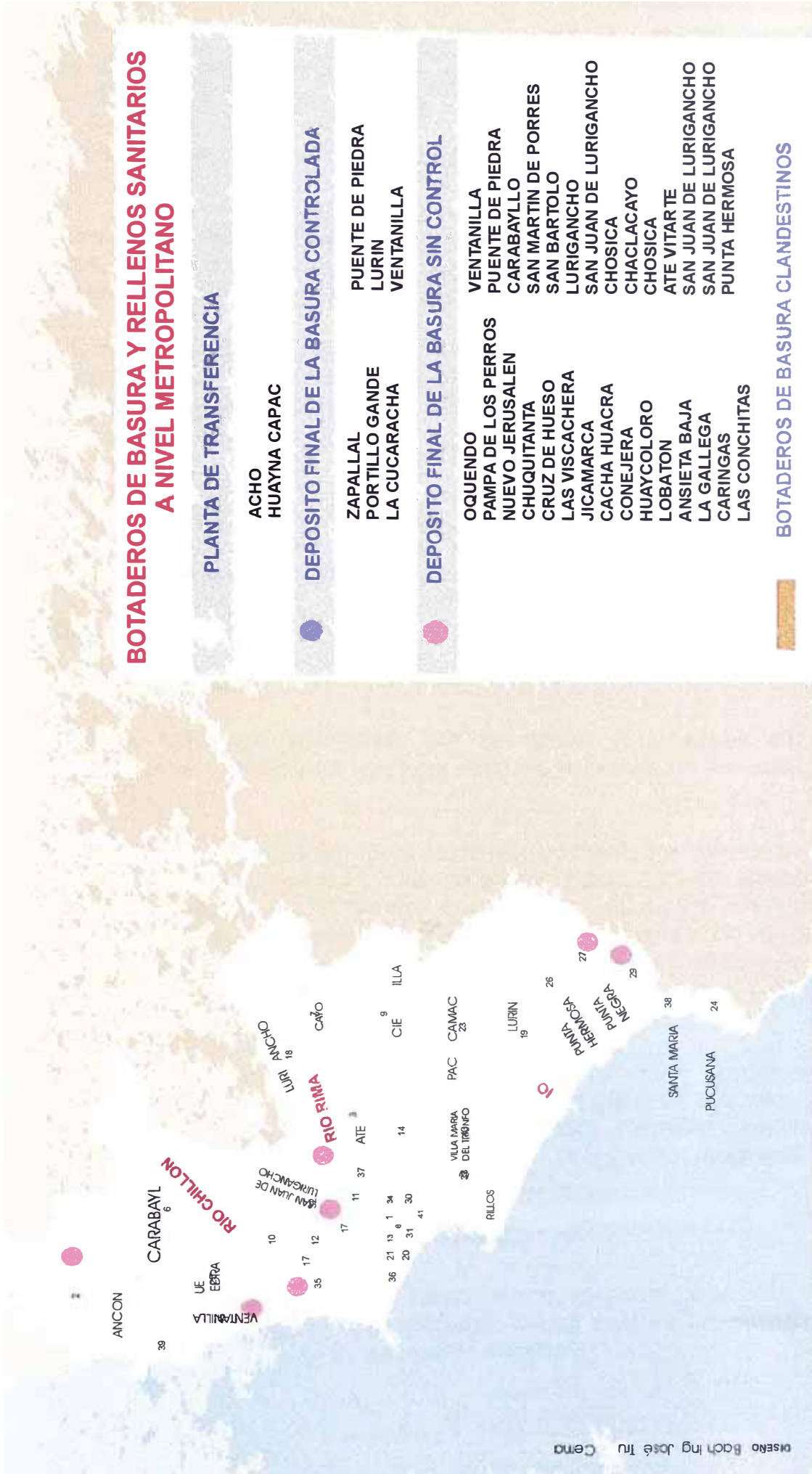
FUENTES: PROPIAS, CEPIS

VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

IDENTIFICACION DE ZONAS VULNERABLES DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS RIMAC - CHILLON - LURIN

ELABORADO POR:
Barrington JOSE TRUJILLO CERNA

PLANO N° III - 15 FECHA: ENERO 1998



BOTADEROS DE BASURA Y RELLENOS SANITARIOS A NIVEL METROPOLITANO

PLANTA DE TRANSFERENCIA

ACHO
HUAYNA CAPAC

DEPOSITO FINAL DE LA BASURA CONTROLADA

ZAPALLAL
PORTILLO GANDE
LA CUCARACHA

PUENTE DE PIEDRA
LURIN
VENTANILLA

DEPOSITO FINAL DE LA BASURA SIN CONTROL

OQUENDO
PAMPA DE LOS PERROS
NUEVO JERUSALEN
CHUQUITANTA
CRUZ DE HUESO
LAS VISCACHERA
JICAMARCA
CACHA HUACRA
CONEJERA
HUAYCOLORO
LOBATON
ANSIETA BAJA
LA GALLEGA
CARINGAS
LAS CONCHITAS

VENTANILLA
PUENTE DE PIEDRA
CARABAYLLO
SAN MARTIN DE PORRES
SAN BARTOLO
LURIGANCHO
SAN JUAN DE LURIGANCHO
CHOSICA
CHACLACAYO
CHOSICA
ATE VITARTE
SAN JUAN DE LURIGANCHO
SAN JUAN DE LURIGANCHO
PUNTA HERMOSA

BOTADEROS DE BASURA CLANDESTINOS

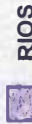
**VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA CUENCA MEDIA
Y BAJA DEL RIO RIMAC; REUBICACION UNA
ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

**IDENTIFICACION DE ZONAS VULNERABLES DE LAS
CUENCAS DE LOS RIO RIMAC - CHILLON - LURIN**



ELABORADO POR:

Bach. Ing. JOSE TRUJILLO CERNA



RIOS

FECHA
ENERO 1998

PLANO N°
IV - 16

- Deposito final de la basura sin control
- Botaderos de basura clandestino

Se sugiere tratar con cal los basurales que es un tratamiento rápido y económico.

El aumento de la temperatura que se registran en la época de verano en ciudad de Lima, afectan sensiblemente y aceleran la descomposición de los desechos en especial los de sustancia orgánicas conformantes de la basura,

Una forma de neutralizar los efectos nocivos de los desechos sólidos es mediante la aplicación inmediata de una proporción adecuada de cal a los basurales en cantidades de un metro cúbico de cal por cada 20 metros cúbicos de desechos sólidos.

También se reitera que la aplicación de la cal debe ser proporcional a la naturaleza de los desechos y si ellos son de procedencia orgánica con mayor razón, esta tarea es de exclusivo tratamiento y responsabilidad de los municipios, esto es para el tratamiento y eliminación de los desperdicios.

4.6 DEL SERVICIO DE LIMPIEZA

4.6.1 RECOLECCIÓN

Comprende todas las actividades que se deben llevar acabo en forma sistemática para garantizar el oportuno retiro de la basura de las calles de la ciudad.

De otro lado, los responsables de la recolección deben poder identificar por lo menos las basuras o residuos más peligrosos como son los desperdicios sépticos provenientes de los centros hospitalarios, y/o de los laboratorios o industrias químicas importantes; puesto que estos desechos no se pueden manipular de la misma forma que los residuos domiciliarios o del comercio. La alta peligrosidad de estas basuras significa un alto riesgo para la población y por lo tanto es necesario tomar las medidas precautorias.

La recolección necesita de un seguimiento en términos cuantitativos y cualitativas para saber cuando se ha recogido cada día u en que zona, y con que tipo de vehículo; ya que de otra forma se hace imposible cuantificar los logros de los objetivos y las metas de recolección de la gestión municipal.

4.6.2 BARRIDO

Este es un servicio que en nuestro medio ha sido, es y será por mucho tiempo intensivo en mano de obra (no calificada), lo que significa un esfuerzo muy grande de organización y de comunidad de servicio.

Como en el servicio de recolección, éste requiere de responsables capaces de establecer las rutas y las frecuencias necesarias, garantizando al mismo tiempo las herramientas de trabajo e implementos de cada trabajador

El mayor o menor grado de necesidad del servicio de barrido estará dado por la consideración de una serie de factores como:

- El Clima.
- La afluencia del público
- La importancia del lugar
- El uso que se le da a la zona
- La presencia de comercio ambulatorio y otros.

4.6.3 DISPOSICIÓN FINAL

Si bien los servicios arriba mencionados, de una u otra forma las administraciones ediles lo han estado realizando en la forma en que han podido. El desinterés de la administraciones ediles han dado como resultado a que los botaderos a cielo abierto se sigan incrementando.

Ahora bien, si ya anteriormente se hizo notar el peligro que pueden representar las basuras, es lógico deducir que con la concentración de los botaderos a cielo abierto y sin ningún control, el peligro de contaminación de todo tipo es muchísimo mayor.

Históricamente los botaderos, se han ido ubicando a las afueras de las ciudades, pero el problema se ha ido agravando con la ubicación de éstos dentro de la ciudad en forma temporal. Pero la mayor tragedia es de que en estos botaderos es precisamente donde se han asentado los “Chancheros” Esta utilización de los residuos orgánicos y restos de alimentos de toda procedencia constituye, un crimen hacia las personas. Estos animales, que no son solo cerdos ya que también se han encontrado aves de corral, que luego son “beneficiados” y llevados a los mercados y puestos a la venta para el consumo popular.

En Lima Metropolitana muchos de los asentamientos humanos se han desarrollado sobre antiguos botaderos “ no oficiales “, lo que ha dado como resultado a que dichas zonas urbanas tengan problemas de inestabilidad de sus estructuras por el continuo proceso de asentamiento diferencial de sus bases, así mismo que estos depósitos de material orgánico puestos al contacto con el agua, entran en proceso de descomposición, generando gases tóxicos.

4.6.4 RECICLAJE DE LOS PRODUCTOS

Es indudablemente que el problema de la contaminación se inicia cuando el poder contaminante de la actividad humana llega a rebasar la capacidad de autodepuración del sistema ecológico, no es menos cierto que un verdadero control de la contaminación debería consistir en el Reciclaje o reutilización de los materiales, o en la introducción de prácticas similares a los procesos

biológicos que incluyan cualquier peligro para el hombre y mantengan la estabilidad de los ecosistemas.

La solución técnica ha de consistir en cuidar de algún modo el retorno de los materiales a su origen, lo que implica una solución económica, pagar por este proceso de retorno.

El problema del reciclaje de los productos contaminantes varía de un país a otro. Solo una estructura económica que resuelva convenientemente y como un proceso en la biosfera el reciclaje de la producción humana de energías y de materiales puede solucionar satisfactoriamente el problema de la contaminación.

En los países donde se han tomado conciencia de las crisis ambiental, el reciclaje ha tomado una gran acogida, para evitar la degradación de nuestro hábitat.

Métodos comunes en otros países, como el uso del metano producido por los rellenos sanitarios, la incineración de los desechos como combustibles o la compresión de los desperdicios para producir aceite industrial, no se aplican aquí por que sus costos serian elevados y no justificarían los resultados.

Uno de los sistemas más sencillos y que sí se desarrolla en Lima, es la producción de un mejorador de tierras llamado "COMPOST" a partir de los desechos orgánicos.

La basura Limeña en términos cualitativos es pobre con respecto a la de otros países. Se estima que el 16 % tiene valor de cambio.

4.7 PROBLEMAS DEL AIRE EN LIMA METROPOLITANA

Sabemos que la atmósfera existe hace miles de años y creemos que siempre estará allí, disponible para usarla sin ningún costo sin ninguna consecuencia. Confiamos en que la naturaleza renueve el aire y se lleve los humos nocivos de nuestros automóviles y nuestras fabricas, sin importar el nivel de emisión. Desafortunadamente, las consecuencias de esta actitud se están dejando sentir. Los almacenes. Los almacenes naturales están llegando a su límite, induciendo problemas climáticos así como daños cerebrales irreversibles y disminución del coeficiente intelectual en los niños. Por ello es necesario cambiar de actitud y tomar medidas que contribuyan a la disminución de los niveles de contaminación aéreo.

4.7.1 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Los principales contaminantes del aire son las partículas en suspensión, el smog, el dióxido de azufre y el monóxido de carbono.

- Partículas en Suspensión: Son piezas de ceniza, humo, hollín o polvo, que son liberados durante los procesos industriales, prácticas agrícolas o quema de combustibles. Las partículas más pequeñas, que permanecen flotando en

el aire por varios días, pueden alojarse en los pulmones y contribuir a enfermedades respiratorias.

- **Smog:** Se forma cuando el óxido de nitrógeno, producido durante la quema de combustible (el componente más importante del smog es el ozono) un gas que produce irritación a los ojos y problemas respiratorios y disminuye el crecimiento de la plantas.
- **Dióxido de Azufre:** Es un gas liberado durante la quema de combustible que contiene azufre, como el aceite y el carbón. Causa problemas respiratorios y es un componente principal de la lluvia ácida.
- **Monóxido de Carbono:** Es un gas liberado durante una combustión incompleta. Es inodoro y en altas concentraciones puede ser mortal. Su inhalación disminuye la capacidad de absorber oxígeno, causando dolor de cabeza y sofocación, principalmente en aquellas personas que sufren de problemas cardíacos y respiratorios.

Los contaminantes aéreos pueden también causar efectos indirectos sobre el ecosistema, en la medida que causan aumentos en la temperatura, cambios en el PH y disminución de la capa de ozono. En Lima se esta produciendo el efecto invernadero.

4.7.2 PROBLEMÁTICA DE LIMA ⁽¹⁾

Lima es señalada como la región con más problemas de contaminación ambiental, causada principalmente por los escapes de los vehículos o por las plantas eléctricas e industriales así como las constantes filtraciones de aguas negras a la superficie, generada mayormente por la ruptura de las redes de desagüe, considerados como el principal problema de medio ambiente.

La gravedad del problema variará de acuerdo a las tendencias imperantes de los vientos y la estratificación térmica, la geografía urbana, los niveles de industrialización y motorización, y la incidencia de la exposición humana tanto en los espacios cerrados como al aire libre. Es importante observar que aunque la causa de muchos de esos problemas sea urbana, sus efectos pueden hacerse sentir tanto dentro como fuera de la ciudad como es el caso de Lima.

Los contaminantes sólidos sedimentables son aquellos que caen en los techos, en las pistas e incluso en la ropa y en el rostro de las personas. Los principales contaminantes de este tipo se encuentran el azufre, calcio, cadmio, cobre Cromo, fierro, magnesio, sodio, plomo, potasio y zinc.

El promedio de contaminantes sólidos sedimentables en Lima Metropolitana excede el límite máximo permisible por la organización Mundial de la Salud (OMS). Cuyo límite es de 5 toneladas por kilómetro cuadrado en 30 días (T/km²/30 días); sin embargo el menor valor registrado en Lima es de 2.8 T/Km²/30 días y el mayor valor registrado es de 25.41 T/Km²/30días.

(1) FUENTES PROPIAS EN BASE AL PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO, CEPIS Y SENAMI

El distrito menos contaminado es San Miguel, con 2.8 T/Km²/30días. Esto se explica por la ubicación por la ubicación de las industrias, ubicación de los depósitos de basura, la geomorfología de Lima (sus cerros) y por la dirección de los vientos, estos vientos tienen un promedio de 15 Km./hora y un máximo de 30.

La mayor concentración industrial se encuentra en Lima Cercado (45.5%), seguido por Callao (18.3%). Las emisiones de esas industrias son llevadas por los vientos que corren de Sur a Norte y de Sudoeste a Norte, y su paso es detenido por la cadena de cerros que se encuentra en la parte Noreste de Lima. Por esta razón, aunque Rimac, Comas y Carabaylo tienen muy poca concentración industrial, son los distritos que registran mayor contaminación.

Las Partículas en suspensión en las principales avenidas del centro de la ciudad, superan las 36 partes por millón (ppm) durante una hora, de monóxido de carbono, agravándose el problema en las horas punta de mayor tránsito (08, 13 y 19 horas) llegando incluso por encima de las 50 ppm en una hora, sobrepasando el límite máximo permisible de 30 ppm. establecido por la OMS.

Las áreas que presentan mayor cantidad de plomo sedimentario están significativamente correlacionados con las áreas de intenso tránsito vehicular. Esto se debe a que en el País se usa como antidetonante en la gasolina 1.3 gr , de plomo por litro.

4.8 DESARROLLO SOSTENIBLE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

Las personas son los agentes de los desastres. Las decisiones tomadas por los individuos en los diversos sectores, a todo nivel, tienen una enorme influencia colectiva en la vulnerabilidad de la comunidad.

El hecho es que todos los desastres pueden ser reducidos hasta cierto punto. La prevención probada, la preparación y las medidas de respuesta a la emergencia realmente existen y deben ser ejecutadas, aun donde los recursos son limitados. A la larga, estas medidas de reducción del desastre cuestan mucho menos que el socorro y reconstrucción cada vez que un desastre ocurre.

El auxilio sigue siendo la forma básica del manejo de los desastres. Los recursos gastados en la asistencia y la recuperación alcanzan al 96% de todos los recursos usados anualmente en actividades relacionadas con los desastres.

El actual crecimiento acelerado e incontrolado de la ciudad de Lima está llevando a una repentina explosión fuera de sus confines históricos. Esto la ha hecho vulnerable en forma creciente a peligros que han desaparecido de la memoria colectiva de sus ciudadanos, que han perdido la habilidad de percibir fenómenos naturales peligrosos. A esto debe añadirse los peligros causados por el impacto de actividades y estructuras del hombre en un ambiente físico frágil de por sí, cuya degradación incrementa aún más el tipo, número e intensidad de peligros "naturales" que amenazan al hombre.

La despoblación rural, que viene junto con la migración hacia las ciudades, induce también nuevos fenómenos de inestabilidad física, ya que estas familias se van asentando en zonas vulnerables a fenómenos geodinámicos. Estos se relacionan posteriormente al decaimiento del drenaje y otras obras civiles que eran anteriormente mantenidas por la población del campo. La hiperconcentración de personas, bienes, servicios, infraestructura y medios de producción en las "ciudades" de hoy hace a la humanidad particularmente vulnerable, mucho más si tomamos en cuenta que la calidad de construcción y la tecnología utilizada frecuentemente deja mucho que desear.

En cualquiera de los casos, la perturbación ambiental, y la desorganización social e institucional que resulta usualmente de los desastres en la ciudad de Lima forman un verdadero freno al desarrollo de país.

Aunque la mayoría de peligros naturales son inevitables, sus efectos se pueden prevenir o mitigar. La inestabilidad física de la cuenca del río Rímac puede ser evitada. Acciones específicas, como mecanismos confiables de predicción y advertencia, respuestas a emergencias planificadas cuidadosamente, políticas de usos del suelo juiciosas, diseños resistentes a desastres, a la vez que códigos y normas constructivos que pueden hacerse.

Sin embargo, hasta ahora las medidas de mitigación no han sido implementadas ampliamente debido a barreras económicas, sociales y políticas. La mitigación se percibe comúnmente como restrictiva en naturaleza, costosa e incompatible con las metas de desarrollo económico. Más aún, en donde los recursos económicos son de por sí inadecuados para cubrir las necesidades humanas básicas, la reducción del riesgo puede aparecer en una posición baja en la lista de prioridades nacionales.

4.8.1 EL MANEJO PREVENTIVO DE RIESGOS Y EL AMBIENTE.

La ciudad de Lima experimenta un crecimiento explosivo y no puede ya controlar su expansión, particularmente en las zonas periféricas, su estrategia de desarrollo se basa en una aproximación de los proyectos de inversión sectorial más no integral.

Si no se toman en cuenta las limitaciones ambientales para tales proyectos de inversión, se pueden causar nuevos peligros naturales a los ya existentes y pueden incrementarse en frecuencia o severidad. El efecto acumulativo de decisiones independientes múltiples puede de esta manera efectiva de promover el bienestar social. Las estrategias de desarrollo integrado son preferidas mucho más, pero también requieren de un control efectivo sobre el crecimiento. Una política de desarrollo debe basarse en una aproximación doble, socioeconómica y ambiental.

Hoy en día, muchas "ciudades" parecen ser creaciones divorciadas de la naturaleza, a la que explotan a su conveniencia, imponiendo sobre ella su propio equilibrio y dinámica, y degradando sus características físico-químicas y biológicas. Ellos se comportan como entidades autónomas, devorando el espacio natural, difíciles de controlar y cuya entropía en un sentido físico, social

y cultural pueden terminar en comprometer a los proyectos de desarrollo a mediano y largo plazo.

Los peligros asociados con la ocupación el terreno por el hombre incluyen

I) Subsistencia (debido a la explotación de agua subterránea) asentamiento y colapso (debido a colapso de cavidad subterráneas), también a la regresión marina por la profundización del nivel de la napa freática

II) Elevamiento de niveles piezométricos y la resultante inundación del espacio urbano por debajo de la superficie (por ejemplo sótanos, espacios subterráneos, estacionamiento, garajes, etc.), estos para el caso de zonas con nivel de napa freática menores a los 10 metros

iii) La contaminación del suelo y el agua por desperdicios sólidos y líquidos, derramamientos accidentales, filtraciones y lugares de relleno pobremente disecados, además de la contaminación por el mal estado de las redes de agua y desagües

iv) Pérdida de capacidad portante de cimentación de suelos (debido a saturación, cargas concentradas, erosión interna, etc.), inestabilidad de los suelos por presencia de los fenómenos de licuefacción de suelos, expansión de arcillas y asentamientos diferenciales.

v) Pérdida de recursos naturales (materiales de construcción, agua, etc.), disminución de áreas verdes, disminución de el ancho y profundidad de los cauces de los ríos

Los desastres naturales, con o sin la influencia del hombre, incluyen

a) Inundaciones, flujos de lodo, erosión y sedimentación (particularmente aquella resultante de la deforestación)

b) Deslizamientos, tanto naturales como inducidos por el hombre (por ejemplo, el corte o sobrecarga de laderas, cambios de flujo de agua subterránea),

c) Terremotos, erupciones volcánicas;

d) Erosión costera y sedimentación,

e) Expansión o concentración (desechación) de suelos

En la planificación urbana y regional, el hombre actúa sobre su ambiente delineando un plan de organización espacial, sin embargo, él no puede crear un espacio sin tomar en cuenta las propiedades, límites y amenazas del medio ambiente natural. Ha llegado el tiempo de hacer despertar a las ciudades a la realidad de que ellas como otras ciudades en el pasado, deben integrarse al

sitio natural de una manera orgánica. Desde este punto de vista, la Ingeniería Civil y tiene un rol pivotante que jugar El medio ambiente físico (estructura y dinámica) que rodea y soporte a la vida humana, representa la estructura conceptual para la acción de la planificación ambiental.

4.8.2 EL MANEJO DE DESASTRE Y EL MEDIO AMBIENTE FÍSICO PARA UNA PLANIFICACIÓN SALUDABLE Y SEGURA A LARGO PLAZO

Los proyectos de desarrollo sostenido deben incorporar un manejo ambiental saludable y seguro. ellos deben diseñarse para.

- * mejorar la calidad de vida y seguridad.
- * proteger o restaurar la calidad ambiental.
- * asegurar que los recursos naturales y patrimonio no sean degradados.
- * asegurar que la amenaza de los peligros naturales no sea exacerbada.

En la perspectiva del DIRDN, el concepto de desarrollo sostenido requiere una aproximación total de los problemas, tomando en cuenta todos los elementos que pueden influir el medio ambiente para una planificación urbana con los objetivos de seguridad pública y salud.

- * la evaluación ambiental de proyectos y la protección del ambiente
- * monitoreo continuo del medio ambiente y manejo ambiental.
- * estudio y manejo de riesgos, incluyendo planes para su prevención y la preparación para afrontar estos fenómenos.
- * el diseño y uso de modelos especiales del medio ambiente

En este contexto, el manejo saludable y seguro del medio ambiente físico y peligros naturales es un factor fundamental para la planificación urbana, es una tarea de mayor importancia de desarrollo dentro de la estructura del DIRDN, de métodos apropiados para la evaluación y manejo de las inestabilidades física de la ciudad.

4.8.3 LA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DE LA PLANIFICACIÓN URBANA PREVENTIVA

La aproximación conceptual para el manejo de la inestabilidad física en el desarrollo y planificación urbana debe organizarse dentro de una estructura lógica, como a continuación se indica:

* Análisis del medio ambiente de la "ciudad" (el biotipo urbano; un nuevo medio).

- i) El medio ambiente "natural" geomorfológicas, condiciones geodinámicas, agua de superficie y subterránea, climatología, etc.
- ii) El medio ambiente "hecho por el hombre" organización especial, uso del suelo, tipos de construcción, el tejido urbano, fases principales de expansión

urbana, fuentes de contaminación (efluentes humanos, disposición de desperdicios, industrias, etc.);

iii) Organización de la comunidad para manejar riesgos y el medio ambiente físico en la planificación urbana.

* Procesos de inestabilidad física y su relación con condiciones de desarrollo urbano.

- Impacto del desarrollo urbano sobre el medio ambiente geomorfológico (interacción humana). Disminuyendo o elevando la napa freática, pérdida de capacidad portante de la cimentación; inestabilidad de laderas y excavaciones subterráneas; contaminación del suelo y agua, agotamiento de recursos naturales, etc.
- La evaluación de peligros naturales para la planificación urbana
- La interacción entre los peligros naturales y el impacto urbano sobre el medio ambiente. Determinación de procesos de inestabilidad física y de la vulnerabilidad geo-ecológica del medio ambiente urbano, que conduce a peligros "naturales" inducidos.

* Evaluación del impacto socioeconómico de la inestabilidad física sobre el desarrollo urbano. Análisis de riesgo

* El manejo de riesgos y el medio ambiente

- Los medios de mitigación y prevención de riesgos debido a inestabilidades físicas, acciones científicas e ingenieriles.
- Acciones para proteger y rehabilitar el medio ambiente urbano.
- Monitoreo y control, manejo de datos, predicción, advertencia, preparación para crisis y manejo de desastres normas de edificación, usos del suelo, manejo ambiental, reforzamiento de redes de líneas vitales, educación y entrenamiento e información.

* Contribución en la toma de decisiones para el manejo ambiental

- Evaluación de la capacidad geo-ecológica de áreas urbanas (recursos y fragilidad) bases ambientales para estructuración espacial.
- Análisis de costo-beneficio de las acciones preventivas para desastres naturales y/o para protección ambiental.
- Sistemas o métodos de manejo de datos, para hacer accesible la información al usuario final.

* Sistema institucional (estructura y organización): finanzas, planificación del desarrollo integrado, control de operaciones, advertencia, servicios de rescate.

- * Plan de comunicaciones: información y toma de consciencia de los que deben tomar decisiones y la población

4.8.4 EVALUANDO LOS RIESGOS EN ÁREAS URBANAS.

La evaluación del riesgo es un estimado de las posibles pérdidas debidas a peligros naturales que una población esté expuesta. Una vez que estas pérdidas se conocen, se puede evaluar los beneficios de diversas medidas para reducir pérdidas.

4.8.4.1 Identificación del peligro

En la identificación del peligro de una zona se reconoce los fenómenos físicos específicos a los efectos físicos a los cuales está expuesta.

Las zonas de peligro pueden ser mapeadas o digitalizadas de acuerdo con la frecuencia, localización, intensidad y probabilidad de eventos peligrosos futuros. Frecuentemente se puede llevar a cabo identificaciones del peligro preliminares y realistas sobre la base de mapas geomorfológicos, geodinámicos existentes; información climática e hidrológica; mapas topográficos; crónicas históricas e informes publicados.

La identificación del peligro debe ser un proceso progresivo. Constantemente se produce una nueva información sobre la frecuencia y probabilidad de los eventos naturales y puede ser usada para perfeccionar y actualizar los mapas de peligro. Además, constantemente se emprende nuevas actividades de desarrollo, que pueden afectar la intensidad de ciertos tipos de peligros naturales. El progreso y desarrollo generan estos peligros.

4.8.4.2 Análisis de vulnerabilidad

Un análisis de la vulnerabilidad toma en consideración a la población, a las estructuras, a los trabajos de ingeniería y otras instalaciones en riesgo en áreas propensas al peligro. Los análisis de la vulnerabilidad, como las identificaciones del peligro, frecuentemente pueden llevarse a cabo sin inversiones costosas en nueva información. Gran parte de los datos que se necesitan para las evaluaciones de la vulnerabilidad y están disponibles en la información histórica sobre pérdidas en las estructuras durante desastres pasados.

Las evaluaciones de la vulnerabilidad deben ser actualizadas periódicamente. La vulnerabilidad de una comunidad cambia continuamente con las fluctuaciones de la población y la construcción de nuevas viviendas, carreteras, instalaciones industriales y otra infraestructura. Además la información obtenidas después de la ocurrencia de los desastres naturales deber ser usada para actualizar las evaluaciones de la vulnerabilidad.

4.8.4.3 Evaluación del riesgo

Tomados juntos, las identificaciones del peligro y los análisis de la vulnerabilidad proveen información sobre el riesgo que una comunidad enfrenta en el tiempo.

Con esta información, los agentes de decisión pueden determinar el nivel de recursos a emplear en la prevención, preparación y medidas de respuesta a la emergencia y pueden identificar la combinación de medidas a tomar. Sin la información provista por la evaluación del riesgo, los beneficios y costos de las medidas para la reducción de los desastres, son difíciles de evaluar.

Frecuentemente, las comunidades no maximizar el valor de las evaluaciones del riesgo porque las usan principalmente para desarrollar planes de respuesta a la emergencia. Realmente, las evaluaciones del riesgo proveen una base crítica a la planificación de actividades de prevención de largo plazo que reducirán la vulnerabilidad de una comunidad sobre una base más permanente.

Habremos fracasado si no persuadimos a los gobiernos y autoridades de que la mitigación de desastres es elemento integral de todo desarrollo. Muchos proyectos del mundo en desarrollo están llevados a cabo tanto por agencias nacionales e internacionales como por organizaciones comunitarias, dirigidos a mejorar la provisión de infraestructura y facilidades comunitarias básicas, y en última instancia la calidad de vida de aquellos afectados. Sin embargo, para dar genuinamente efectivos y sostenibles a largo plazo, estos proyectos deben incorporar una concientización de los principios de la gestión de desastres.

Para la "ciudad" en riesgo, el requerimiento más fundamental es una evaluación integral de peligros y un análisis de costo-beneficio, con el fin de medir las implicaciones económicas y estratégicas de las opciones de mitigación disponibles e identificar las áreas en las cuales mayor acción puede ser útil. Es probable que este análisis destaque la vital consideración de reducir la vulnerabilidad de la infraestructura estratégica mayor.

Costo-efectividad es consideración vital, si la mitigación de desastres abarca la inmensa tarea de renovación de tugurios y desarrollo de asentamientos humanos. en estas condiciones una solución integral y perfecta puede no ser factible dados los recursos disponibles, por lo tanto una cuidadosa priorización ser esencial.

Soluciones costo-efectivas también enfatizarán medidas no costosas que refuerzen la utilización de recursos, habilidades y facilidades existentes. En aspectos tales como educación, incentivo a la preparación y disseminación de información (como notas de consejo y guías de prácticas adecuadas), el rol de gobiernos locales y organizaciones de la comunidad puede ser prácticamente significativo.

4.8.5 DEGRADACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE URBANO Y VULNERABILIDAD A LOS PELIGROS NATURALES.

El creciente paso de la urbanización y la creciente escala de la actividad urbana-industrial están exacerbando la degradación ambiental en ciudades de países en desarrollo, e incrementando la vulnerabilidad de pobladores urbanos, tanto a desastres naturales como tecnológicos (Kreimer y Munasinghe 1992). En adición a intensificar los problemas de los pobres urbanos, tales desastres resultan en pérdida de productividad debido a infraestructura colapsada, y daños a la industria. Esto tiene un efecto secundario sobre la economía nacional, pues las inversiones usualmente declinan debido a la pobreza conducen a una tensión adicional a los recursos, aumentando de esta manera la vulnerabilidad a futuros desastres ambientales.

La demanda por más espacio urbano ha empujado a los pobres a terrenos marginales, vulnerables ambientalmente. La deforestación incrementa la vulnerabilidad de áreas urbanas a sequía, incendios, inundaciones, deslizamientos, sedimentación de presas y reservorios, contaminantes y enfermedades.

4.9 VULNERABILIDAD URBANA Y DESARROLLO SOSTENIDO.

El desarrollo sostenido de áreas urbanas requiere una aproximación balanceada basada en criterios económicos, sociales y ambientales (Munasighe 1993). Por ello, la estructura para el análisis ambiental que conduce a desastres puede construirse alrededor de tres conceptos diferentes pero inter-relacionados, de desarrollo sostenido.

4.9.1 ASPECTOS ECONÓMICOS

La aproximación económica a lo sostenible se basa en la definición Hicksiana de ingreso, que es la cantidad máxima que una persona o comunidad consume sobre un período de tiempo, y ser todavía tan acomodado al final del período como al principio del mismo. Esto significa que la reserva de capital (o activos) que rinden estos beneficios debe mantenerse intacto. Tales activos incluyen a los recursos naturales y a la capacidad del medio ambiente de absorber impactos, tanto inducidos tecnológicamente como naturales y producidos por el hombre son, tal vez, más complementos que sustitutos, y el capital natural, o la pérdida de resistencia ecológica, juegan muchas veces un rol crucial como factor limitante en el desarrollo. Por supuesto, el grado de pérdida de productividad que ocurre como resultado de desastres naturales se determina también por la capacidad de las sociedades humanas a adaptarse y continuar funcionando frente a tensiones y golpes.

Existe una creciente conciencia en que la pobreza urbana y el deterioro ambiental están inter-relacionados muy estrechamente. Por ello, la aproximación económica requiere de métodos de prevención y mitigación de catástrofes ambientales que sean costo-efectivos, por medio de la mejora de medidas reglamentarias, mecanismos de control basados en el mercado (tal como valoración e impuestos) y administración municipal. En adición a proveer una protección ambiental y servicios básicos más integral, esto aliviara las limitaciones sobre la productividad y el crecimiento económico.

Para poder determinar el nivel y tipos de tales políticas es esencial cierta conciencia sobre los costos de los impactos y la internalización de externalidades ambientales dentro del análisis de costo-beneficios. La incorporación de preocupaciones ambientales en las decisiones económicas comprende dos pasos básicos, El primero es comparar los escenarios de proyectos "con" y "sin" para cuantificar los impactos físicos de una actividad económica dada. El segundo paso del análisis es colocar un valor económico sobre los impactos. Se pueden usar una variedad de técnicas de valuación para estimar los valores - efectos sobre rendimiento de productividad, funciones de respuesta a dosis, valuación contingente, valoración edénica, costo de viaje, costo de reemplazo, etc. El concepto básico de valuación económica subyacente en estas técnicas es el deseo de pagar por una mejora del ambiente o una posibilidad reducida de desastre ambiental.

4.9.2 ASPECTOS SOCIALES.

Los impactos de catástrofes ambientales caen con peso desproporcionado sobre los pobres ellos no tienen los recursos financieros para absorber los daños, sus viviendas son de una calidad inferior que no pueden resistir el desastre, y frecuentemente viven en tierras marginales que son las más vulnerables y expuestas a golpes de la naturaleza. Frecuentemente, los pobres viven cerca a una industria peligrosa ambientalmente, tanto porque esas áreas contaminadas son residencialmente las menos deseables, y por que ellos trabajan en esas industrias. Más aún las áreas pobres, debido a su limitada influencia política y financiera, reciben la prioridad más baja, tanto en la instalación inicial como en la restauración de servicios básicos tal como agua, desagüe, manejo de desperdicios sólidos y electricidad.

Se ha hecho más y más evidente que es vital la participación de la comunidad en evadir y mitigar los desastres ambientales. Para poder diseñar e implementar estrategias efectivas y reducir la vulnerabilidad, las comunidades más afectadas deben tener voz en los procedimientos para identificar soluciones específicas al lugar, y para evaluar la eficacia de las medidas propuestas.

La implementación de la planificación contra desastres se realiza de mejor manera en conjunto con las comunidades locales, el gobierno y la industria. Es esencial una mayor conciencia de la comunidad. Existe una necesidad en identificar y entender la percepción del riesgo de la población, desarrollar mejores canales de mayor comunicación y consulta popular, y en apoyarse en recursos locales. Los profundos cambios traídos por la urbanización en muchos casos han socavado el sistema de sustento tradicional. El gobierno debe jugar un rol en impulsar el renacimiento de la interacción comunitaria, en una forma compatible con la vida urbana. Es importante la descentralización de la toma de decisiones en el fortalecimiento de la organización de preparativos, prevención y mitigación de desastres, dada particularmente la necesidad de una rápida respuesta en el caso de la repentina ocurrencia de una catástrofe.

4.9.3 ASPECTOS AMBIENTALES.

La visión ecológica o ambiental del desarrollo sostenido pone énfasis en preservar la resistencia y la habilidad dinámica de sistemas biológicos y físicos en adaptarse a los cambios. La preservación de la biodiversidad permite que el sistema mantenga resistencia protegiéndola de desastres externos. Estos impactos, cuando ocurren, frecuentemente resultan en una pérdida de biodiversidad. La interconexión entre degradación de recurso natural y la mayor vulnerabilidad a catástrofe natural, enfatiza la necesidad de medidas preventivas para limitar la contaminación y la pérdida de recursos naturales

Al igual que subrayamos la importancia de la preservación de la diversidad biológica, debe también reconocerse que la conservación de la biodiversidad requiere la preservación de todas las especies, ni el mantenimiento estético de las condiciones ambientales actuales. Un sistema evolutivo requiere que se mantenga un nivel de biodiversidad que garantice la resistencia de ecosistemas de los que depende el consumo y producción humana, y por ello, el bienestar humano. Es por eso que lo que es esencial es la preservación de bienes ambientales básicos, especialmente aire, agua y calidad de suelo.

4.10 APROXIMACIÓN A UN DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC

Para lograr los objetivos del nuevo desarrollo sostenible se debe incluir:

La promoción del uso sostenido de los recursos naturales

Revertir las tendencias de deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales y recuperar recursos deteriorados

Integrar el concepto ecosocial en los programas, proyectos y actividades

Concertar decisiones responsables en todos los niveles de la sociedad para un entorno equilibrado, involucrando los sectores públicos y privados.

Fomentar la dación de normas ambientales integrales y sencillas en su aplicación.

Reforzar los organismos encargados de la investigación y evaluación del medio ambiente y recursos naturales, para que los informes de estas instituciones sean tomadas en cuenta para el monitoreo y control del medio ambiente y recursos naturales.

Reforzar el desarrollo de los sistemas nacionales y regionales de áreas naturales protegidas por el Estado.

Promover una educación ambiental que articule el desarrollo económico-social con el potencial del territorio.

4.10.1 Zonificación Ecológica

Se debe hacer una zonificación ecológica de la cuenca del río proponiendo:

- Ejecutar progresivamente el reordenamiento de la ocupación de la cuenca del Río Rímac, Chillón, Lurín, Santa Eulalia a través de la identificación y asignación de áreas de especialización y complementariedad productiva.
- Establecer sistemas más equilibrados de asentamiento, priorizando la infraestructura de articulación transversal y longitudinal y la redistribución de la población

4.10.2 Políticas Medio Ambientales en la Cuenca del Río Rímac

* Prevenir y controlar la contaminación ambiental

- Mejorando las condiciones de salud.
- Instalando sistemas de agua y alcantarillado
- Reducir el hacinamiento y tugurización en toda la zona

* Lograr el uso sostenible de los recursos naturales renovables.

- Haciendo un uso eficiente del agua.
- Promoviendo el uso y manejo racional de los recursos hidrobiológicos.
- Manejo Integral de la cuenca hidrográfica
- Conservando los suelos e introduciendo sistemas de recuperación y mejoramiento.
- Mejorando el manejo de las pasturas y evitando el sobre pastoreo
- Fomentar la reforestación con función social, especialmente en las zonas de mayor pobreza.

* Conservar la diversidad biológica.

* Promover la Seguridad de entorno humano.

- Zonificando las áreas de tratamiento de los suelos
- Fomentar la educación a fin de que los pobladores tengan cabal conocimiento de los riesgos a lo que están expuestos sus centros poblados.
- Prevenir los desastres naturales, especialmente aquellos agudizados por las actividades humanas.

- Fomentar la organización a nivel local para enfrentar todo tipo de amenazas.
- Mejorar la eficacia de los organismos responsables de los recursos naturales y medio ambiente.
- Promover normas, estudios y proyectos para asegurar resultados viables.
- Incentivar la participación ciudadana en la toma de decisiones.

4.10.3 Programas Medio Ambientales

Hacer programas de:

- Evaluación y vigilancia del Potencial y usos de los recursos naturales renovables.
- Evaluación y vigilancia del Potencial y uso de los recursos naturales mineros e Hidrocarburos.
- Programa de hidrología y Metodología
- Programa de investigación sobre contaminación por actividades Antrópicas.

4.10.4 Tratamiento en la cuenca media y baja

Se estudiarán y ejecutarán las obras de defensa necesarias contra posibles inundaciones.

No se permitirá ningún tipo de uso en el cause del río salvo el de recreación, ni ninguna actividad extractiva del lecho del río, salvo la descolmatación o limpieza de cause que puedan afectar las características hidráulicas del mismo.

Se estudiarán y ejecutarán las obras de defensa necesarios contra posibles inundaciones y erosión de cause.

4.10.5 Usos del Cauce del Río Rímac

No se permitirá ningún de tipo de uso en el cause del río salvo el de recreación, ninguna actividad extractiva del lecho del río por afectar las características hidráulicas del mismo.

4.10.6 Tipos de Vertimientos

Queda prohibido todo tipo de vertimiento sólido y de desmante para evitar el comportamiento hidráulico del río.

En el sector inferior del río Rímac que conforma el Centro histórico, quedan prohibidas todas las obras que modifiquen o disminuyan su cauce. Sólo podrán realizarse aquellas destinadas a su encausamiento, canalización, defensa o habilitación para uso recreacional.

Toda intervención en otros tramos aguas arriba o aguas abajo que comprende el Centro Histórico deberá contar con un estudio integral de impacto y deberá contar con la autorización de las entidades competentes.

4.10.7 Inspección del Cauce

Se deberá efectuar inspecciones periódicas de las obras de canalización y defensa, y de erosión de las riberas y toda infraestructura que este sobre ella (puentes, vertederos).

4.10.8 Limpieza

Este capítulo tiene como objeto, la regularización de actividades dirigidas a la limpieza de los espacios públicos y recojo de desechos y residuos sólidos para conseguir adecuadas condiciones de pulcritud y ornato urbano.

La presente normativa se adapta a la Ordenanza Municipal 001 del 10 de Enero de 1985 y demás disposiciones aplicables.

Se considera desechos y residuos sólidos, a los producidos por actividades domiciliarias, comerciales, industriales, de servicio y obras de construcción así como por el abandono de animales muertos, muebles enseres, artefactos y vehículos.

Serán motivo de detención policial por 12 horas las personas a quienes se les sorprenda arrojando desperdicios domésticos o vertiendo desechos orgánicos en las vías públicas o edificaciones (puentes)

Los productores o poseedores de residuos industriales especiales están obligados a la adopción de las medidas necesarias para asegurar que el transporte, tratamiento, eliminación, en su caso, aprovechamiento de los mismos, se realice sin riesgo para las personas ni su medio ambiente

En consecuencia, estos residuos deberán ser guardados en depósitos de seguridad, siendo los propietarios de dichos residuos los únicos responsables de los posibles daños o perjuicios que los mismos puedan ocasionar.

4.11. COORDINACIÓN DE PROYECTOS Y POLÍTICAS EN EL ROL DEL MERCADO Y HERRAMIENTAS DE REGLAMENTACIÓN.

Debe concertarse un balance adecuado entre proyectos de inversión, incentivos de mercado y medidas reglamentarias para mejorar el medio ambiente y reducir la vulnerabilidad. Se debe tratar de conseguir una aproximación inter-sectorial dinámica, y los reglamentos, tecnología y opciones de política podrán adecuarse mejor a las necesidades particulares de una ciudad.

La inversión en opciones tecnológicas tales como técnicas de construcción sísmo-resistentes; sistemas de purificación de agua y de reciclaje de desperdicios; el establecimiento de cuadrillas de rescate; sistemas de alarma temprana y sistemas de control de agua y disminución de inundaciones deben ser combinados con reglamentos de zonificación y ejecución para gobernar los patrones de uso del suelo. Sin embargo, por sí mismos, estos cambios son insuficientes para ser efectivos necesitan ser complementados con mejoras en las políticas e instituciones. Es también importante, acciones complementarias en valoración de servicios esenciales, costo de recuperación, gastos e incentivos para la inversión privada.

Se requieren planes integrales de uso del suelo, que releven los temas de falta de tenencia segura, sobre titulación y sistemas de registro de tierras y políticas y sistemas inadecuados de impuestos. Una vez que se identifican objetivos y estrategias de manejo del suelo, el siguiente reto es seleccionar la eficiencia del uso del suelo y equidad, al mismo tiempo que la protección de las poblaciones urbanas. Cuando a los pobres se les da el título de la tierra, ellos invertirán todo tipo de recursos a su disposición para mejorar y manejar su ambiente, y para organizar sus servicios colectivos esenciales sobre una base informal (cuando tales servicios no son proporcionados por el gobierno)

4.11.1 INFORMACIÓN Y MONITOREO.

Para poder enfrentar accidentes y eventos repentinos, se necesitan evaluaciones de riesgo y sus posibilidades y costos a escala urbana (por ejemplo, para el caso de terremotos, accidentes industriales, e inundaciones) Para enfrentarse a eventos desconocidos, se debe realizar más labor para evaluar posibles fallas en sistemas urbanos, para desarrollar un método de definición de prioridades.

Para poder identificar adecuadamente alternativas de localización de recursos eficientes, se deben establecer prioridades de acuerdo a la vulnerabilidad el costo marginal de los desastres, la efectividad de la reducción de la vulnerabilidad, y el monto de costo de desastre que puede evitarse por cada unidad de dólar invertido, es esencial que se disponga la información adecuada para que cualquier priorización sea realista y efectiva.

4.11.2 LAS LIMITACIONES DE LA IMPLEMENTACION.

Para implementar las políticas arriba mencionadas, se deben vencer varias limitaciones, que son tal vez más comunes a países en desarrollo. Existe una falta de capacidad institucional, tanto para el manejo de desastres como para hacer cumplir los reglamentos e imponer contribuciones.

La falta de facilidades para monitoreo y recolección de información son un obstáculo para las estrategias de prevención de desastres y para la rehabilitación luego de la ocurrencia de desastres. Para el vasto sector informal, la información es inexacta e incompleta. Adicionalmente el intercambio de información entre ciudades de países en desarrollo podrá ayudar a disminuir más efectivamente lecciones exitosas de experiencias.

Las presiones políticas para mantener subsidios a líneas vitales de servicios esenciales coloca una carga adicional a los recursos. La falta de empleo rural alienta también la migración a áreas urbanas, en donde las facilidades no están establecidas adecuadamente u organizadas para mejorar el influjo de población.

4.12 CONCLUSIONES

La contaminación ambiental de la ciudad de Lima está avanzando por varios frentes: por el aire que se respira, por el agua que se toma (proveniente del río Rímac), por la que refrescamos en verano (la del mar) y por último, por los suelos, de donde proviene parte de los alimentos.

Los principales riesgos para la salud debido a la degradación ambiental se derivan de los agentes patógenos presentes en el medio ambiente, la contaminación del aire en recintos cerrados, la calidad deficiente de las viviendas y la industrialización.

La mortalidad y morbilidad debidas a enfermedades gastroentéricas y respiratorias están vinculadas a la deficiencia de las viviendas y los servicios. La diarrea y las infecciones respiratorias son las causas principales de la mortalidad infantil.

Aproximadamente el 90% de las aguas servidas se descargan en el río Rímac y en litoral de las costas de Lima, sin tratamiento; el 10% restante, compuesto mayormente por excreciones, permanecen en el medio residencial o se descargan en las inmediaciones. También un problema grave en la cuenca del río Rímac son los desagües domésticos e industriales (especialmente estos últimos) y los relaves mineros; son los factores contaminantes de las aguas que recibe Lima a través del río.

Una de las pruebas del incremento de la contaminación ambiental en la cuenca del Rímac es el aumento de **dos grados** que ha experimentado la temperatura promedio anual de nuestra ciudad en los últimos 30 años.

A pesar de la importancia en Lima de los recursos de aguas subterráneas para el abastecimiento de agua potable, existe poca o ninguna preocupación acerca de su protección. En consecuencia, han comenzado a aparecer problemas serios en varias áreas.

Los suelos de las chacras de Lima, que cada vez son más reducidas, se contaminan por el empleo excesivo de plaguicidas agroquímicos y por el riego con aguas servidas. También se puede afirmar que el 50% de las tierras agrícolas irrigadas están afectadas por el proceso de salinización en mayor o menor grado.

Uno de los mayores contaminantes del suelo es los desechos sólidos (basura) que produce la capital:

2450 Ton de la basura diaria de Lima se quema, se arroja a las riberas del río Rímac, Chillón y Lurín y parte es seleccionada para llevarla a las chancherías que se encuentran en las riveras del río, por el Aeropuerto Jorge Chavez, en Ventanilla, San Juan y otras localidades de la urbe, por ultimo, a las zonas de reciclaje sin ningún procedimiento técnico, creándose zonas donde se depositan botellas, fierros, cartones, papeles, plásticos, etc.. Otro tanto simplemente se

queda en las calles o viviendas (generalmente en los techos, depósitos o azoteas).

Las consecuencias son enormes tanto directas como indirectas, pues el aumento de sustancias tóxicas en la atmósfera, el agua y el suelo, como también el incremento del consumo de los recursos naturales ha determinado que en muchos casos los sistemas ecológicos hayan colapsado

Cuando realizamos nuestras actividades, sin darnos cuenta automáticamente estamos contaminando el ambiente, por lo que debemos tomar conciencia para seguir una política de recuperación y renovación de nuestro medio ambiente

Podemos tomar la basura como una radiografía de las personas, por el tipo de basura generada podemos saber la calidad de vida que llevan.

Luego del censo realizado en 1997 en Lima Metropolitana sobre la basura, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La producción percapita o sea la cantidad de basura producida en Kg./habitante fue de 0.540 Kg. Por día.
- Cada ciudad tiene una cantidad en toneladas de producción en basura, Lima en 1995 produjo por día 3,530 Ton. (Ver Plano N° III – 15).
- La recolección de residuos sólidos urbanos abarca una cobertura de 40%, es decir 1,416 T-M llegaban a dos rellenos sanitarios.
- Del 60 % restante de 2,114 T-M, una parte era llevada a los diferentes botaderos a cielo abierto que existe en Lima Metropolitana, los mismos que no cuentan con un control sanitario. La otra parte se quedaba en las calles, avenidas, mercados, iba al reciclaje, era echada a los ríos Rímac, Lurín y Chillón o era quemada. Se estima que para el año 2,010, Lima producirá 8,101 TM/día de residuos.
- Los desechos sólidos de Lima Metropolitana están constituidos por:

1. Materia Orgánica	50 - 60 %
2. Papel Cartón	10 - 15 %
3. Escombros	5 - 10 %
4. Plásticos	5 - 8 %
5. Metales	5 - 10 %
6. Vidrios	2 - 5 %
7. Trapos y otros	2 - 8 %

Sé ha clasificado los botaderos de basura y rellenos sanitarios en cuatro tipos (Ver Plano N° III-16):

- Formales, planta de tratamiento
- Los relativamente formales (deposición final de la basura controlada)
- Los informales (deposición final de la basura sin control)
- Botaderos de basura clandestina

Uno de los mayores focos infecciosos lo constituyen aquellos botaderos donde están asentado las "Chancherías". Estas utilizan los residuos orgánicos y restos de alimentos de toda procedencia, lo cual constituye un crimen hacia los consumidores. Estos animales, no son sólo cerdos, también se han encontrado aves de corral, que luego son "beneficiados" y llevados a los mercados y puestos a la venta para el consumo popular.

En Lima Metropolitana muchos de los asentamientos humanos se han desarrollado sobre antiguos botaderos "no oficiales", lo que ha dado como resultado que dichas zonas urbanas tengan problemas de inestabilidad de sus estructuras por el continuo proceso de asentamiento diferencial de sus bases, así mismo que estos depósitos de material orgánico, puestos al contacto con el agua, entren en proceso de descomposición, generando gases tóxicos.

La basura limeña en términos cualitativos es pobre con respecto a la de otros países. Se estima que solo el 16 % tiene valor de cambio.

SE confía en que la naturaleza renueve el aire y se lleve los humos nocivos de nuestros automóviles y fabricas, sin importar el nivel de emisión. Desafortunadamente, las consecuencias de esta actitud se están dejando sentir.

La contaminación de los aires limeños se produce de diversas maneras. Una de ellas es la bacteriológica, generada por la proliferación de hongos que se desarrollan con mucha facilidad por la humedad que en Lima alcanza niveles altísimos, superiores al 90 %.

Los principales contaminantes del aire son las partículas en suspensión, el smog, el dióxido de azufre y el monóxido de carbono.

Los contaminantes aéreos pueden también causar efectos indirectos sobre el ecosistema, en la medida que causan aumentos en la temperatura, cambios en el PH y disminución de la capa de ozono. En Lima se está produciendo el efecto invernadero.

La gravedad del problema variará de acuerdo a las tendencias imperantes de los vientos y la estratificación térmica, la geografía urbana, los niveles de industrialización y motorización, y la incidencia de la exposición humana tanto en los espacios cerrados como al aire libre. Es importante observar que aunque la causa de muchos de esos problemas sea urbana, sus efectos pueden sentirse tanto dentro como fuera de la ciudad, como es el caso de Lima.

Los contaminantes sólidos sedimentables son aquellos que caen en los techos, en las pistas e incluso en la ropa y en el rostro de las personas. Entre los

principales contaminantes de este tipo se encuentran el azufre, calcio, cadmio, cobre, cromo, fierro, magnesio, sodio, plomo, potasio y zinc.

El promedio de contaminantes sólidos sedimentales en Lima Metropolitana excede el límite máximo permisible por la organización Mundial de la Salud (OMS), cuyo límite es de 5 toneladas por kilómetro cuadrado en 30 días (T/km²/30 días); sin embargo, el menor valor registrado en Lima es de 2.8 T/Km²/30 días y el mayor valor registrado es de 25.41 T/Km²/30 días.

El distrito menos contaminado es San Miguel, con 2.8 T/Km²/30 días. Esto se explica por la ubicación de las industrias, lugar de los depósitos de basura, la geomorfología de Lima (sus cerros) y por la dirección de los vientos. Estos vientos tienen un promedio de 15 y un máximo de 30 Km./hora.

La mayor concentración industrial se encuentra en Lima Cercado (45.5%), seguido por Callao (18.3%). Las emisiones de esas industrias son llevadas por los vientos que corren de Sur a Norte y de Sur-Este a Norte, y su paso es detenido por la cadena de cerros que se encuentra en la parte Noreste de Lima. Por esta razón, aunque el Rímac, Comas y Carabaylo tienen muy poca concentración industrial, son los distritos que registran mayor contaminación.

Las partículas en suspensión en las principales avenidas del centro de la ciudad, superan las 36 partes por millón (ppm) durante una hora de monóxido de carbono, agravándose el problema en las horas punta de mayor tránsito (08, 13 y 19 horas) llegando incluso por encima de las 50 ppm en una hora, sobrepasando el límite máximo permisible de 30 ppm establecido por la OMS.

Las áreas que presentan mayor cantidad de plomo sedimentario están significativamente correlacionadas con las áreas de intenso tránsito vehicular. Esto se debe a que en el país se usa como antidetonante en la gasolina 1.3 gr. de plomo.

En cuanto a los contaminantes sólidos sedimentales (partículas de metales suspendidas en el aire), las mediciones hechas por el SENAMHI han dado resultados alarmantes en la gran Lima, lo que aunado con la velocidad y la dirección de los vientos (Ver Plano N° III – 15 y N° IV – 14), cumplen un papel determinante en generar áreas como la que se encuentra en Lima Metropolitana, dichas zonas contaminadas se dividen en:

A)- **Bajo Nivel Contaminante de Sólidos Sedimentales**

Pueblo Libre	San Miguel
Magdalena	San Isidro
Surquillo	San Borja
Santiago de Surco	Chorrillos (una parte de esta)
Miraflores	y Villa El Salvador.

Teniendo estos distritos un promedio anual contaminante por sólidos sedimentales igual o menor a 5 Toneladas por Km² por cada 30 días, debido a

que en ellas los vientos no se estancan y por lo tanto los residuos sólidos contaminantes son llevados a otros distritos.

B)- Mediano nivel contaminaste de Sólidos Sediméntales

Por otro lado los distritos con mediano riesgo por contaminantes sólidos son

Los Olivos	Independencia
San Martín	Carmen de la Legua
La Punta	Vellavista
Pueblo Libre	Los Olivos
Comas	San Luis
La Victoria	Cercado de Lima
San Martín de Porras	El Agustino
Santa Anita	Parte de la Molina

Estos tienen un promedio anual de contaminantes sólidos entre 10 a 15 toneladas por kilómetro cuadrado por cada 30 días.

C)- Alto nivel contaminante de Sólidos Sediméntales

El viento ensucia otras zonas donde acumula los agentes contaminantes, haciendo que gran parte de Lima se haya convertido en un lugar de riesgo para la salud. Es el caso de los distritos de:

Rímac	San Juan de Lurigancho
Parte de La Molina	Villa María del Triunfo
Parte de Barranco	parte de San Juan de Miraflores.

Donde el promedio anual de los niveles de contaminantes sólidos sediméntales llegan a las 20 toneladas por kilómetro cuadrado por cada 30 días; es decir cuatro veces mayor a las cinco toneladas por kilómetro cuadrado por cada 30 días que ha determinado la Organización Mundial de la Salud como máximo

El actual crecimiento acelerado e incontrolado de la ciudad de Lima está llevando a una repentina explosión fuera de sus confines históricos. Esto la ha hecho vulnerable en forma creciente a peligros que han desaparecido de la memoria colectiva de sus ciudadanos, que han perdido la habilidad de percibir fenómenos naturales peligrosos.

La contaminación del río Rímac puede ser evitada tomando acciones específicas, como mecanismos confiables de predicción y advertencia, respuestas a emergencias planificadas cuidadosamente, políticas de usos del suelo juiciosos, diseños resistentes a desastres, a la vez que códigos y normas constructivos que pueden hacerse.

Las estrategias de desarrollo integrado son preferidas mucho más, pero también requieren de un control efectivo sobre el crecimiento. Una política de desarrollo debe basarse en una aproximación doble, socioeconómica y ambiental.

Pérdida de recursos naturales (materiales de construcción, agua, etc.), disminución de áreas verdes, disminución del ancho y profundidad de los cauces del río Rimac.

En la planificación urbana y regional, el hombre actúa sobre su ambiente delineando un plan de organización espacial, sin embargo, él no puede crear un espacio sin tomar en cuenta las propiedades, límites y amenazas del medio ambiente natural.

Ha llegado el tiempo de hacer despertar a las ciudades a la realidad de que ellas como otras ciudades en el pasado, deben integrarse al sitio natural de una manera orgánica. Desde este punto de vista, el **Ingeniero Civil** tiene un rol pivotante que jugar. El medio ambiente físico (estructura y dinámica) que rodea y soporta a la vida humana, representa la estructura conceptual para la acción de la planificación ambiental.

Los proyectos de desarrollo sostenido deben incorporar un manejo ambiental saludable y seguro, ellos deben diseñarse para mejorar la calidad de vida y seguridad, proteger o restaurar la calidad ambiental, asegurar que los recursos naturales y patrimonio no sean degradados y asegurar que la amenaza de los peligros naturales no sea exacerbada.

La identificación del peligro debe ser un proceso progresivo. Constantemente se produce una nueva información sobre la frecuencia y probabilidad de los eventos naturales y puede ser usada para perfeccionar y actualizar los mapas de peligro. Además, constantemente se emprende nuevas actividades de desarrollo, que pueden afectar la intensidad de ciertos tipos de peligros naturales. El progreso y desarrollo generan estos peligros.

Un análisis de la vulnerabilidad toma en consideración a la población, a las estructuras, a los trabajos de ingeniería y otras instalaciones en riesgo en áreas propensas al peligro. Los análisis de la vulnerabilidad, como las identificaciones del peligro, frecuentemente pueden llevarse a cabo sin inversiones costosas en nueva información. Gran parte de los datos que se necesitan para las evaluaciones de la vulnerabilidad ya están disponibles en la información histórica sobre pérdidas en las estructuras durante desastres pasados

La evaluación del riesgo es un estimado de las posibles pérdidas debidas a peligros naturales a que una población esté expuesta. Una vez que estas pérdidas se conocen, se puede evaluar los beneficios de diversas medidas para reducirlas.

Las evaluaciones de la vulnerabilidad deben ser actualizadas periódicamente. La vulnerabilidad de una comunidad cambia continuamente con las fluctuaciones de la población y la construcción de nuevas viviendas, carreteras, instalaciones industriales y otra infraestructura. Además la información obtenida después de la ocurrencia de los desastres naturales deber ser usada para actualizar las evaluaciones de la vulnerabilidad.

Tomados juntos, las identificaciones del peligro y los análisis de la vulnerabilidad, proveen información sobre el riesgo que una comunidad enfrenta en el tiempo.

Con esta información, los agentes de decisión pueden determinar el nivel de recursos a emplear en la prevención, preparación y medidas de respuesta a la emergencia y pueden identificar la combinación de medidas a tomar. Sin la información provista por la evaluación del riesgo, los beneficios y costos de las medidas para la reducción de los desastres son difíciles de evaluar.

Para la “ciudad” en riesgo, el requerimiento más fundamental es una evaluación integral de peligros y un **análisis de costo-beneficio**, con el fin de medir las implicaciones económicas y estratégicas de las opciones de mitigación disponibles e identificar las áreas en las cuales mayor acción puede ser útil. Es probable que este análisis destaque la vital consideración de reducir la vulnerabilidad de la infraestructura estratégica mayor.

Costo-efectividad es consideración vital, si la mitigación de desastres abarca la inmensa tarea de renovación de tugurios y desarrollo de asentamientos humanos. En estas condiciones una solución integral y perfecta puede no ser factible dados los recursos disponibles, por lo tanto una cuidadosa priorización ser esencial.

Soluciones costo-efectivas también enfatizarán medidas no costosas que refuerzan la utilización de recursos, habilidades y facilidades existentes. En aspectos tales como educación, incentivo a la preparación y diseminación de información (como notas de consejo y guías de prácticas adecuadas), el rol de gobiernos locales y organizaciones de la comunidad puede ser prácticamente significativo.

La demanda por más espacio urbano ha empujado a los pobres a terrenos marginales, vulnerables ambientalmente. La deforestación incrementa la vulnerabilidad de áreas urbanas, la sequía, incendios, inundaciones, deslizamientos, sedimentación de presas y reservorios, contaminaciones y enfermedades.

El desarrollo sostenido de áreas urbanas requiere una aproximación balanceada basada en criterios económicos, sociales y ambientales (Munasighe 1993). Por ello, la estructura para el análisis ambiental que conduce a desastres puede construirse alrededor de tres conceptos diferentes pero inter-relacionados, de desarrollo sostenido.

Los impactos de catástrofes ambientales caen con peso desproporcionado sobre los pobres; ellos no tienen los recursos financieros para absorber los daños, sus viviendas son de una calidad inferior que no puede resistir el desastre, y frecuentemente viven en tierras marginales que son las más vulnerables y expuestas a golpes de la naturaleza.

Se ha hecho más y más evidente que es vital la participación de la comunidad para evadir y mitigar los desastres ambientales. Para poder diseñar e

implementar estrategias efectivas y reducir la vulnerabilidad, las comunidades más afectadas deben tener voz en los procedimientos para identificar soluciones específicas al lugar, y para evaluar la eficacia de las medidas propuestas.

Es importante la descentralización de la toma de decisiones en el fortalecimiento de la organización de preparativos, prevención y mitigación de desastres.

La visión ecológica o ambiental del desarrollo sostenido pone énfasis en preservar la resistencia y la habilidad dinámica de sistemas biológicos y físicos en adaptarse a los cambios. La preservación de la biodiversidad permite que el sistema mantenga resistencia protegiéndola de desastres externos. Estos impactos, cuando ocurren, frecuentemente resultan en una pérdida de biodiversidad. La interconexión entre degradación de recurso natural y la mayor vulnerabilidad a catástrofe natural, enfatiza la necesidad de medidas preventivas para limitar la contaminación y la pérdida de recursos naturales.

4.13 RECOMENDACIONES

Un sistema evolutivo requiere que se mantenga un nivel de biodiversidad que garantice la resistencia de ecosistemas de los que depende el consumo y producción humana, y por ello, el bienestar humano. Es por eso que lo que es esencial es la preservación de bienes ambientales básicos, especialmente aire, agua y calidad de suelo.

- Prevenir y controlar la contaminación ambiental
 - Mejorando las condiciones de salud.
 - Instalando sistemas de agua y alcantarillado
 - Reducir el hacinamiento y tugurización en toda la zona
- Lograr el uso sostenible de los recursos naturales renovables.
 - Haciendo un uso eficiente del agua.
 - Promoviendo el uso y manejo racional de los recursos hidrológicos.
 - Manejo integral de la cuenca hidrografía.
 - Conservando los suelos e introduciendo sistemas de recuperación y mejoramiento.
 - Mejorando el manejo de las pasturas y evitando el sobre pastoreo.
 - Fomentar la reforestación con función social, especialmente en las zonas de mayor pobreza.
- Conservar la diversidad biológica.
- Promover la Seguridad de entorno humano.
 - Zonificando las áreas de tratamiento de los suelos, de acuerdo al requerimiento del tipo de zonificación.
 - Fomentar la educación a fin de que los pobladores tengan cabal conocimiento de los riesgos a lo que están expuestos sus centros poblados.
 - Fomentar la organización a nivel local para enfrentar todo tipo de amenazas.
 - Mejorar la eficacia de los organismos responsables de los recursos naturales y medio ambiente.

- Promover normas, estudios y proyectos para asegurar resultados viables.
- Incentivar la participación ciudadana en la toma de decisiones

Para un buen tratamiento en la cuenca media y baja del río Rimac se propone

- Estudiar y ejecutar las obras de defensa necesarias contra posibles inundaciones.
- No permitir ningún tipo de uso en el cauce del río salvo el de recreación, ni ninguna actividad extractiva del lecho del río, salvo la descolmatación o limpieza de cauce, que pueda afectar las características hidráulicas del mismo.
- Estudiar y ejecutar las obras de defensa necesarios contra posibles inundaciones y erosión del cauce.
- Prohibir todo tipo de vertimiento sólido y de desmonte para evitar el colmatamiento y deterioro del medio ambiente.
- En el sector inferior del río Rímac que conforma el Centro histórico, prohibir todas las obras que modifiquen o disminuyan su cauce Sólo podrán realizarse aquéllas destinadas a su encausamiento, canalización, defensa o habilitación para uso recreacional.
- Toda intervención en otros tramos aguas arriba o aguas abajo que comprende el Centro Histórico deberá contar con un estudio integral de impacto y deberá contar con la autorización de las entidades competentes.
- Se debe efectuar inspecciones periódicas de las obras de canalización y defensa, y de erosión de las riberas y de toda infraestructura que esté sobre ellas (puentes, vertederos).

Detención policial por 12 horas de las personas a quienes se les sorprenda arrojando desperdicios domésticos o vertiendo desechos orgánicos en las vías públicas o edificaciones (puentes)

Los productores o poseedores de residuos industriales especiales están obligados a la adopción de las medidas necesarias para asegurar que el transporte, tratamiento, eliminación, en su caso, aprovechamiento de los mismos, se realice sin riesgo para las personas ni su medio ambiente

En consecuencia, estos residuos deberán ser guardados en depósitos de seguridad, siendo los propietarios de dichos residuos los únicos responsables de los posibles daños o perjuicios que los mismos puedan ocasionar.

Debe concertarse un balance adecuado entre proyectos de inversión, incentivos de mercado y medidas reglamentarias para mejorar el medio ambiente y reducir la vulnerabilidad.

La inversión en opciones tecnológicas tales como técnicas de construcción sismo-resistentes, sistemas de purificación de agua y de reciclaje de desperdicios, el establecimiento de cuadrillas de rescate, sistemas de alarma temprana y sistemas de control de agua y disminución de inundaciones, deben ser combinados con reglamentos de zonificación y ejecución para gobernar los patrones de uso del suelo.

Se debe evitar que las aguas servidas se descarguen en el río Rímac, en el litoral de las costas de Lima sin tratamiento.

La acumulación de elementos contaminantes a los medios naturales (aire, agua, tierra) está llegando a su límite, originando problemas climáticos así como daños cerebrales irreversibles y disminución del coeficiente intelectual en los niños. Por ello es necesario cambiar de actitud y tomar medidas que contribuyan a la disminución de los niveles de contaminación aérea.

Para lograr el desarrollo sustentable es necesario plantear y viabilizar un nuevo estilo que contemple la adecuación de las actividades humanas a la realidad heterogénea, ecológica y social del país, el desarrollo de una economía ecológicamente sustentable, el desarrollo científico y tecnológico adecuado a nuestra realidad, la recuperación de conocimientos y tecnologías nativas y una visión integral que articule los aspectos sociales, económicos, tecnológicos, culturales y ambientales.

La concentración de los botaderos a cielo abierto y sin ningún control, genera el peligro de mayor contaminación, se debe zonificar a nivel de Lima Metropolitana.

Se sugiere tratar con cal los basurales; es un tratamiento rápido y económico

Se debe tener cuidado en la manipulación de las basuras o residuos más peligrosos, como son los desperdicios sépticos provenientes de los centros hospitalarios y/o de los laboratorios o industrias químicas importantes.

El mayor o menor grado de necesidad del servicio de barrido estará dado por la consideración de una serie de factores como, el clima, la afluencia del público, la importancia del lugar, el uso que se le da a la zona, la presencia de comercio ambulatorio y otros.

Uno de los sistemas más sencillos y que sí se desarrolla en Lima, es la producción de un mejorador de tierras llamado "COMPOST" a partir de los desechos orgánicos.

Se debe hacer programas de:

- Evaluación y vigilancia del potencial y usos de los recursos naturales renovables.
 - Evaluación y vigilancia del potencial y uso de los recursos naturales mineros e hidrocarburos.
 - Programa de hidrología y meteorología
 - Programa de investigación sobre contaminación por actividades antrópicas.
 - Evaluación del impacto socioeconómico de la inestabilidad física sobre el desarrollo urbano. Análisis de riesgo
- Para el manejo de riesgos y el medio ambiente, se debe tener en cuenta:
- Los medios de mitigación y prevención de riesgos debido a inestabilidades físicas con acciones científicas e ingenieriles.
 - El monitoreo y control, manejo de datos, predicción, advertencia, preparación para crisis y manejo de desastres, normas de edificación, usos del suelo, manejo ambiental, reforzamiento de redes de líneas vitales, educación y entrenamiento e información.
- Contribución en la toma de decisiones para el manejo ambiental:
- Evaluación de la capacidad geo-ecológica de áreas urbanas (recursos y fragilidad) bases ambientales para estructuración espacial.
 - Análisis de costo-beneficio de las acciones preventivas para desastres naturales y/o para protección ambiental.
 - Sistemas o métodos de manejo de datos, para hacer accesible la información al usuario final
- Sistema institucional (estructura y organización): finanzas, planificación del desarrollo integrado, control de operaciones, advertencia, servicios de rescate.
- Plan de comunicaciones: información y toma de conciencia de la población y de los que deben tomar decisiones.

La promoción del uso sostenido de los recursos naturales

Integrar el concepto ecosocial en los programas, proyectos y actividades

Concertar decisiones responsables en todos los niveles de la sociedad para un entorno equilibrado, involucrando los sectores públicos y privados.

Fomentar la dación de normas ambientales integrales y sencillas en su aplicación.

Reforzar los organismos encargados de la investigación y evaluación del medio ambiente y recursos naturales, para que los informes de estas instituciones sean tomados en cuenta para el monitoreo y control del medio ambiente y recursos naturales.

Reforzar el desarrollo de los sistemas nacionales y regionales de áreas naturales protegidas por el Estado.

Se debe hacer una zonificación ecológica de la cuenca del río proponiendo

- Ejecutar progresivamente el reordenamiento de la ocupación de la cuenca del Río Rímac, Chillón, Lurín, Santa Eulalia a través de la identificación y asignación de áreas de especialización y complementariedad productiva.
- Establecer sistemas más equilibrados de asentamiento, priorizando la infraestructura de articulación transversal y longitudinal y la redistribución de la población

El impuesto a la contaminación tiene varias ventajas. La primera y la más importante es que establece un precio a los bienes ambientales, que por si mismo no tienen precio por su valor económico

El instrumento de control directo se refiere a la imposición de un límite legal a la contaminación llamado estándar ambiental, por ejemplo el estándar atmosférico. Significa establecer niveles máximos de concentración en el aire para determinados contaminantes.

Bajo este mecanismo de control, la autoridad ambiental fija un límite máximo de emisiones y emite el número de permisos necesarios para producir el nivel deseado de emisiones. Todo agente económico que desee emitir cierto volumen del contaminante bajo control, deberá recabar los permisos correspondientes.

Al igual que los impuestos, los permisos comerciales son instrumento de control de bajo costo. Los contaminadores con bajos costos de reducción, encontrarán más atractivo reducir la contaminación, mientras que aquellos con altos costos de reducción optarán por la obtención de los permisos.

Los impuestos deben diferenciarse no sólo por el tipo de contaminante emitido sino también por la fuente de emisión, de tal manera que se guarde relación con el daño marginal causado.

En el caso de los permisos comercializables, sólo es necesario establecer la emisión límite por tipo de contaminante, más no la fuente de emisión

4.14 BIBLIOGRAFIA

- QUISPE CASTAÑEDA, L. DR AZZARITI M. Depuración de las aguas servidas disposición y eliminación de excretas en zonas rurales y urbano marginales. Dirección general para la cooperación al desarrollo Italia- Ministerio de Salud; Lima- Perú 1993
- MILLONES O, JORGE Gestión Ambiental en el Perú INRENA; Lima - Perú 1988
- CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS, SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO Programa de las Naciones Unidas (UNESCO) Gobierno Peruano- El Canadá; Lima - Perú 1992
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD Fortalecimiento y desarrollo de los sistemas locales de salud, Organización Mundial de la Salud Washington D.C.; EUA (Diciembre 1991)
- SEAMAN, JHON Edipe Miología de desastres naturales Ed. Arla , OPS Impreso en Mexico 1995
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Mas de mil toneladas de suciedad arrastran ríos hacia playas de Lima, Diario El Comercio, 25,03, 1998
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Caudalosa Contaminación Diano El Comeno 23,03, 1998
- SALUD AMBIENTAL CON POSTERIORIDAD A LOS DESASTRES NATURALES Organización panamericana de Salud; Organización Mundial de la Salud Washington D.C., EUA 1982

- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Problemática de los rellenos sanitarios en Lima Metropolitana Instituto de Defensa Civil; Lima- Perú 1994
- IPADEL, Estrategia para el desarrollo de la capacidad en gestión urbana ambiental IPADEL- IHS, PROA (Foro Binacional, Perú- Bolivia), Lima-Perú, Marzo 1996
- LAS AGUAS SUBTERRANEAS CEPIS, Organización Panamericana de Salud Lima- Perú 1991
- OBSERVANDO EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL, TIEMPO, CLIMA Y AGUA, Organización Meteorológica Mundial 1990
- PURIFIQUE EN FORMA NATURAL LAS AGUAS NEGRAS, Organización Panamericana de Salud Washington D C EUA 1990
- RELLENOS SANITARIOS (Enfermedades- Soluciones) PNUD, DHA, UNDRO- Colombia 1991
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Destinos de la Basura, Diano El Comercio Lima- Perú, 11 de febrero 1998
- CONTROL DE VECTORES CON POSTERIORIDAD A LOS DESASTRES NATURALES, Organización Panamericana de la Salud, Washington D.C., USA 1982
- LOS AFLUENTES, RESIDUOS Y EMISIONES INDUSTRIALES USAID (Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional) EDUNAT, Ecuador 1991
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL CIP, CONS. DEP DE LIMA Capítulo de Ing. Química Lima - Perú 1995

- ARQ. VEROCA LARA, DIAS MOREIRA, Evaluación de Impacto Ambiental Consejo Nacional de Protección del Medio Ambiente (CONAPHAS) CONCYTEC- Lima 1989
- CODIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES, Decreto legislativo N° 611 Diario El Peruano, Lima- Perú, 8 de setiembre de 1990
- EDICTO MUNICIPAL 080-89 M.L.M., Reglamento para la recolección de residuos orgánica. Municipalidad de Lima, Metropolitana. Lima 08,1989
- REGLAMENTO DE ASEO URBANO, Decreto Supremo 033-81- SA, Código sanitario, Decreto Supremo 037-83-Sa

CAPITULO V

REUBICACION UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

5.1. GENERALIDADES.

El rápido crecimiento urbano de la ciudad de Lima-Metropolitana en los últimos 50 años, ha ido copando casi todas las áreas urbanas con fines residenciales previstas en los planes de crecimiento y expansión urbana vigentes, elaborado por los Organismos correspondientes (Municipalidades).

De esta manera la constante demanda de nuevas áreas urbanizables es mayor que la oferta prevista, la que va creando los déficits de vivienda y equipamiento para la población

Por lo tanto, la población de bajos recursos no tienen alternativas adecuadas para el logro de sus aspiraciones de un "vivienda decorosa" y tan sólo tienen como lógica aspiración ocupar (es decir en muchos casos invasión de terrenos) de forma ilegal, sobre todo aquellas áreas que no están destinadas al uso residencial.

Las áreas próximas al río Rimac (que incluyen el derecho de vía, aproximadamente 50 metros de la alta riada) han sido susceptible del proceso anteriormente señalado, que en la época de lluvias trae una serie de problemas a los pobladores que están asentados en las márgenes (derecha e izquierda) del río

Las características de las viviendas ubicadas en las riberas del río Rimac son las siguientes.

- Los materiales constructivos son precarios y están en mal estado en su gran mayoría.
- El tiempo de edificación no es mayor de 37 años.
- Los suelos donde están asentadas las viviendas son inestables, ya que su origen son los rellenos sanitarios y en otro en el que se a formado un encañonamiento profundo de el río, que ha tenido la ciudad en los últimos años y sólo han tenido un compactamiento deleznable muy pobre.
- El promedio del área de lote en el área de estudio es de 62 metros cuadrados, (sin embargo las áreas mínimas es de 30 metros cuadrados) siendo el área techada promedio de 53 metros cuadrados.
- La totalidad de las viviendas se han originado por el proceso de invasión de tierras tanto fiscales como privadas.
- La densidad de ocupación promedio es de 6 personas por vivienda.



SAN MARTIN DE PORRAS



LIMA CERCADO

**PROYECTO DE REUBICACION DE POBLADORES
DE LAS MARGENES DEL RIO RIMAC
(CUENCA MEDIA Y BAJA)**



VIVIENDAS PARA SER REUBICADA



Las condiciones físico-estructurales de las viviendas localizadas en las riberas del río Rímac son consideradas con un "alto grado de colapso", siendo necesaria su reubicación inmediata, sobre todo aquellas que se encuentran en el ámbito de los 50 metros del lecho del río a ambas márgenes, para lo cual se ha establecido la tipología de acciones prioritarias en el proceso de reubicación.

Para este fin se ha establecido acciones temporales y definitivas las cuales están enmarcadas en las acciones Prevención de los Desastres, para poder otorgar las condiciones mínimas de seguridad y protección a los pobladores ubicados en estas áreas, sobre todo en la época de lluvias en la cuenca alta, produciendo las constantes crecidas del río Rímac.

5.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El río Rímac tiene un régimen irregular y de carácter torrencioso sobre todo por la fisiografía del caudal, en sus diferentes tramos, creando "áreas de alta vulnerabilidad", principalmente en los meses de verano siendo el mes de marzo el de mayor concentración de descargas, mientras que en el mes de Agosto se registran las descargas menores.

Según estudios de Hidrología del río Rímac (INGEMMET 1,990) en el caso de una mayor descarga máxima probable será necesario elevar hasta en un metro los muros de encauzamiento y los enrrocamientos respectivos en las áreas vulnerables.

El cauce del río a partir del Puente del Ejército presenta una situación harto difícil, debido al encañonamiento profundo del río y existe un cambio nítido de morfología del río, en cuyas laderas se han venido asentando los Pueblos Jóvenes y se han construido viviendas informales cuya seguridad es precaria y que están en constante peligro de colapso por la falta de un tratamiento específico en los taludes de ambas márgenes.

En la mayoría de los casos, la estructura de suelos se caracteriza por ser inestable, debido a que su origen son los rellenos sanitarios, piedras de canto rodado y material aluvional y que no han sido debidamente trabajados, como por ejemplo el área correspondiente al Pueblo Joven "1 de Mayo" en el cual están asentadas aproximadamente 600 familias, con el correspondiente peligro de constante colapso debido al asentamiento diferencial del terreno que afectan a las viviendas en las que se incluyen las de material noble y edificaciones de dos pisos.

En la zona de la margen izquierda del río están localizadas la mayor parte de las viviendas con riesgo de colapso por la acción directa del río, ya que las viviendas informales no tienen la seguridad constructiva necesaria además por su localización y sus condiciones son precarias por la inestabilidad de los suelos, haciéndose necesaria la reubicación de las áreas de alta vulnerabilidad.

En algunos tramos del río también se da el angostamiento del río debido a la colmatación y acumulación de sedimentos en las zonas donde hay poca pendiente, donde los depósitos de los acarrees constituyen uno de los



ENCAÑONAMIENTO DEL RIO RIMAC, PUENTE DEL EJERCITO PUENTE DUEÑAS



PUENTE DEL EJERCITO - PUENTE FAUCETT



TIPOLOGIA DE VIVIENDA
PUENTE DEL EJERCITO



principales problemas en la cuenca baja (sobre todo en la desembocadura), además hay que considerar que existe un fenómeno frecuente en los tramos que hay diferencia en el cambio de la pendiente este proceso afecta a los depósitos inconsolidados que originan los angostamientos del río y afectan las laderas inestables donde se dan los constantes agrietamientos y/o desmoronamientos afectando directamente a la población asentada en viviendas precarias en ambas márgenes.

Otro de los problemas que se ha podido verificar es la erosión de las riberas del río tanto por la acción directa del cauce que produce un desgaste de las laderas por lo torrencioso del río, causando el socavamiento y la remoción en algunos tramos de la cuenca media y baja.

De igual manera la erosión ocasionada por el acción del hombre es muy importante en el área de estudio, ya que el río recibe tal cantidad y variedad de depósitos que producen la colmatación del río sobre todo donde hay una mayor densidad poblacional, es decir que la basura que es vertida directamente al río o en los bordes reduce el cauce del río, aproximadamente se depositan 5,000 kilos de basura orgánica e inorgánica por día, que resultan 35,000 kilos por semana y son 140,000 kilos al mes y finalmente son 1'680,000 kilos por año ⁽¹⁾

También hay que considerar que la erosión creada por los vertimientos domésticos (desagües que van directamente al río) afectan la estabilidad de las laderas, por el constante discurrimiento de las aguas servidas.

De igual manera los niveles de contaminación producen una serie de enfermedades infecto-contagiosas crónicas y epidémicas, generadas por las descargas de los desagües, debido a la insuficiencia de la red de alcantarillado, habiéndose contabilizado: ⁽²⁾

- * 154 vertimientos domésticos
- * 33 descargas industriales.
- * 6 vertimientos energéticos.
- * 17 vertimientos agrícolas.

La población residente en ambas márgenes tiene características de "altos niveles de pobreza" que en su mayoría son desempleados y desocupados, ya que se dedican a la actividad de recolección y reciclaje de la basura depositada a lo largo del río, que en muchos casos utilizan los cartones y demás elementos de desecho para la edificación de sus viviendas, razón por la cual su calidad es precaria y temporal y son justamente las que están ubicadas en las áreas más vulnerables del curso del río tanto en la cuenca media como baja.

Por lo tanto, la constante erosión de las laderas y riberas del río han determinado "áreas de alta vulnerabilidad" las cuales deben de ser tratadas prioritariamente por los riesgos que representan para la población allí asentada, sobre todo por que al rellenarse progresivamente su cauce se ha producido el

(1) FUENTES PROPIAS, CON INFORMACION DE CEPIS-OPS

(2) FUENTES PROPIAS, CON INFORMACION DE SEDAPAL

angostamiento del río trayendo como consecuencia una serie de problemas en su curso.

El río Rimac constituye la fuente principal de suministro del agua, para el regadío y para el consumo diario. Por lo tanto sería indispensable, en términos ecológicos, mantenerlo en buen estado, desde su nacimiento a 5,000 metros sobre el nivel del mar, hasta su desembocadura tras 145 kilómetros de recorrido, con una superficie de 3,500 km².

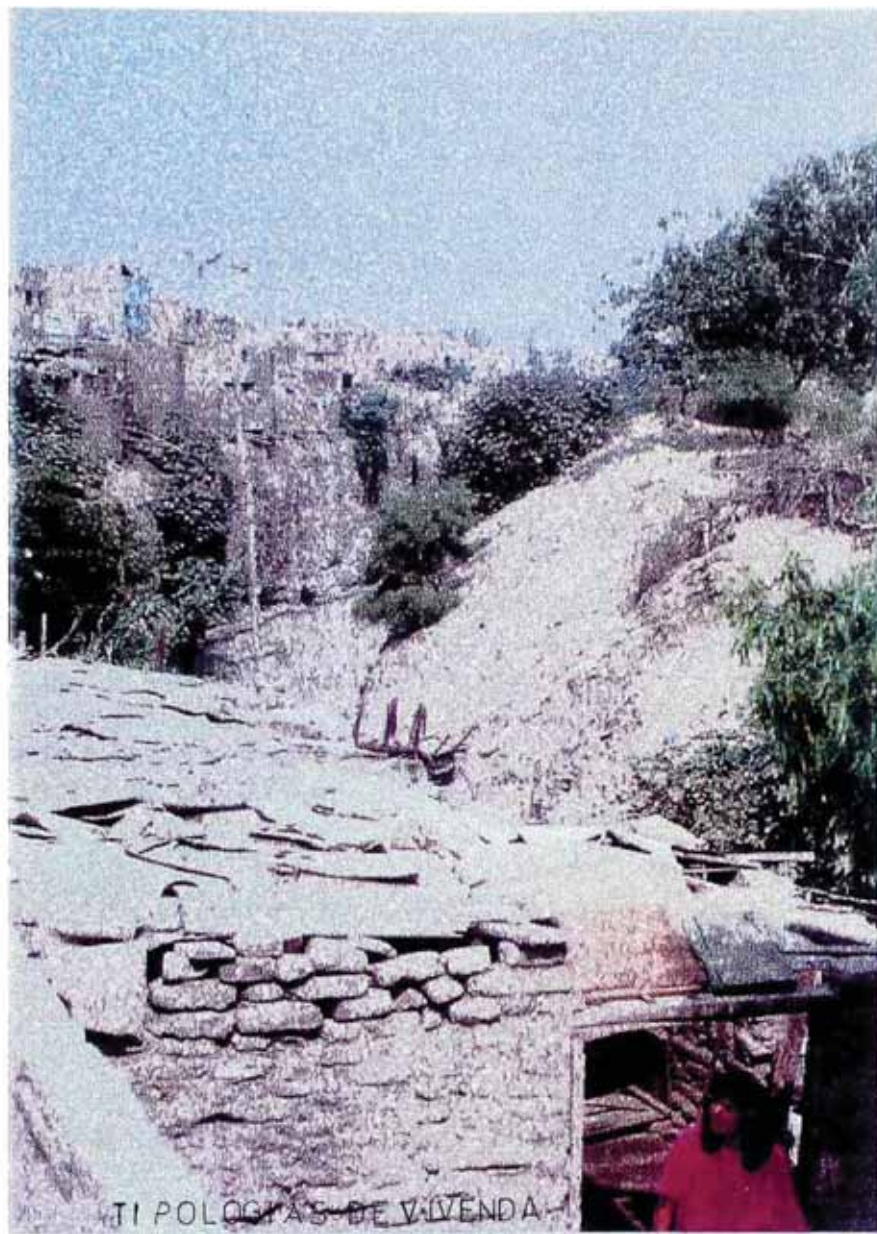
Su régimen es irregular y de carácter torrencioso, principalmente en los meses de verano, cuando se producen fuertes lluvias en la cuenca alta. Allí las precipitaciones son cuarenta veces mayores que los 21 mm. de la Costa, causándose las crecidas anuales. Llegando descargas hasta del orden de 480 m³/ seg.

En la Cuenca baja del río, en la parte del Puente del Ejército existe una situación difícil, que cada año presenta riesgos graves. Se produce un encañonamiento profundo del cauce y un nítido cambio de morfología del río, cuyos bordes se ha construido viviendas informales cuya seguridad es precaria y que están en peligro latente de destrucción por falla de taludes. En la mayoría de estos casos, el suelo es inestable por ser rellenos y antiguos basurales como "El Montón ". Además, los niveles del río han sido modificados, así que Toda obra que allí se haga debe tomar esto en cuenta.

La degradación del río actualmente es crítica debido a que recibe tal cantidad y variedad de contaminantes, que empieza en la parte alta de la Cuenca donde es contaminado por los relaves mineros de la zona y así tenemos que a lo largo de la cuenca media y baja el río soporta descargas industriales, vertimientos energéticos, domésticos, agrícolas (que aportan sustancias residuales de insecticidas, pesticidas, fertilizantes, etc.), y esto se agrava aún más con la cantidad de basura que es arrojada en la zona urbana.

Cada año, entre diciembre y abril, ocurren huaycos e inundaciones en el valle del Rimac afectando a:

- Los asentamiento humanos ubicados en los conos de deyección de las quebradas y en la llanura de inundación del río.
- El ferrocarril y la Carretera Central que corren paralelos al río Rimac en toda su extensión.
- La infraestructura de riego y área de cultivo.
- El abastecimiento de agua potable a la ciudad de Lima.
- El impacto de los huaycos e inundaciones en la economía regional es enorme.



- El bloqueo o corte de las vías principales en algún punto de su recorrido.

ACTIVIDAD GEODINAMICA DEL RÍO

La Cuenca del valle de Rimac incluye diferentes zonas ecológicas. La parte baja de la cuenca tiene un clima extremadamente árido y semicálido con ausencia de vegetación. Entre 2800 y 3800 m.s.n.m. el clima es semiárido y semicálido con vegetación xerolítica. Entre 3800 y 4300 m.s.n.m. el clima es frío, húmedo y en la vegetación alto- andina predominan los pastos.

Los fenómenos geodinámicos más comunes son los huaicos e inundaciones. Los huaicos son un tipo de erosión hídrica se caracteriza por flujos rápidos de lodo, con fragmentos líticos de diámetro variable. Su ocurrencia se da en la zona comprendida entre 700 y 4000 m.s.n.m., se debe a condiciones topográficas, climáticas, geológicas y ecológicas muy propicias para su formación.

Al llegar a la parte baja en donde se abre el valle, empieza el depósito de dichos materiales, en el llamado "cono de deyección".

La violencia de estos fenómenos geodinámicos en el valle del Rimac producen un proceso de geomorfogénesis extremadamente intenso, con cambios bruscos en la geomorfología de un año a otro.

VULNERABILIDAD A HUAICOS E INUNDACIONES

La ubicación de las zonas urbanas es el factor principal que condiciona la vulnerabilidad de los huaycos e inundaciones en el valle del Rimac. Las formas y estructuras de las edificaciones son factores secundarios. Los pueblos jóvenes son escenarios de una vulnerabilidad generalizada que se caracteriza por ingresos bajos e inestables, la falta de infraestructura básica como agua potable, condiciones precarias de vivienda y problemas de salud y alimentación.

Cada año, la población de uno u otro pueblo joven así como la de Lima pierde sus enseres o sus viviendas, que representa casi la totalidad de sus inversiones acumuladas durante muchos años.

En realidad, toda el área metropolitana de Lima-Callao, y por ende la economía regional y nacional, es vulnerable a los efectos secundarios de los huaicos e inundaciones, principalmente por la clausura de las vías de comunicación.

DEGRADACIÓN ECOLÓGICA.-

Los fenómenos geodinámicos pueden explicarse por las condiciones geológicas y climáticas propicias que existen en el valle del Rimac. Sin embargo, si es poco lo que puede hacer el hombre para



TIPOLOGIAS DE VIVIENDAS



afectar clima o geología, tiene la posibilidad de manejar adecuadamente el suelo y el agua para evitar la erosión hídrica y consecuentemente la formación de huaicos. Hay una serie de medidas que aminoran la erosión: mecánicas (construcción de terrazas o andenes), agronómicas (práctica de rotación de cultivos o siembras o curvas de nivel), agrostológicas (control de pastoreo), forestales (la plantación o conservación de bosques), hidráulicas (manejo adecuado de los recursos hídricos)

Los desastres del valle del Rimac representan una degradación continua de la vida de la población. La destrucción de las viviendas, la pérdida de sus enseres y la interrupción de sus actividades económicas aumenta su vulnerabilidad. Sin la posibilidad de encontrar nuevas ubicaciones seguras donde vivir, la gente vuelve a ocupar los lugares peligrosos poniendo en riesgo sus vidas y exacerbando su situación, haciendo más pobres a los pobres y creando condiciones para nuevos desastres.

EVALUACIÓN GEOTECTÓNICA DE LOS TALUDES

La evaluación geotécnica y geodinámica es la base de la zonificación de la estabilidad de taludes o laderas. Está sustentada en el análisis de la información geológica local, en la condición geológica local, en las condiciones geomorfológicas y en las tendencias de evolución del torrente. Los factores que inciden en sus modificaciones dan los elementos de juicio para estimar el grado de estabilidad en los taludes naturales. De este modo se puede evaluar el peligro y conocer la vulnerabilidad de cada zona, definiendo una zonificación. Considerar el nivel de riesgo de las áreas expuestas a movimientos de masas y huaicos, nos permite planificar medidas de prevención para mitigar y/o reducir el peligro en desarrollo y posible expansión.

5.3. METODOLOGÍA APLICADA.

Para los fines del estudio se ha aplicado el siguiente instrumental metodológico:

- Evaluación física de ambos márgenes del río Rímac desde el Puente Ricardo Palma hasta la desembocadura en el Océano Pacífico, para lo cual se han utilizado los planos catastrales elaborados por el Instituto de Catastro de Lima de la Municipalidad de Lima, así como los planos del Instituto Geográfico Militar, además de las aerofotografías del Servicio Aerofotográfico Nacional.
- Aplicación de una ficha de encuesta y empadronamiento a cada una de las familias que habitan las viviendas con riesgo de colapso ubicadas en ambos márgenes del río Rímac a menos de 50 metros del lecho del río.

- Basándose en la información de relevamiento físico y social de los pobladores y viviendas localizadas en las proximidades del río, se ha elaborado los Quamtuns correspondientes.
- También se ha realizado todas las coordinaciones con los diferentes Organismos cuyo que hacer están relacionados con la actividad del río Rímac.
- Finalmente se ha establecido el cuadro de acciones operativas para la solución de los principales problemas y la implementación de actividades de Prevención de los Desastres originados por el río
- En el marco de la formulación del proyecto ha sido muy importante la participación directa de la población afectada, para lo cual se ha realizado las "entrevistas participantes" correspondientes con los pobladores y poder evaluar sus niveles de aspiraciones en el proceso de reubicación que deberá de llevarse a cabo.

5.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN LAS MÁRGENES DEL RÍO RIMAC

5.4.1. PATRONES DE ASENTAMIENTO.

Por la aplicación de los instrumentos técnico-metodológicos en el proyecto se ha identificado que hay:

- * 495 unidades de vivienda.
- * 544 familias.
- * 2,992 habitantes.

Así mismo, para los fines del empadronamiento se ha identificado la dirección y el número de la vivienda, además del Titular o actual posecionario de la vivienda teniendo como referencia su carga familiar, el tiempo de residencia, el tipo de tenencia de la vivienda, la obtención del título de propiedad, los materiales constructivos predominantes en paredes, pisos y techos, estado de la vivienda y el nivel del riesgo de colapso de la vivienda, estos resultados están en los siguientes listados.

Nota :

- El número de la ficha es correlativo y corresponde a cada familia encuestada y empadronada.
- El nombre del titular es el de la persona que asume la responsabilidad de la ocupación actual de la vivienda.
- La carga familiar esta referida a la composición de la familia existente en cada una las viviendas.

- El tiempo de residencia esta expresada en años
- En la tenencia de la vivienda se ha considerado al
 - Propietario.
 - Usuario
 - Inquilino.
 - Precario

La conceptualización esta sobre la base de la Ley del Inquilinato

- El título de propiedad es el documento que pudiera servir para identificar el nivel de ocupación de la vivienda
- Los materiales de construcción predominantes en las paredes, pisos y techos han sido obtenidos por la evaluación física de cada una de las viviendas encuestadas.
- El estado de la vivienda ha sido resultado del análisis estructural de la misma y la funcionalidad de su ocupación por parte de las familias con relación a su nivel de riesgo.
- El nivel de riesgo de colapso es el resumen de las condiciones de vulnerabilidad física y social

5.4.1.2 POBLACIÓN ASENTADA VULNERABLE

La población total asentada en ambas márgenes del río es de 2,992 habitantes distribuidos en las siguientes áreas

ZONA	NUMERO DE VIVIENDAS	NUMERO DE FAMILIAS	POBLACIÓN AFECTADA
TOTAL			
Av. Morales Duarez Cuadra 1	23	30	150
Av. Del Trabajo Cuadra 2 - 3	25	25	125
Psje Morales Duarez Cuadra 1 - 2	39	46	230
Av. Morales Duarez Cuadra 8 - 30	180	230	1,150
Av. Enrique Montes Cuadra 5	12	12	60
Av. Carlos Tizón Cuadra 3 - 4	58	65	325

Av. Manuel Arellano Cuadra 3	11	11	55
Av. General Buendía Cuadra 5 - 6	14	16	80
Pasajes	18	25	125
Av. Juan Agnoli Cuadra 11 - 13	45	55	275
Av. Manuel Delgado Cuadra 2	2	2	10
Av. Sánchez Cerro Cuadra 1	2	2	12
Av. Morales Duarez Cuadra 1	7	7	35
Av. Del Trabajo Cuadra 2	12	12	60
Comité N° 3	15	20	100
Comité N° 1	32	40	200
TOTAL	495	544	2,992

La estructura de edades de la población asentada en viviendas con riesgo de colapso en las márgenes del río Rímac, en los diferentes tramos del proyecto es:

RANGOS	POBLACION TOTAL		
	Población Total	Hombres	Mujeres
0 - 14	927	517	410
15 - 64	1,918	964	954
65 a +	147	55	92
TOTAL	2,992	1,536	1,456

5.4.2 NIVELES DE TUGURIZACION

- Los niveles de ocupación de la población económicamente activa son relativamente bajos, debido a la desocupación y desempleo de los habitantes de este tipo de viviendas, tan sólo el 28% de la población total es considerada P.E.A. (837 personas en edad de trabajar) que desarrollan algún tipo de actividad remunerada
- La actividad de sustento en casi el 20% de la población residente en ambas márgenes del río Rímac (598 pers.) es la recolección y reciclaje de la basura proveniente de los diferentes distritos de la ciudad de Lima-Metropolitana, contaminando el medio ambiente y generando de enfermedades infecto-contagiosas, donde la morbilidad existente demuestra que:
- Las enfermedades de transmisión endémica como la tuberculosis, hepatitis, cólera, diarreas y tifoidea son las más comunes, debido a la falta de salubridad.
- En los meses de verano existe una mayor incidencia de estas enfermedades
- La población escolar significa un 31% de la población total (son 927 alumnos) que no tienen las condiciones mínimas de vida y sobre todo de habitabilidad.
- En este sentido, hay una correlación directa entre las condiciones de vida y las características físicas de la vivienda, por lo tanto la vulnerabilidad social de los pobladores y la vulnerabilidad de las viviendas están íntimamente relacionadas, produciendo los déficits en los niveles de vida.

5.4.3 ESTADO DE LA VIVIENDA

Así podemos observar que en el estado de la vivienda hay una marcada diferenciación por la funcionalidad, uso y localización de la misma a lo largo de curso del río en la cuenca media y baja, el 42.3% de las viviendas están en mal estado y el 50.1% esta en regular estado, por lo tanto el 92.4% de las viviendas ubicadas en las áreas de alta vulnerabilidad están por debajo de los estándares de vida y de edificación, tan sólo el 7.6% estaría en condiciones "de ocupación", pero por las características generales existentes en el área del proyecto en casi la totalidad de estas viviendas deberán de ser reubicados.

ESTADO DE LA VIVIENDA		
	Número de casos	%
BUENA	38	7.6
REGULAR	248	50.1
MAL	209	42.3
TOTAL	495	100.0

De igual manera los materiales predominantes en las diferentes estructuras de las viviendas es como sigue:

MATERIALES DE LA VIVIENDA		
	Número de Casos	%
PARED		
Adobe	167	33.8
Ladrillo	212	42.9
Madera	25	5.1
Cartón	2	0.4
Esteras	87	17.4
Lata	2	0.4
TOTAL	495	100.0
PISO		
Tierra	230	46.5
Cemento	265	53.5
TOTAL	495	100.0
TECHO		
Estera	141	28.5
Cartón	40	8.1
Madera	170	34.3
Concreto	54	10.9
Calamina	28	5.7
Eternit	50	10.4
Quincha	6	1.2
Plástico	2	0.3
Toldo	2	0.3
Sin techo	2	0.3
TOTAL	495	100.0

5.4.4 TENENCIA DE LA VIVIENDA

En cuanto a la tenencia de la vivienda existe una clara diferenciación entre los propietarios que representan un 71.0% (351 titulares) y tan sólo el 29.0% tiene diferentes alternativas en la tenencia de la vivienda siendo los precarios 15.0% los de mayor nivel, los datos referidos al área del proyecto indican los siguientes quantums:

TENENCIA DE LA VIVIENDA		
	Número de Casos.	%
PROPIETARIO	351	71.0
USUARIO	47	9.6
INQUILINO	28	4.4
PRECARIO	69	15.0
TOTAL	495	100.0

En cuanto al título de propiedad podemos afirmar que el 93.6% (462 titulares) no tienen el título de propiedad dado que éstas áreas han sido invadidas en los últimos 40 años.

TITULO DE PROPIEDAD		
	Número de casos	%
SI	33	6.4
NO	462	93.6
TOTAL	495	100.0

Sin embargo en la correlación existente entre la tenencia de la vivienda y el título de propiedad, existe una gran contradicción ya que los propietarios (71.0%) no tienen el debido título de propiedad, constituyéndose en tan sólo "Posesionarios" del área de vivienda que actualmente ocupan debido a que los supuestos propietarios son en realidad invasores de áreas públicas fiscales y/o privadas, tan sólo el 6.4% de los titulares tienen el título de propiedad que corresponde a las Asociaciones de Viviendas que existen en el área del proyecto.

5.4.5 PROBLEMAS DE LAS VIVIENDAS

En términos generales las características constructivas de estas viviendas consolidan el "mal estado" de las mismas, ya que el material predominante en las paredes es el adobe (33.8%) y la esteras (17.4%) que hacen un total de 254 viviendas (51.2 %), mientras que el ladrillo tiene una relevancia de 42.9% que significa 212 viviendas, lo demás materiales usados son precarios (como por ejemplo la madera, cartón y latas), en cuanto a los pisos de tierra significan un 46.5% mientras que los pisos encementados son el 53.5%, de otra parte los techos son los elementos más deteriorados por la predominancia de la madera en mal estado (34.3%), la estera (28.5%) que hacen un total de 62.8% (311 viviendas), mientras que los techos de concreto suman el 10.4% (54 viviendas), también hay techos en los cuales se han empleado otros materiales como el eternit, calamina, quincha, cartón, etc.; que dan un 26.7% (130 viviendas).

5.5 ZONIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

Por lo tanto debido al estudio los niveles de riesgo de colapso reflejan las condiciones estructurales, de edificación y uso de los materiales predominantes en las viviendas localizadas en ambas márgenes del río Rímac.

En la tipología de los niveles del riesgo de colapso en las viviendas localizadas en ambas márgenes del río Rímac se ha utilizado los criterios técnico-constructivo señalado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como las condiciones de localización de las viviendas, su edificación, uso y mantenimiento de las estructuras, además de la funcionalidad y la densificación en la ocupación por parte de los pobladores en el área del proyecto.

5.5.1 NIVELES DE RIESGO DE COLAPSO

i) Riesgo de colapso "A".

Son consideradas todas aquellas viviendas cuyas características constructivas no se ajustan a los criterios técnico-normativos establecidos por el R.N.C., los materiales de edificación no son los más adecuados sobre todo por la precariedad de los mismos, la localización de las viviendas en las proximidades del lecho del río, la densificación en la ocupación de las viviendas, además de la presencia de derrumbes parciales y/o totales creados por los fenómenos geodinámicos y la geomorfología del lugar, finalmente los déficits de los servicios de agua y desagüe son elevados.

ii) Riesgo de colapso "B".

Son consideradas todas aquellas viviendas que cumplen en parte las características constructivas señaladas en el R.N.C., así como los criterios técnico-normativos en cuanto a la utilización de los materiales constructivos, existen una serie de rajaduras leves y profundas que ponen en peligro la estabilidad de la vivienda, la densificación de ocupación y uso de la misma es alto, los servicios básicos no tienen un mantenimiento debido, en muchos casos las redes de los desagües vierten directamente al río las aguas servidas.

RELACION POR EDADES DE LAS ZONAS DE REUBICACION

	HOMBRES			MUJERES			TOTAL		
	0-5	5-10	65 a +	0-5	5-10	65 a +	0-5	5-10	65 a +
JUAN AGNOLI	45	25	13	26	23	08	71	48	21
MORALES DUAREZ	53	48	21	46	45	18	99	93	39
SAN MARTIN DE PORRAS	65	51	18	51	46	22	116	102	40
TOTAL	163	124	52	123	114	48	286	243	100

iii) Riesgo de colapso "C".

En este nivel se han considerado a las viviendas que están en "buen estado constructivo y estructural" pero sin embargo hay que considerar su ubicación en las proximidades del río, estando expuestos a fenómenos de asentamiento diferencial e inestabilidad del suelo, también hay que añadir que los servicios básicos no son los más óptimos y la densificación de ocupación sigue siendo alta.

En consecuencia en el análisis del área del proyecto se ha establecido el siguiente rango del riesgo de colapso:

RIESGO DE COLAPSO		
	Número de Casos	%
A	238	48.0
B	224	45.2
C	33	6.8
TOTAL	495	100.0

Por lo tanto el 93.2% (462 unidades de vivienda) son consideradas con un enorme riesgo de colapso, poniendo en peligro a 2,788 habitantes.

Condiciones actuales de las viviendas con riesgo de colapso en las márgenes del río Rímac.

En consecuencia, señalaremos que las actuales condiciones de vulnerabilidad existente a lo largo del curso del río tienen una caracterización variada y compleja toda vez que las viviendas que están localizadas en el ámbito de los 50 metros del lecho del río están en malas condiciones y son ocupadas por numerosas familias haciendo que estas áreas sean consideradas en "Emergencia".

5.5.2 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS VULNERABLES.

Para la identificación de áreas vulnerables se ha tomado en consideración el análisis de la estructura urbana colindante al río Rímac, de esta manera se han fijado los niveles de prioridad para la reubicación en cada una de las zonas previamente fijadas, teniendo en cuenta además las características físicas de

las viviendas y su nivel de ocupación por parte de los pobladores ahí asentados.

Las áreas de mayor vulnerabilidad son:

1. Pasaje Morales Duarez.
cuadra 1 - 2.
2. Avenida Morales Duarez.
cuadra 8 - 30.
3. Avenida Enrique Montes.
cuadra 5.
4. Avenida Carlos Tizón.
cuadra 3 - 4.
5. Avenida Manuel Arellano.
cuadra 3.
6. Avenida Gral. Buendía.
cuadra 5 - 6.
7. Pasajes.
8. Avenida Juan Agnoli.
cuadra 11 - 13
9. Avenida Morales Duarez.
cuadra 1.
10. Avenida del Trabajo
cuadra 2.
11. Comité N° 1.

Las áreas de relativa vulnerabilidad son:

1. Avenida Morales Duarez.
cuadra 1 (parcial).
2. Avenida del Trabajo.
cuadra 2 - 3.
3. Comité N° 3.

Las áreas de menor vulnerabilidad son:

1. Avenida Manuel Delgado.
cuadra 2.
2. Avenida Sánchez Cerro.
cuadra 1.

En suma casi el 69.0% de las viviendas están con gran riesgo de colapso y localizadas en áreas de mayor vulnerabilidad, haciéndose necesario el proceso de reubicación de los pobladores que actualmente están localizados a ambos márgenes del río Rímac en la cuenca media y baja.

5.6. ACCIONES DE PREVENCIÓN A LLEVARSE A CABO.

Dadas las condiciones actuales de las viviendas y de los pobladores localizados en áreas vulnerables del río Rímac es necesario el establecer las siguientes acciones operativas

a. Proceso de reubicación.

Por la situación actual es necesario "La implementación de un proceso de reubicación" que contenga acciones temporales y definitivas, haciendo una clara diferenciación de los requerimientos físicos de áreas y de vivienda.

- Se requieren para las áreas de mayor vulnerabilidad 53,714 metros cuadrados para la reubicación de 428 viviendas, que significan beneficiar a 519 familias y una población de 2,595 habitantes.
- Así mismo, se requieren 7,761 metros cuadrados para las áreas de relativa vulnerabilidad, que significan 63 viviendas beneficiando a 75 familias con una población de 295 habitantes.
- Finalmente se requieren 414 metros cuadrados para la reubicación de 4 viviendas localizadas en áreas de menor vulnerabilidad, con 4 familias y beneficiando a 22 habitantes.

Por lo tanto es necesario un área total de 61,871 metros cuadrados para reubicar a 495 viviendas con 544 familias y beneficiando a una población total de 2,992 habitantes.

El área total del lote propuesto para la reubicación es de 90 metros cuadrados, para poder implementar proyectos de:

- Lotes con servicio.
- Núcleos básicos de vivienda.
- Lotes tizados con habilitación urbana.
- Y, lotes tizados sin habilitación urbana.

Para los efectos de la reubicación las área propuestas están en consulta en la Super Intendencia de Bienes Nacionales desde el 15 de Febrero de 1,994, debiendo de ser la Municipalidad de Lima la encargada de implementar el proceso de reubicación; merece especial atención la participación del Instituto Nacional de Defensa Civil en cuanto a la implementación de acciones de prevención de desastres en el área del proyecto, haciendo uso de lo asignado por Ley el INDECI, sólo podrá llevar a cabo las acciones previas de la reubicación, ya que el mismo proceso deberá ser ejecutado por la Municipalidad como anteriormente se ha señalado, por lo tanto el INDECI, realiza el papel de promotor de

otorgar la seguridad y protección a la población mediante las acciones de prevención de los desastres en áreas vulnerables.

b. Forestación y reforestación.

Una de las acciones operativas a llevarse a cabo inmediatamente después de efectuar la reubicación es la forestación y reforestación de las áreas que anteriormente estaban ocupadas con viviendas con riesgo de colapso en las proximidades del lecho del río Rímac, para este fin se ha tomado en cuenta el DL. N° 17752 del 24 de Julio de 1969 Ley General de Aguas; el Reglamento del Título X del DL. N°17752, el DL. N°21147 del 19 de Mayo de 1,975 Ley Forestal y de Fauna Silvestre y el DL. N°02 del 17 de Noviembre de 1,980 Ley de Promoción al Desarrollo Agrícola.

En consecuencia será necesario el solicitar 400 plántones apropiados a las características ecológicas del río, entre las especies aparentes que pudieran ser son:

- Guarango.
- Sauce.
- Eucalipto.
- Bambú.
- Carrizo.
- Y, hierbas rastreras.

El proceso de reforestación estará orientado a proteger las laderas y taludes del río sobre todo en aquellas áreas de encañonamiento que tiene el río, para poder fijar la calidad de los suelos ya que estos son de naturaleza aluvial predominantemente el tipo fluvisol eútrico, depósitos aluviales y rellenos sanitarios.

En razón de esta situación se plantea que la reforestación debe ser efectuada después de llevar a cabo los trabajos de fortalecimiento y protección de las laderas y taludes en las áreas de mayor vulnerabilidad.

Las entidades encargadas de implementar la forestación y reforestación de la cuenca media y baja del río Rímac es la Municipalidad Provincial de Lima y la Municipalidad Provincial del Callao.

c. Obras físicas a llevarse a cabo.

Para mejorar las condiciones actuales de las laderas y taludes del río Rímac en la cuenca media y baja es necesario el llevar a cabo el "Enquinchamiento" entre el Puente del Ejército y el Puente Dueñas así mismo se deberá de hacer el "Enrocamiento" de aproximadamente 2 km. Estas obras deben estar orientadas a buscar la estabilidad de los suelos ya que geológicamente el área del proyecto está constituido por rocas sedimentarias y metamórficas además del material aluvial que carga y deposita el río. Las entidades encargadas de implementar estas obras son

**SAN MARTIN DE
PORRAS**



ZARUM

1° DE MAYO

ESTADIO SAN MARTIN
DE PORRES

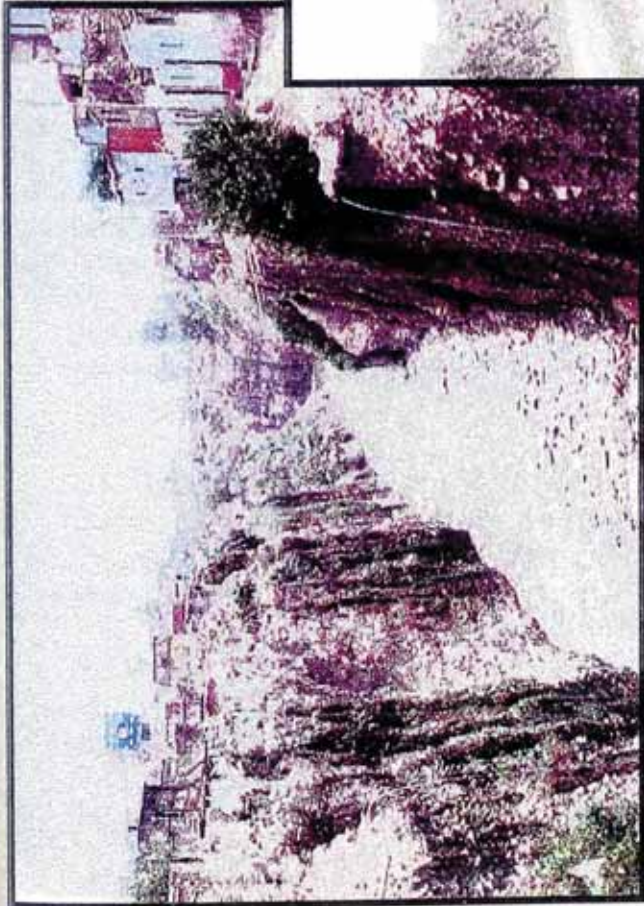
LIMA CERCADO

**PROYECTO DE REUBICACION DE POBLADORES
DE LAS MARGENES DEL RIO RIMAC
(CUENCA MEDIA Y BAJA)**



**AREA DE TRATAMIENTO
ECOLOGICO**

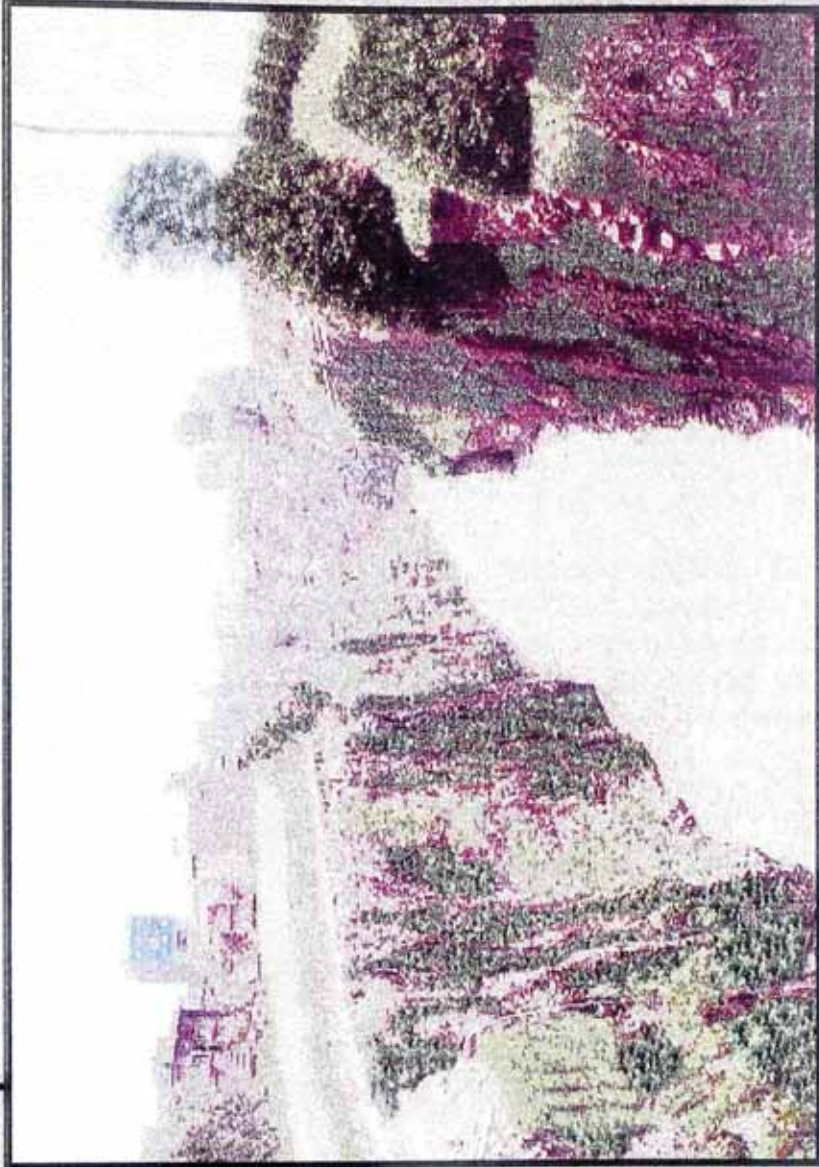




ANTES...



...DESPUES



**PROYECTO DE REUBICACION DE POBLADORES
DE LAS MARGENES DEL RIO RIMAC
(CUENCA MEDIA Y BAJA)**



las Municipalidades, el INDECI, y los demás Organismos del que hacer están orientadas a la protección ribereña.

d. Capacitación sobre acciones de Prevención.

Por la importancia de los problemas existentes en las proximidades del lecho del río Rímac, es necesario el promover "la conciencia ciudadana sobre la prevención de los desastres" ya que los habitantes que moran en éste tipo de viviendas, están en constante peligro, para lo cual se deberán de llevar a cabo en principio las acciones de reubicación, posteriormente se implementarán actividades de capacitación e instrucción sobre la importancia de la mitigación de los desastres.

En éste sentido, la participación de la población organizada es muy importante para poder efectivizar las acciones de capacitación en todos los niveles de la población ahí asentada, esta responsabilidad debe ser asumida por las Municipalidades tanto de Lima como del Callao, en coordinación con el Instituto Nacional de Defensa Civil y sobre todo la población sujeto de las acciones anteriormente previstas.

Esta preocupación se deberá de enmarcar en los propósitos de dar protección y seguridad a la población asentada en áreas de alta vulnerabilidad.

5.7. IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS ÁREAS PARA REUBICAR

Teniendo que reubicar una cantidad superior a la un millar de familias se requerirá áreas para urbanizarlas para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

Para los efectos de la reubicación las áreas propuestas se hicieron consultas con la Super Intendencia de Bienes Nacionales, la Municipalidad de Lima Metropolitana y con el Vice Ministerio de vivienda y Construcción.

La Super Intendencia adujo que estaban en cuantificación y balance de áreas libres, la municipalidad no-tenia zonas para expansión urbana bien definidas. Pero por intermedio del Dr. Jorge Durand asesor del INDECI y yo como Sub-Jefe de la Oficina de Proyectos Especiales del INDECI, recurrimos al Vice Ministerio de Vivienda y Construcción, y por intermedio del Viceministro obtuvimos terrenos en el Proyecto Pachacutec ubicado en Ventanilla.

La Autorización al Ministerio para que adjudique gratuitamente a favor de los pobladores asentados en las márgenes del Río Rímac por intermedio del Decreto Supremo Nº 015 - 94- MTC, refrendado por el Presidente de la República Ing. Alberto Fujimori F.

Se logro ubicar en las zona de Canto Grande dos áreas para reubicación uno en Asentamiento Humano Mano de Dios y el otro en Juan Pablo Segundo; estas zonas se ganaron gracias al corte de los cerros con ayuda de la Segunda Región Militar que con su maquinaria logro el acometido.

Otra zona de reubicación la obtuvimos también al coordinar con ENACE la cual nos cedió terrenos en Mi Perú (Ventanilla) y en la Cuarta Etapa de Villa el Salvador

5.8 REQUERIMIENTO DE VIVIENDA PARA EL REUBICADO

TECNOLOGÍA APROPIADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Se sabe que el mayor numero de edificaciones, especialmente viviendas, se han construido sin un diseño estructural adecuado. Observando datos obtenidos en el ultimo censo determinamos que son aproximadamente 80%.

Con los datos obtenidos podemos asegurar que se debe captar e implementar los avances científicos y tecnológicos, que sirvan en estos momentos para mejorar la calidad de vida y la seguridad de la población.

5.8.1 ALTERNATIVAS DE VIVIENDA PARA LA REUBICACION

Aplicar una tecnología apropiada, es dar al medio donde se piensa construir un adecuada tratamiento, para el caso de la reubicación se da una alternativa de vivienda provisional y otra vivienda permanente y evolutiva.

5.8.1.1 DISEÑO PROTOTIPO DE VIVIENDAS EN BASE A PANELES PRE FABRICADOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Dada la diversidad de las emergencias que afectan a los pobladores y a las viviendas a nivel nacional, se hace necesario la atención inmediata de los damnificados, con viviendas temporales y el equipamiento urbano mínimo mientras dura la rehabilitación de la zona afectada, en este sentido e realizado los estudios pertinentes de las viviendas a utilizarse.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICO CONSTRUCTIVAS

La construcción de la vivienda temporal ha sido concebida basándose en paneles prefabricados de diferentes tipo de material para ser utilizado en las diferentes regiones del país, debiendo ser armadas en el tiempo más corto y de fácil maniobrabilidad, utilizando los recursos de la zona.

- **DE LA ARQUITECTURA.-** Se ha tratado de mantener una modulación lo más repetitiva posible (en serie) en cuánto a dimensiones y formas que irán adaptando los paneles con las columnas y vigas.
- **DEL COMCEPTO ESTRUCTURAL.-** Dichos módulos compuesto de paneles, columnas y vigas se confinaran de acuerdo a la transferencia de esfuerzos de la misma que en su conjunto forman una estructura tipo cajón.
- **DE LOS MATERIALES.-** Para la estructura de la vivienda se utilizará madera rolliza, madera aserrada, estructura de aluminio,

PVC, bambú, caña brava u otro material de cada zona, en cuanto a los paneles serán revestida de triplex, maderba, nordex, fibrablock, quincha, multiplaca y listones de madera machihembrado, en caso de los techos se podrán utilizar, lona calamina, planchas corrugadas, eternit y otros materiales adecuados a la zona.

- **EL TIEMPO.-** El modulo se ensambla en un tiempo de aproximadamente 30 minutos
- **DEL TRANSPORTE.-** El modulo puede ser transportado a cualquier parte del país en forma rápida y oportuna debido a su bajo peso comparado con otras estructuras, se pueden embalar 15 módulos en un camión.

3. COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS DE VIVIENDA PREFABRICADOS

El costo promedio de las viviendas es de S/.1,200 Soles. Existe una demanda de 3,000 unidades redistribuidas entre la población afectada a ser reubicada por localizarse en áreas vulnerables (1,766 familias) y 1,234 viviendas para caso de emergencia; siendo el costo total de S/. 3'600,000 soles.

4. RESULTADOS ESPERADOS

A través de este tipo de viviendas temporales se podrá atender las necesidades de vivienda de las poblaciones damnificadas en el tiempo más corto, haciendo factible el proceso de la rehabilitación inmediata

5. LA UTILIZACIÓN DE LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Para que la madera setome como un material estructural es necesario que cuente con las siguientes características:

1. **CALIDAD CONTROLADA.-** El estudio integral de la madera para la construcción ejecutada por la JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, desarrolla una regla de clasificación visual por defectos para madera estructural.

“La regla de clasificación PADTREFORT (2). Es de tipo visual que y que se encuentra en el Manual de Clasificación visual para madera Estructural.

2. **IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES- GRUPOS ESTRUCTURALES.-** Para la identificación interviene, la densidad o peso específico de la madera, el tamaño de los

árboles, su abundancia y conocer confiablemente su comportamiento bajo cargas.

Se debe observar sus "PROPIEDADES MECÁNICAS", su comportamiento a escala natural, también se debe observar las relaciones "RESISTENCIA RIGIDECEZ" y durabilidad-trabajabilidad.

3. AGRUPAMIENTO.- Hay una cierta correlación entre la densidad básica (masa seca entre el volumen verde) de la madera y de los grupos estructurales trabajabilidad".

6. ESTUDIO DEL TORNILLO COMO MADERA ESTRUCTURAL PARA MÓDULOS

DESCRIPCIÓN ORGANOLEPTICA DE LA MADERA ⁽¹⁾

Color	La albura es de color rosado, transición gradual a dúrame de color rojizo claro.
Olor	característico, urticante al aserrarse.
Sabor	Ausente o no distintivo.
Brillo	De mediano a brillante
Grano	Entrecruzado
Textura	Gruesa
Veteado	Líneas vasculares oscuras pronunciadas.

USOS PROBABLES.-

Estructuras (armaduras, vigas, columnas, viguetas, encofrados), carpintería de obra (panelería, y obras de carpintería y ebanistería), cielos rasos, pisos (parquet, machihembrado en general).

FICHA TÉCNICA ⁽¹⁾

Nombre Científico	Cedrelinga catenaeformis Ducke.
Familia	Leguminosae-MIMOSOIDEAE.
Sinonimia	Piptadenia cateneaeformis Ducke.
Nombres Vulgares	Tornillo, Huaira caspi, Cedro masha.

Descripción de la madera:

Albura de color blanco cremoso rosado con transición gradual a duramen pardo rojizo claro. brillo medio alto; textura gruesa; grano recto a entrecruzado. Olor urticante al momento de aserrarse. Se puede notar líneas vasculares a manera de vetas.

Propiedades Físicas:

Especie de densidad media (0.45), contracción volumétrica (10.6) baja y coeficiente T/R (1.7), bajo a medio.

Propiedades mecánicas:

Seca fácilmente, sin presentar problemas de forma o rajaduras. Se preserva mal, en absorción baja y penetración vascular. Pero tiene muy buena durabilidad natural

Trabajabilidad:

Fácil de aserrar pero aveces de superficies lanosas. Se trabaja bien con toda las herramientas y máquinas de carpintería.

Usos probables:

Estructuras y carpintería de obra como machihembrados, pasos de escaleras, construcciones livianas, mueblería, pisos encofrados, embalaje, puntales, crucetas, carrocerías y otros. Se le sugiere como sustituto del Pino Oregón (Douglas-Fir)

La densidad básica de la madera, es la propiedad que se define como el resultado de la relación existente entre el peso seco al horno, de una probeta de madera y su volumen al estado húmedo (verde). La densidad incide significativamente en las propiedades mecánicas de la madera, tales coma: Flexión, dureza y otras. Cuando una madera tiene densidad alta, se la considera buena para estructuras, mientras que las que tienen baja densidad, son buenas coma material aislante.

Las maderas por su densidad, se agrupan en 5 categorías:

- 1.- Muy Baja : Densidad inferior a 0.30 g/cm³.
- 2.- Baja : Entre 0.30 y 0.40 g/cm³.
- 3.- Media : Entre 0.41 y 0.60 g/cm³.
- 4.- Alta :Entre 0.61 y 0.75 g/cm³.
- 5.- Muy Alta : Superior a 0.75 g/cm³.

- Cizallamiento

Determinación según ITINTEC 251.013.Cizallamiento es la resistencia que ofrece la madera a la acción de dos fuerzas paralelas, pero en dirección opuesta, tienen a cortarla. Este esfuerzo ocurre especialmente cuando hay unión de dos piezas de madera.

Con el aumento de densidad se incrementa la resistencia a la cizalladura

- Dureza

Determinación según ITINTEC 251.015

La dureza de la propiedad por la cual un cuerpo se opone a que otro lo penetre. Se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado

- Tenacidad.

Determinación según ITINTEC 251.018

La tenacidad es la resistencia de la madera al impacto o choque. La madera de baja resistencia de la ruptura por golpe, falla presentando planos lisos y deformación pequeña. En cambio, la madera de buena tenacidad lo hace con astilladuras muy notorias. La tenacidad se expresa en kilogramos por metro lineal (kg-m).

DIMENSIONAMIENTO ESTANDARIZADO ⁽¹⁾

Escuadrillas Preferenciales para madera Estructural.

Estandarizar todos los aspectos del uso de la madera para construcción.

“La escuadrilla pedida en pies 2 siempre es menor a la que se entrega en la obra (real), sufre una merma por corte, aserrado, cepillado y la contracción por secado (habilitado) obteniéndose una pérdida en las dimensiones trabajadas de unos 0.5 a 2.5 cm.

SECCIONES PREFERENCIALES

“La pieza debe ser rechazada” cuando no cumpla con la regla de clasificación visual

- Abarquillado, arqueadura, encorvadura y torcedura
- Inclinación general del grano, nudos.
- Rajaduras, grietas, escamaduras.
- perforaciones pequeñas, perforaciones grandes.

LA MADERA Y SU TRATAMIENTO

SECADO

El secado de la madera aporta las siguientes ventajas:

1. Permite la estabilización en forma y dimensiones de la madera en uso, minimizando los cambios que puedan presentarse como respuesta a variaciones en su contenido de humedad
2. Aumenta considerablemente la resistencia mecánica y mejora sus propiedades como aislante térmico, acústico y eléctrico.
3. Reduce su peso, favoreciendo consecuentemente el transporte al disminuir el costo de fletes y facilitarse su manipulación.
4. Aumenta notablemente su resistencia biológica, especialmente contra la pudrición y manchas causadas por hongos xilófagos, cromógenos y mohos.

Se aprecia fácilmente que secando la madera en forma correcta se consiguen muchas ventajas, eliminándose a la vez gran parte de los inconvenientes que han experimentado los usuarios, quienes por desconocimiento de las técnicas de secado frecuentemente usan madera verde con contenido de humedad mayor al correspondiente al de su uso. Es bien sabido que el secado de la madera después de haberse colocado o instalado donde se le dará un uso, ocasiona grietas, rajaduras y deformaciones, por lo

que algunos constructores han llegado ha desconfiar totalmente de la madera como material de construcción

El secado de la madera puede lograrse a base de aire natural o por métodos artificiales que estimulan la salida del agua en forma más o menos rápida. Cualquiera que sea el método de secado empleado, deben tenerse presente los principios básicos de esas técnicas, es decir, producción mínima de defectos, menor tiempo de secado y costos aceptables.

En la exportación de productos semi elaborados y elaborados, el secado de la madera es fundamental debido que es una condición determinante del éxito o fracaso de ésta operación comercial.

PROPIEDADES DE LA MADERA

- Se producen cambios dimensionales debido al contenido de humedad.
- Los materiales Ortotrofico tienen dos ejes de resistencia.
- Se tiene que tomar en cuenta la mayor resistencia a la tracción
- Resistencia a la flexión.
- existe problemas de deformación con el tiempo-clima (calor, frío, humedad). Deformación por flexión; por servicio más que por resistencia
- Se debe verificar resistencia al corte transversal a la fibra
- Es necesario tomar en cuenta la perdida por corte secado y cepillado que es de aproximadamente de 1.0 a 1.5 cm

FACTORES ADMISIBLE

1. Coeficiente de reducción de la resistencia
2. Esfuerzo por flexión.
3. A mayor velocidad de carga generan esfuerzos mayores.

DISPOSICIONES ESPECIALES PARA DISEÑO SISMO-RESISTENTE

1. Las estructuras de madera deberán ser analizadas y diseñadas para soportar las cargas de peso propio, cargas muertas, cargas vivas estáticas y dinámicas conjuntamente con las cargas de sismo. La determinación de las cargas de sismos. LA determinación de las cargas de sismo se efectúa de acuerdo a lo indicado en el capítulo de Normas Básicas del presente reglamento, y su distribución se efectuará entre todo los elementos resistentes constituyentes de la edificación, en proporción directa a sus rigideces y de acuerdo a su estructuración (presencia de diafragmas, arriostramientos, etc.).
2. En el análisis de la estructura, se usará métodos elásticos y el diseño se realizará por procedimientos compatibles con el método de análisis de manera de obtener una edificación estable y suficientemente rígida para el uso que ha sido diseñada.

3. Las características básicas de la madera son en general conocidas y son puntos de partida para cualquier análisis. Es en las conexiones o uniones entre elementos, donde pueden presentarse problemas; por lo que, el Ingeniero Estructural, debería poner especial énfasis en que éstas cumplan con las condiciones de trabajo asumidas en el análisis.
4. En tanto nuestro país no posea un reglamento para el diseño de este tipo de construcciones, se adaptará el uso de "Timber Construcción Manual" del American Institute of Timber Construction.
5. Las recomendaciones y requisitos que se estipulan en los párrafos siguientes no eximen del estudio y cálculo correspondientes que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse en el diseño.
Las copias de los planos estructurales para toda construcción de madera, mostrarán el tamaño y la posición de todos los elementos estructurales y su relación con otros elementos y materiales.

7. Aspectos Considerados en la Elaboración de los Módulos

Se ha tomado en cuenta en el diseño de los módulos para prolongar su vida útil lo siguiente:

- Se a tratado por todos los medios que la madera este seca, libre de infecciones y debidamente tratada
- Para el caso de encontrarse en zonas húmedas es necesario que la madera que se encuentre próxima al foco de humedad sea tratada. Si se trata del medio ambiente húmedo es necesario que la circulación del aire sea continua y no se estanque (ventilación), en el caso de la iluminación se ha diseñado de tal forma que el sol penetre a las viviendas
- Se debe concentrar aparatos sanitarios para disminuir riesgos de fuga. Se debe colocar collares metálicos con preservante en las tuberías que ingresan a la edificación.

LOS FACTORES NATURALES

- Antes del diseño de estos módulos se tomo en cuenta: la temperatura y sus cambios, la radiación solar, la precipitación, la humedad, los vientos, el polvo, el clima, el paisaje, la vegetación, la resistencia del suelo, la topografía (pendiente y accidentes naturales)
- La aceptación o el rechazo de los efectos térmicos y mecánico del viento determinarán la ubicación, dirección y protección necesaria en el modulo, de acuerdo a las características climáticas y morfológicas de cada zona.
- Los efectos del polvo pueden contrarrestarse en las edificaciones, con la orientación, la estructura, o con diversos métodos de protección.
- Los principales medios de protección contra la precipitación pluvial en las edificaciones son la ubicación, la altura, cimentación, estructura e inclinación.
- En cuanto a la humedad (óxido, sales, moho), se adecuara la estructura diseñando la estructura de tal forma que no se estanque el viento en la vivienda, así contrarrestando los efectos negativos de la humedad.
- Los espacios externos, al igual que los internos, requieren del control de la radiación solar, de los vientos y la humedad para obtener una temperatura ambiental, humedad atmosférica y ventilación adecuada a cada clima.

- La madera, por ser un material higroscópico, tiene la cualidad de absorber la humedad, adquiriendo en cantidades que varían de acuerdo a la humedad atmosférica y la temperatura ambiental. Pude absorber agua del medio ambiente por capilaridad y por absorción directa.

DAÑO TOMANDO EN CUENTA LOS CLIMAS DE LAS ZONAS

Para determinar un diseño apropiado al lugar o zona es necesario tomar en cuenta los factores naturales y los inducidos para dar solución particular al protección de la vivienda con respecto a el clima.

1. Clima Tropical de llano o Mixto
2. Clima Tropical Húmedo,
3. Clima Subtropical árido marino
4. Clima Subtropical húmedo de altura
5. Cima Subtropical árido de altura
6. Clima templado de altura
7. Clima frío de altura

Se tomara en cuenta en el diseño para cada uno de estos casos:

- Ubicación
- Ventilación
- Planta
- Techos
- Aberturas
- Espacios externos
- Orientación
- Control Solar
- Aislamiento térmico
- Aislamiento acústico

Elementos de Medio Ambiente

Las construcciones, así como la comodidad de sus ocupantes, son afectados por los elementos del medio ambiente independiente de el material de construcción. Estos elementos principales son. Calor, ruido, humedad y viento. Estos elementos presentan diferentes efectos sobre las edificaciones en especial las de madera. Para este caso se darán algunas pautas para generar la protección adecuada para cada caso.

Las ganancias o pérdidas de calor en las edificaciones, tienden a equilibrar la diferencia de temperatura entre el interior de las mismas.

El hombre se siente cómodo entre 18 y 24°C. En caso de temperaturas menores de 18° C durante varias horas al día se usaran muros y techos que permitan cierto aislamiento, para los módulos se a provisto la utilización de tekpor en los maduros para mantener, la temperatura interior, superior a la del medio ambiente.

En caso que las temperaturas sean muy menores a los 18°C se añadirán a las anteriores instalaciones especiales de calefacción. Para los casos de temperaturas mayores de 24°C, se deberán utilizar techos reflejantes o aislantes, con muros livianos y ventilación natural cruzada. Para

temperaturas muy altas será necesario aislarla edificación lo máximo sin impedir la ventilación, para algunas zonas será necesario utilizar medios electromecánicos para forzar la circulación de aire.

TRANSMISIÓN DEL SONIDO EN LA EDIFICACIÓN

La transmisión del ruido en las edificaciones se hacen en diferentes formas. Las ondas son transmitidas por medio de rendijas o aberturas en la tabiquería y o vanos, por la vibración de la tabiquería y algunas partes que son muy transmisoras de las ondas y estas se transmiten por golpes o impactos en otros casos por el paso de las ondas elásticas que directamente atraviesan dichos tabiques.

Existen diferentes formas de producir un aislamiento parcial o total de la edificación con respecto a los sonidos, esto se puede si se utiliza un diseño adecuado de los ambientes y el uso de materiales absorbentes.

Se podrán minimizar el efecto del ruido dando una orientación apropiada a las puertas y ventanas, unir los ambientes por su similitud sonora, encuentros sellados, uso de cámara de aire, en todo caso hacer un contraplacado con un material envevido aislante.

HUMEDAD

La madera por ser un material Higroscópico, tiene la cualidad de absorber humedad. La madera puede absorber agua del medio ambiente por capilaridad o por absorción directa.

La humedad del aire se debe a las presiones ejercidas por el viento y las diferencias de temperaturas. Existe la condensación del vapor producido por los seres vivos (hombre, animal) dentro de un ambiente cerrado o abierto. También los artefactos que generen energía como calor son los que determinan un cambio en la cantidad de humedad de el material a usar en una edificación.

Las lluvias y filtraciones que ocurren en el lugar de la edificación o en su entorno generan un cambio ya sea por capilaridad o penetraciones en la estructura .

El acondicionamiento Ambiental se puede generar por la utilización por el manejo adecuado de las fuentes generadoras de humedad.

Un caso especial se debe tomar en cuenta en las instalaciones sanitarias y eléctricas para poder evitar danos ala estructura o a los seres que viven en este entorno.

Los efectos de la humedad en las construcciones de madera que se deben evitar son por pudrición y ataques de hongos, se puede disminuir o neutralizar los efectos que la humedad tiene con respecto a la cola o perdida de revestimiento, con el cambio brusco de temperaturas se puede observar que en el material empieza a formarse fisuras y grietas

Protección Contra la Humedad en Edificaciones de Madera.

Ventilación adecuada, tanto exterior como interior, concentración de zonas húmedas y su respectivo aislamiento del resto de ambientes, utilizar juntas aislantes, tratamiento de la madera para contrarrestar las inclemencias del medio ambiente Dar una inspección periódica a toda la edificación

EFFECTOS DEL VIENTO.

La presión que ejerce el viento sobre las edificaciones es importante en la estabilidad de las mismas, se debe asegurar que no existan infiltraciones de aire a través de ventanas, puertas y fallas constructivas ejerce una influencia desfavorable en invierno.

También se pueden producir efectos químicos y abrasión; la corrosión provocada por elementos acarreados por el viento, el desgaste por fricción al impacto de partículas.

Protección Contra Efectos del Viento.

Es necesario averiguar la velocidad promedio del viento y su dirección. La fijación adecuada de los elementos de cobertura, ventanas, protección de la madera contra efectos químicos y de abrasión. Diseño adecuado en función a las características del viento del lugar.

5.8.1.2 OTROS DISEÑOS ELABORADOS COMO ALTERNATIVA DE VIVIENDA

CONVENIO DE CAPACITACIÓN PRODUCCIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE NÚCLEOS BÁSICOS DE VIVIENDA.

- El presente proyecto se enmarca como una solución a la necesidad de vivienda de los pobladores reubicados de la Ribera del río Rimac efectuada por el INDECI, teniendo como modalidad la de Convenio de Capacitación-Producción para la construcción inicial de veinte núcleos Básicos de Vivienda.
- Para tal efecto el Instituto Nacional de Defensa Civil entablo coordinaciones con SENCICO, en la cual se concibió la modalidad la Capacitación-Producción como una alternativa para dar solución a dicha necesidad.
- Para la realización del Proyecto se considera la intervención en forma coordinada de las siguientes instituciones:

SENCICO, en labores de capacitación - producción ; Proyecto PACHACUTEC, en el suministro de materiales, equipos y planos; así como la adjudicación de los terrenos, El INDECI , en la lotización , dirección y supervisión de la Obra , así como en la organización de los pobladores , el suministro de alimentos para las familias que participen en la construcción de sus viviendas, lotización, materiales, herramientas, equipos , instrumentos y maquinarias, necesarias para la edificación de los núcleos básicos .

Para la elaboración del proyecto, teniendo en cuenta experiencias anteriores realizadas por SENCICO, se considera la construcción de los 20 núcleos básicos de vivienda en forma simultánea, organizando a los miembros de las 20 familias por cuadrillas o unidades especializadas para que cada una se encargue de una o más partidas de obra; de tal

forma que en un tiempo determinado se logre edificar la totalidad de las viviendas.

Los planos de los módulos fueron elaborados según las necesidades del Proyecto Especial Ciudadela Pachacutec, los módulos básicos prototipos de exhibición se encuentran en la parte de la entrada principal del Proyecto Especial Pachacutec, con una antigüedad de construcción de aproximadamente 8 años, observándose su buen comportamiento estructural para las necesidades de dicho suelo (arenoso).

1. Proporcionar en forma oportuna los planos, materiales, herramientas, instrumentos, maquinarias y combustibles para su operación, necesarios para la construcción de los núcleos básicos.
2. Designar al Ingeniero Residente de obra, durante el período de ejecución de los 30 Núcleos Básicos de Vivienda.
3. Nombrar un Coordinador ejecutivo.

DEL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

El Sistema Nacional de Defensa Civil tendrá las funciones siguientes:

1. Organizar los grupos de capacitación, entre los miembros de las familias, para la construcción de los núcleos básicos de vivienda.
2. Proporcionar un tractor para la limpieza y nivelación del terreno
3. Gestionar y suministrar víveres básicos para la alimentación de los miembros de las familias reubicadas, participantes en la capacitación - producción.
4. Nombrar un coordinador ejecutivo

DE LOS POBLADORES

1. Los Pobladores tendrán las siguientes obligaciones.
2. Designar un representante para que desempeñe labor de coordinación.
3. Designar a los 30 pobladores que participarán en la Capacitación - Producción mediante la construcción de treinta núcleos básicos de vivienda, durante el tiempo que dure la edificación de los mismos, desde su inicio hasta su culminación; laborando de Lunes a Sábado en jornadas de 8 horas/día de 08:00 a 17:00 horas.
4. Asumir la guardiana de los materiales, maquinaria, herramientas, instrumentos, equipos y otros bienes necesarios para la construcción de

las viviendas, mientras permanezcan en el terreno adjudicado, hasta la culminación de los 30 núcleos.

5. Organizar la preparación de los alimentos para los pobladores participantes de la capacitación - producción, así como cooperar con los ingredientes necesarios para completar los víveres proporcionados por Defensa Civil.

DE LA DURACIÓN

El Convenio tendrá una duración de 15 semanas, que empieza el de 1994 y culmina el de 1994, pudiendo ampliarse por acuerdo de las partes.

Del mismo modo podrá resolverse por decisión unilateral siempre y cuando el informe a las otras partes con 15 días de anticipación.

DE LA EJECUCIÓN

Dado que la construcción de los 30 núcleos básicos de vivienda, por auto construcción mediante la modalidad educativa de Capacitación - Producción, por sus peculiaridades depende de la participación de los 30 pobladores en forma permanente hasta su culminación, del suministro materiales, herramientas, maquinaria, del suministro de alimentos y de la organización de la capacitación; es importante una coordinación fluida y constante de las partes firmantes, en el cumplimiento de sus obligaciones.

Por intermedio de ENACE y el FONAVI se están implementando prestamos para la construcción de Módulos de Vivienda de 45 m². y otro de un préstamo de S/. 8,000 soles a S/. 15,000 soles para cada propietario de un lote en las zonas donde se ha llevado al damnificado, esto con mensualidades de 60 a 80 soles mensuales pagaderos en 15 o 20 años.

Se han elaborado algunos prototipos de estas viviendas diseñados en ENACE , SENCICO y por nuestra parte en el INDECI.

5.8.2. EQUIPAMIENTO URBANO DE LA ZONAS DE DESTINO DE LA REUBICADOS

Para los fines de la habilitación urbana en la zona de reubicación, se a considerado las características físico geográficas estables y de suaves pendientes, además de las características bio-climaticas que son favorables para las actividades de los pobladores a ser reubicados, ya que se encuentra dentro del caso urbano de el distrito de Ventanilla.

La habilitación urbana se ha implementado de acuerdo a las normas técnicas establecidas en el Reglamento Nacional de Construcciones y el Reglamento de

Zonificación y de Usos de Suelo elaborados por el Vice Ministerio de Vivienda y Construcción, las secciones viales han sido consideradas de acuerdo a las especificaciones técnicas del Reglamento vial y las Nuevas Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras

El área signada para la rubicación es de 20 hectáreas divididas en dos etapas la primera de 9.9 hás y la otra de 11.1 hás; de las cuales el área neta destinada al uso de vivienda es de 14 hás, con una densidad neta de vivienda de 321 42 habitantes por hectárea, también se ha considerado un área total de equipamiento urbano de 6 hás, en el cual se ha incluido:

- Un colegio
- Un Local Comunal
- Una Posta Medica
- Una delegación Policial
- Un PRONAI
- Un Wuwuawuasi
- Dos Comedores Populares
- Una Capilla
- Un Mercadillo
- Parques
- Recreación
- Letrinas

También se ha considerado en esta área para fines viales(pistas y veredas)

Cabe desatacar que los vientos vienen de la parte del mar, con dirección de NW, con regular intensidad y otra del valle de Ventanilla.

Las condiciones del patrón de asentamiento que se ha propuesto es de tal forma que se satisfagan las necesidades básicas de la población.

5.8.3. DISEÑOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA EL EQUIPAMIENTO URBANO

Para los fines de habilitación se ha considerado una zonificación solo para uso residencial, un sistema de calles que faciliten la circulación de los peatones en todas las direcciones, sobre todo protegiendo las actividades del hombre, la distribución del equipamiento urbano es de tal forma que minimiza el recorrido de lo habitantes, y adecuada a las características topográficas del suelo.

En Cuanto al tipo de suelo, nos encontramos con el que se desarrolla por fenómenos eólicos, es decir de arena con espesores variables entre 0.5 a 20 metros y con un suelo subyacente de roca fracturada de tipo cuaternario, la napa freática se encuentra por debajo de los 10 metros.

Se trato de realizar el menor numero de movimiento de tierras, y él manzaneo y loteo se trazaron de acuerdo a las condiciones topográficas y del tipo de suelo.

5.8.4. FACTIBILIDAD DE AGUA DESAGÜE, ALUMBRADO PÚBLICO Y DOMICILIARIO

Dentro del equipamiento urbano en una primera etapa se tomó la decisión de reubicar a un primer grupo de 70 familias, debido a la premura de la reubicación por que en la zona entre Palacio de Gobierno y el Puente de Tacna se estaba presentando inundaciones y el aumento de la delincuencia en la zona

Solo se entregó un lote tizado y con calles enripiadas, con un módulo de madera, colocándose bolsas de agua de en cada esquina.

Pero el Proyecto Pachacutec realizado por el Vice Ministerio de Vivienda en el cual se encuentra el terreno cedido para las reubicaciones tiene:

Tres Tanques asentados en los cerros aledaños con capacidad para atender a unos 20,000 lotes

También se han colocado provisionalmente un pilón por cada manzana para abastecer de agua potable a la población asentada.

Se han construido 5 baterías cada una con 8 letrinas, ya se ha desarrollado los perfiles para el agua y el de desagüe. domiciliario.

Dos pozas de Oxidación para el tratamiento de las aguas servidas, que todavía no están en funcionamiento, por falta de las conexiones a ella.

En cuanto al Electrificación, se instaló alumbrado público y domiciliario para 400 lotes

5.8.5. EQUIPAMIENTO DE SALUD, EDUCACIÓN Y RECREACIÓN

En la zona a reubicar se ha construido un colegio, por las gestiones hechas por nosotros al INFES, la en la actualidad está en funcionamiento en su totalidad, cubriendo la demanda de la población residente y a la vez a la de Mi Perú, cuenta con 8 aulas que atienden en dos turnos; para el dimensionamiento del colegio se tomó en cuenta toda la población que será reubicada.

En cuanto a la Salud se ha construido una Posta Médica, de material noble financiada por el INDECI, con un área de 40m², contando con consultorio, tópico, sala de espera y servicio higiénico; la cual se encuentra en implementación por parte del Ministerio de Salud.

Se debe resaltar que el Indeci, la Marina, el Ejército y el Ministerio de Salud, hacen regularmente campañas de Salud, para atender a la población reubicada.

En cuanto a la delegación Policial se ha construido con un área igual a la del centro médico, se ha hecho la entrega oficial a la PNP. la cual tiene destacada una dotación policial; esta implementada con camarotes, menajería otorgada por el INDECI.

Para la recreación se construyó una loza deportiva y tres grandes áreas verdes

La posta médica, delegación policial, la loza deportiva, y el urbanizado estuvo a cargo de INDECI.

5.8.6. IMPACTOS ECOLÓGICOS EN LA ZONA A REUBICAR

En cuanto al impacto ecológico se puede decir que esta población estimada en 800 familias a ser reubicados, van a cambiar el clima en la zona, ya que se trataba de un desierto de arena, se puede notar que los vientos ya no son tan fuertes y que la zona tiene menor deposición de arenas eólicas, esto se acentuará con la forestación de la zona.

5.8.7. MOVIMIENTO DE TIERRAS, VÍAS DE ACCESO, LOTIZADO Y TIZADO DE LOS TERRENOS.

El movimiento de Tierras se debe a la topografía del lugar ya que el terreno se tuvo que dividir en tres etapas:

PRIMERA ETAPA

En esta primera etapa se lotizó 450 lotes de una área mínima de 120 m² (6.5m. por 20 m.) y área máxima de 180 m² (9m. por 20m), siguiendo la secuencia de.

Se replanteó la polígona de esta zona, determinando los hitos de fierro y concreto y se determinó los ejes de referencia (B.M.), para el lotizado de las viviendas se utilizó estacas de fierro de 3/8" y 0.5 m. largo , ya que se trata de un arenal.

Así mismo se definió la sección, ejes de las vías principales, los accesos; identificando los tableros viales, aceras y bermas respectivos.

Se debe notar que el enripiado de la carretera se realizó con el material de la zona, ya que existen canteras para esto además de, arena, fina y gruesa.

En cuanto al tizado, cada lote se definió sus linderos con cal y estacas, a cada lote se le acondicionó un módulo de madera de 3.8m por 3.8m. el cual fue colocado sobre una plataforma de 5m por 5m de enripiado y nivelado.

El movimiento de tierra y lotizado estuvo a cargo de nosotros (INDECI)

5.9 ASPECTO OPERACIONAL Y PLAN ESTRATÉGICO DE IMPLEMENTACION

5.9.1 ESTRATEGIA

Para esto se tomo en cuenta los tres aspectos preventivos:

El antes, durante y después el cual detallamos con fechas, hora, tipo de coordinación y responsables

Identificación de áreas vulnerables

Para octubre de 1995 la Oficina de Proyectos Especiales como responsable, identifico las áreas vulnerables, esta deleitación se llevo acabo con las dimensiones mínimas de sección (ancho de la faja Marginal) del Río Rímac en ambas márgenes tomando como sigue:

TRAMOS	ANCHO DE CAPA MARGINAL
Puente Santa Rosa - Puente Dueñas	15 m. a ambas márgenes
Puente Dueñas - Puente Faucett	30 m. a ambas márgenes
Puente Faucett - Puente Gambeta	50 m. a ambas márgenes
Puente Gambeta - Desembocadura	50 m. a ambas márgenes

Encuesta

Se realizo la tercera encuesta de familias para reubicar, para o cual se compatibilizo con la encuestas anteriores, quedando en claro que en el transcurso del tiempo(un año y medio), un 10 % de viviendas habían cambiado de dueño (conductor del predio) o inquilino. Se hace el recojo de las respectivas Libretas Electorales

5.9.2 ACCIONES PRIORIZADAS

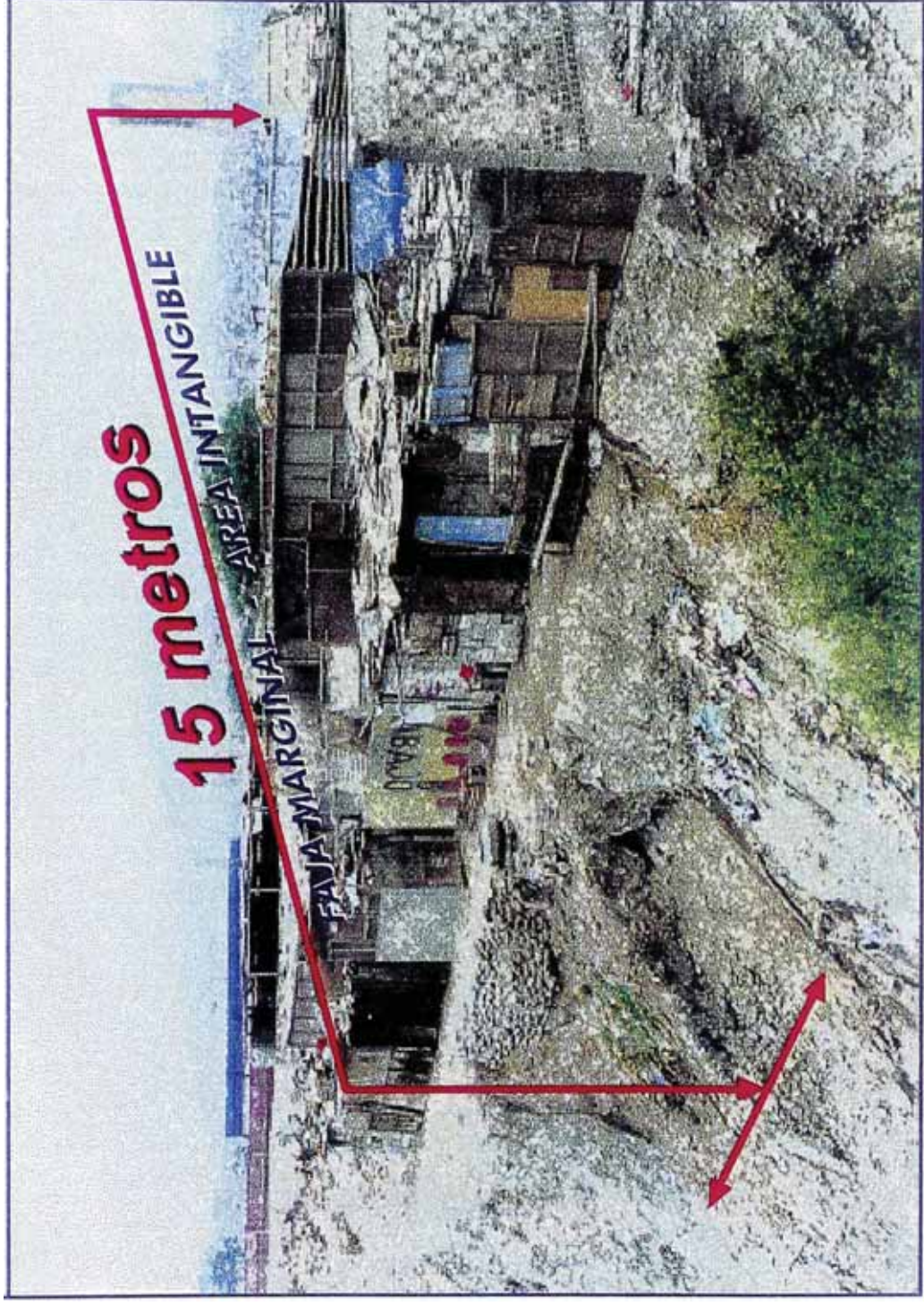
Reunión con las familias

Eso se lleva acabo cada cierto tiempo dándole a conocer a la población a reubicar las beneficios que se otorgaran; y la decisión que deben tomar al lugar que deseen ser reubicados, dándole tres alternativas uno en el Proyecto Pachacutec, otro en Mi Perú ambos en el distrito de ventanilla, el tercero en la cuarta zona de Villa el Salvador; también acordar con ellos la fecha para la reubicación, a cada predio se le entrego una ficha y un documento dándole las alternativas y benéficos que tendrán en cada zona a ser reubicados. El poblador debería firmar en la ficha la opción a tomar.

Se acordaron visitas a las tres zonas a donde serán reubicados, para que ellos mismos tomen su decisión. A los de la calle Agnolli no se le dio esa opción por que la mayoría eran personas de mal vivir.

Primera reunión Multisectorial.

PUENTE DEL EJERCITO PUENTE DUEÑAS



PUENTE DEL EJERITO - PUENTE DUEÑAS



PUENTE DUEÑAS PUENTE FAUCETT



Se llevo a cabo en el auditorio del INDECI, en la cual asistieron las entidades competentes para este proyecto. para mayor información (Ver Anexos)

Plan Purifiquemos el Río Rímac

Para ello se coordinó con SEDAPAL, EDELNOR, POLICÍA ECOLÓGICA, MUNICIPALIDADES y el MINISTERIO DE AGRICULTURA,

Solicitud de terrenos al MTCVC

Los terrenos cedidos al INDECI, se encuentran dentro del proyecto Pachacutec por lo cual se tenían que solicitar al ministerio su ocupación entregándoles el listado de familias a ser reubicadas, para su posterior entrega del Título de propiedad por parte del MTCVC.

Lo mismo se tubo que hacer para los terrenos cedidos por ENACE, y en coordinación con los municipios de Ventanilla, Canto Grande y Villa el Salvador.

Emitir Edictos

Los respectivos municipios, donde se asientan los pobladores con viviendas en riesgo deberán emitir edictos en los cuales se especificaran que no se otorguen documentos que generen algún derecho de posesión a estas familias.

5.9.3 ACCIONES OPERATIVAS

Rechequeo

Se chequea el primer grupo a ser reubicado (100 familias), dándoles a conocer como será la reubicación y en que camión serán trasladados, donde estará ubicada su movilidad.

Normalmente existe de un 5 a 10% de familias que deciden no ir a la zona de reubicación, en este caso a ellas se les brinda la respectiva movilidad para lleguen al destino que ellos han fijado.

Remisión de Denuncias

Para este caso la Prefectura y la Policía Nacional hace el cheque de los antecedentes judiciales y policiales de los pobladores a ser reubicados

También se verifica si el titular de la familia y conyugue tienen otras propiedades inscritas en los registros Públicos a su nombre.

Hacer de Conocimiento de la Primera reubicación

En este caso se emite oficios a 30 instituciones involucradas en la reubicación de dos formas:

Un grupo se les hace de conocimiento de la reubicación

Ministro de la Presidencia, Poder Judicial, Municipios, MTCVC, Prefectura,

El otro grupo se le pide un apoyo

La Séptima Región Policial, delegación Policial de Ventanilla para que el día de la reubicación ofrezca la seguridad del caso en todo momento de la reubicación

Ministerio Público para que envíe a dos fiscales para que den fe de que la reubicación esta dentro de los parámetros de ley, a la vez de dar solución a algunos posibles imponderables que se presentan en la misma reubicación.

A la Segunda Región de Defensa Civil para que dote de un grupo de brigadistas y personal de apoyo, esta coordinación es interna

Elaboración del Proyecto de Forestación

El Ministerio de Agricultura por intermedio del PRONAMACHCS conjuntamente con otras instituciones involucradas, realizan el posterior trabajo de tratamiento ecológico de las áreas desocupadas

En esta parte se preparan los terrenos para almácigos y viveros, ya sea de los ministerios de MTCVC o el de Agricultura.

5.9.5 IMPLEMENTACION PARA LA REUBICACION

Notificación a los Pobladores

Se hacen tres notificaciones como mínimo en la ultima se da la fecha de reubicación y la hora de empezar esta

Inspección de terrenos

Se realizan la ultima inspección de terreno para verificar el tipo de trabajos se van a realizar para que estos puedan recibir a los nuevos pobladores

Acondicionamiento de los Terrenos

En esta etapa del proceso de reubicación se hace la respectiva movimiento de tierras para nivelar a terreno, construcción de las vías de acceso a las manzanas; manzaneo y plataforma para la colocación del modulo de madera.

Habilitación y loteo de los terrenos

Para este caso una vez acondicionado el terreno, se habilita los lotes necesarios para cada etapa de la reubicación, la cual es tizada con cal cada lote.

Ensamblaje de Módulos

Se trasladan los módulos en un número igual a la población a ser reubicada más un 10% por si ocurren inconvenientes.

Estos módulos son ensamblados una semana antes de la reubicación, utilizando un promedio de tres días para dicho trabajo.

5.9.6. COSTO BENEFICIO

Para el costeo de la Reubicación se hace por intermedio de la Dirección Nacional de Logística y el departamento de Planificación de Indeci.

Se debe tener en cuenta que el costo beneficio es difícil de medir por que este es un proyecto de prevención de desastres y lo que más importa es salvar vidas humanas, por lo cual no tienen un valor material, además la población reubicada tiene un cambio de vida a veces radical; pues al llegar a ser propietario, este se incorpora a la sociedad con más rapidez. En consecuencia esta población tiene una mejora de condiciones de vida y de habitabilidad.

5.9.7. LOGÍSTICA DEL TRASLADO

Solicitud de Seguridad

Se solicitara de seguridad del área de desalojo y del área a reubicar, esto se debe a que una vez instalados los módulos estos pueden ser ocupados por invasores; mientras que en la zona de desalojo para que no ocurra irregularidades en las viviendas de los que van a ser reubicados.

Solicitud de Camiones

Para la reubicación es necesario un promedio de un camión para la reubicación de tres familias, más cuatro hombres por camión para el estibaje, más una persona que dirigirá el camión a su destino. Para la primera etapa se ha considerado 35 camiones y 140 hombres para el estibado

Provisión de Agua

Es necesario que en la zona a reubicar tenga una dotación de agua necesaria para abastecer a la familias por un tiempo de una semana.

Provisiones Varios

Se colocara dentro del modulo de madera una cama camarote, dos colchones, dos frazadas, un cocinilla de dos hornillas, menajeria (tazas, vasos, platos chiferos,) para 8 personas; además de polos y gorros para toda la familia.

También a cada modulo se le pondrá número donde se vera la manzana, calle y numero de lote; también se colocar el nombre de la familia beneficiada por la reubicación

Publicación de la Resolución en el Peruano

En el diario el Peruano se publicara la resolución de la cantidad de lotes que van a ser ocupados por los reubicados

5.9.8. CRONOLOGÍA DE LA REUBICACION DURANTE EL TRASLADO DE LAS FAMILIAS.

Traslado de las Familias

El traslado de las familias el día del traslado sigue la siguiente secuencia:

La hora de inicio es a las 5.0 de la mañana para lo cual en la zona declarada para la reubicación deben estar:

1. La dotación Policial
2. Los dos Fiscales
3. Los alcaldes de la zona
4. El INDECI
5. El Sub-Prefecto

En cuanto a la logística se tendrá:

1. Los camiones (los cuales están numerados en su frontis)
2. Personal para demolición de las viviendas
3. Maquinaria Pesada para hacer movimiento de tierras

Los camiones se distribuyen de acuerdo a la distancia de la viviendas que les toca recoger para lo cual ya están numeradas.

Las familias a reubicar empiezan el estibaje de sus pertenencias ordenadamente, conjuntamente con el personal destacado para

este objetivo; normalmente esto demora un promedio de cuatro horas

- Una vez que todas las familias están en los camiones con sus pertenencias, estos camiones se colocan en fila en un lugar predeterminado para lo cual después de 20 minutos se dará la orden de empezar el traslado del convoy con una dotación de policías en motos y en patrulleros que agilizaran el traslado, normalmente al lugar de destino se llega en un promedio de dos horas de recorrido.

Asignación de lotes

- Ya en la zona nueva se trasladan los camiones a las manzanas donde deben dejar a las familias. Un coordinador dará el inicio de esto, donde cada familia se le entrega el lote asignado.
- La asignación del lote se hace con la presencia del fiscal, representante del INDECI y del MTCVC. Se hacen las respectivas listas finales y una copia firmada por los tres representantes se entrega a cada institución antes mencionada.
- El Jefe del INDECI hace oficial la entrega del lote a una familia representante de los nuevos moradores reubicados.
- Por último a cada familia PROONA y el INDECI hacen entrega de víveres a cada familia, un paquete que les dura por lo menos dos semanas para una familia promedio. En ciertas ocasiones se entrega ropa.

Solicitudes de título de propiedad

- Una semana después de ocurrida la reubicación se hace un chequeo casa por casa para poder verificar las listas y así completar las libretas electorales para poder solicitar el título de propiedad de su lote.
- Otorgamiento de Títulos de Propiedad
- Con la solicitud del título de propiedad hecha al Ministerio de Transportes Comunicación Vivienda y Construcción se hace entrega del Título de propiedad con la publicación en el diario el Peruano, luego este título es asentado en los registros públicos.
- Con el título de propiedad el titular puede pedir el préstamo a ENACE o al FONAVI, para construir su vivienda.
- Desarrollo del Proyecto Vial Morales Duares

- CORDELICA y las Municipalidades donde se desarrollara el proyecto vial Morales Duares, definirán el eje vial final que llegara hasta el Puente del Ejercito
- Estabilización de Taludes
- Se hacen defensas ribereñas de diferente tipo en cada tramo ya que cada uno de ellos son de diferente topografía y suelo.
- Implementación de Proyectos de forestación

5.9.9. BENEFICIOS PARA EL REUBICADO

Los beneficios para los reubicados son los siguientes:

- Se le entrega un lote de terreno lotizado con su respectivo titulo de propiedad
- Un modulo prefabricado de madera

5.10 CONCLUSIONES

El rápido crecimiento urbano de la ciudad de Lima-Metropolitana en los últimos 50 años, ha ido copando casi todas las áreas urbanas con fines residenciales previstas en los planes de crecimiento y expansión urbana vigentes, elaborado por los organismos correspondientes (municipalidades).

Las características de las viviendas ubicadas en las riberas del río Rimac comprendidas entre la desembocadura del río en el Océano Pacífico y el puente ubicado en la Av. Abancay, son las siguientes:

- ***Los materiales de construcción son precarios y están en mal estado en su gran mayoría.***
- ***El tiempo de edificación no es mayor de 37 años.***
- ***Los suelos donde están asentadas las viviendas son inestables, ya que su origen son los rellenos sanitarios. Existe el caso en el que se ha formado en los últimos años un encañonamiento profundo del río donde se encuentran asentadas las viviendas, teniendo su suelo un compactamiento deleznable muy pobre.***
- ***El promedio del área de lote en el área de estudio es de 62 metros cuadrados (sin embargo, las áreas mínimas son de 30 metros cuadrados), siendo el área techada promedio de 53 metros cuadrados.***
- ***La totalidad de las viviendas se han originado por el proceso de invasión de tierras, tanto fiscales como privadas.***
- ***La densidad de ocupación promedio es de 6 personas por vivienda.***

El río Rímac tiene un régimen irregular y de carácter torrencioso sobre todo por la fisiografía del caudal en sus diferentes tramos, creando "áreas de alta vulnerabilidad" principalmente en los meses de verano, siendo el mes de marzo el de mayor concentración de descargas mientras que en el mes de agosto se registran las descargas menores.

Según los estudios de hidrología del río Rímac referidos en el capítulo III, en el caso de una mayor descarga máxima probable será necesario elevar hasta en 1.0 metro más los muros de encausamiento y los enrocamientos respectivos en las áreas vulnerables.

El cauce del río a partir del Puente del Ejército presenta una situación harto difícil, debido al encañonamiento profundo del río. Existe un cambio nítido de la morfología del río, en cuyas laderas se han venido asentando los pueblos jóvenes y se han construido viviendas informales cuya seguridad es precaria y están en constante peligro de colapso.

En la mayoría de los casos, la estructura de los suelos se caracteriza por ser inestable, debido a que su origen son los rellenos sanitarios, piedras de canto rodado y material aluvional y que no han sido debidamente trabajados, como por ejemplo el área correspondiente al Pueblo Joven "1 de Mayo", en el cual están asentadas aproximadamente 600 familias, con el correspondiente peligro

de constante colapso debido al asentamiento diferencial del terreno que afecta a las viviendas, incluidas las de material noble de dos pisos.

En la zona de la margen izquierda del río están localizadas la mayor parte de las viviendas con riesgo de colapso por la acción directa del río, ya que las viviendas informales no tienen la seguridad constructiva necesaria. Además de por su localización y sus condiciones, son precarias por la inestabilidad de los suelos, haciéndose necesaria la reubicación de las asentadas en áreas de alta vulnerabilidad.

De igual manera, la erosión ocasionada por el acción del hombre es muy importante en el área de estudio, ya que el río recibe tal cantidad y variedad de depósitos que producen la colmatación del río, sobre todo donde hay una mayor densidad poblacional; es decir que la basura que es vertida directamente al río o en sus bordes, reduce el cauce del río. Aproximadamente se depositan 5,000 kilos de basura orgánica e inorgánica por día, de los que resultan 35,000 kilos por semana, 140,000 kilos al mes y finalmente 1'680,000 kilos por año.

También hay que considerar que la erosión creada por los vertimientos domésticos (desagües que van directamente al río) afecta la estabilidad de las laderas, por el constante discurrimiento de las aguas servidas

La degradación del río actualmente es crítica debido a que recibe gran cantidad y variedad de contaminantes, fenómeno que empieza en la parte alta de la cuenca, donde es contaminado por los relaves mineros de la zona y continua a lo largo de la cuenca media y baja el río, donde soporta descargas industriales, vertimientos energéticos, domésticos y agrícolas (que aportan sustancias residuales de insecticidas, pesticidas, fertilizantes, etc.). Esto se agrava aún más con la cantidad de basura que es arrojada en la zona urbana.

Los fenómenos geodinámicos pueden explicarse por las condiciones geológicas y climáticas propicias que existen en el valle del Rimac. Si bien es poco lo que puede hacer el hombre para afectar clima la geología, si tiene la posibilidad de manejar adecuadamente el suelo y el agua para evitar la erosión hídrica y consecuentemente la formación de huaicos. Hay una serie de medidas que aminoran la erosión: mecánicas (construcción de terrazas o andenes), agronómicas (práctica de rotación de cultivos o siembras siguiendo las curvas de nivel), agrostológicas (control de pastoreo, la plantación o conservación de bosques), hidráulicas (manejo adecuado).

La evaluación geotécnica y geodinámica es la base de la zonificación de la estabilidad de taludes o laderas. Está sustentada en el análisis de la información geológica local, en la condición geotécnica, en el comportamiento geomorfológico y en las tendencias de evolución del torrente. Los factores que inciden en sus modificaciones dan los elementos de juicio para estimar el grado de estabilidad en los taludes naturales. De este modo se puede evaluar el peligro y conocer la vulnerabilidad de cada zona, definiendo una zonificación. Considerar el nivel de riesgo de las áreas expuestas a movimientos de masas y huaicos nos permite planificar medidas de prevención para mitigar y/o reducir el peligro en desarrollo y posible expansión.

Por la aplicación de los instrumentos técnico-metodológicos, en el estudio se ha identificado que hay:

- **495 unidades de vivienda.**
- **544 familias.**
- **2,992 habitantes.**

Así podemos observar que en el estado de la vivienda hay una marcada diferenciación por la funcionalidad, uso y localización de la misma a lo largo de curso del río en la cuenca media y baja; el 42.3% de las viviendas están en mal estado y el 50.1% están en regular estado, por lo tanto el 92.4% de las viviendas ubicadas en las áreas de alta vulnerabilidad están por debajo de los estándares de vida y de edificación, tan sólo el 7.6% estaría en condiciones "de ocupación", pero por las características generales existentes en el área de estudio, casi la totalidad de estas viviendas deberán ser reubicadas.

En cuanto a la tenencia de la vivienda existe una clara diferenciación entre los propietarios que representan un 71.0% (351 titulares) y el 29.0% que tiene diferentes alternativas en la tenencia de la vivienda, siendo los precarios 15.0%.

En cuanto al título de propiedad podemos afirmar que el 93.6% (462 titulares) no tienen el título, dado que éstas áreas han sido invadidas en los últimos 40 años.

En términos generales, las características constructivas de estas viviendas representan el "mal estado" de las mismas, ya que el material predominante en las paredes es el adobe (33.8%) y las esteras (17.4%) que hacen un total de 254 viviendas (51.2 %). mientras que el ladrillo tiene una relevancia de 42.9% que significa 212 viviendas, lo demás materiales usados son precarios (como por ejemplo madera, cartón y latas), en cuanto a los pisos de tierra significan un 46.5%, mientras que los pisos encementados son el 53.5%. De otra parte los techos son los elementos más deteriorados por la predominancia de la madera en mal estado (34.3%), la estera (28.5%) que hace un total de 62.8% (311 Viviendas), mientras que los techos de concreto suman el 10.4% (54 viviendas). También hay techos en los cuales se han empleado otros materiales como el eternit, calamina, quincha, cartón, etc., los que representan el 26.7% (130 viviendas).

Los niveles de riesgo son tres:

i) Riesgo de colapso "A".

Son consideradas todas aquellas viviendas cuyas características constructivas no se ajustan a los criterios técnico-normativos establecidos por el R.N.C., los materiales de edificación no son los más adecuados sobre todo por la precariedad de los mismos, la localización de las viviendas en las proximidades del lecho del río, la densificación en la ocupación de las viviendas, además de la presencia de derrumbes parciales y/o totales creados por los fenómenos geodinámicos y la

geomorfología del lugar, finalmente los déficits de los servicios de agua y desagüe son elevados.

ii) Riesgo de colapso "B".

Son consideradas todas aquellas viviendas que cumplen en parte las características constructivas señaladas en el R.N.C., así como los criterios técnico-normativos en cuanto a la utilización de los materiales constructivos. Existen una serie de rajaduras leves y profundas que ponen en peligro la estabilidad de la vivienda, la densificación de ocupación y uso de la misma es alto, los servicios básicos no tienen un mantenimiento debido, en muchos casos las redes de los desagües vierten directamente al río las aguas servidas.

iii) Riesgo de colapso "C".

En este nivel se han considerado a las viviendas que están en "buen estado constructivo y estructural", sin embargo hay que considerar su ubicación en las proximidades del río, estando expuestas a fenómenos de asentamiento diferencial e inestabilidad del suelo, también hay que añadir que los servicios básicos no son los más óptimos y la densificación de ocupación sigue siendo alta.

Por lo tanto el 93.2% (462 unidades de vivienda) son consideradas con un enorme riesgo de colapso, poniendo en peligro a 2,788 habitantes.

Las áreas de mayor vulnerabilidad son.

1. Pasaje Morales Duarez.
Cuadra 1 - 2.
2. Avenida Morales Duarez.
Cuadra 8 - 30.
3. Avenida Enrique Montes.
Cuadra 5.
4. Avenida Carlos Tizón.
Cuadras 3 - 4.
5. Avenida Manuel Arellano.
Cuadra 3.
6. Avenida Gral. Buendía.
Cuadras 5 - 6.
7. Pasajes.
8. Avenida Juan Agnoli.
Cuadras 11 - 13.
9. Avenida Morales Duarez.
Cuadras 1.
10. Avenida del Trabajo.
Cuadra 2.
11. Comité N° 1.

Las áreas de relativa vulnerabilidad son:

1. Avenida Morales Duarez.
Cuadra 1 (parcial).
2. Avenida del Trabajo.
Cuadras 2 - 3.
3. Comité N° 3.

Las áreas de menor vulnerabilidad son:

1. Avenida Manuel Delgado.
Cuadras 2.
2. Avenida Sánchez Cerro.
Cuadras 1.

En suma casi el 69.0% de las viviendas están con gran riesgo de colapso y localizadas en áreas de mayor vulnerabilidad, haciéndose necesario el proceso de reubicación de los pobladores que actualmente están localizados a ambas márgenes del río Rímac en la cuenca media y baja.

Por la situación actual es necesario "la implementación de un proceso de reubicación" que contenga acciones temporales y definitivas, haciendo una clara diferenciación de los requerimientos físicos de áreas y de vivienda.

Por lo tanto se hace necesario un área total de 61,871 metros cuadrados para reubicar a 495 viviendas con 544 familias en beneficio a una población total de 2,992 habitantes.

El área total del lote propuesto para la reubicación es de 90 metros cuadrados, para poder implementar proyectos de:

- Lotes con servicio.
- Núcleos básicos de vivienda.
- Lotes tizados con habilitación urbana.
- Lotes tizados sin habilitación urbana.

En cuanto a la reforestación será necesario solicitar 400 plantones apropiados a las características ecológicas del río, entre las especies aparentes que pudieran ser Guarango, Sauce, Eucalipto, Bambú, Carrizo y hierbas rastreras.

El proceso de reforestación estará orientado a proteger las laderas y taludes del río sobre todo en aquellas áreas de encañonamiento que tiene el río, para poder fijar os suelos ya que estos son de naturaleza aluvial, predominantemente del tipo fluvisol eútrico, depósitos aluviales y rellenos sanitarios.

En razón a esta situación se plantea que la reforestación debe ser efectuada después de llevar a cabo los trabajos de fortalecimiento y protección de las laderas y taludes en las áreas de mayor vulnerabilidad.

Para mejorar las condiciones actuales de las laderas y taludes del río Rímac en la cuenca media y baja es necesario el llevar a cabo el "Desquinchamiento" entre el Puente del Ejército y el Puente Dueñas, así mismo se deberá de hacer el "Enrocamiento" de aproximadamente 2 km. Estas obras deben estar orientadas a buscar la estabilidad de los suelos, ya que geológicamente el área del proyecto está constituido por rocas sedimentarias y metamórficas además del material aluvial que carga y deposita el río.

Por la importancia de los problemas existentes en las proximidades del lecho del río Rímac, es necesario el promover "la conciencia ciudadana sobre la prevención de los desastres", ya que los habitantes que moran en éste tipo de viviendas están en constante peligro, para lo cual se deberá llevar a cabo en principio las acciones de reubicación, posteriormente se implementarán actividades de capacitación e instrucción sobre la importancia de la mitigación de los desastres.

Para implementar la reubicación de una cantidad superior a la un millar de familias se requiere áreas a habilitar. Para ello hace falta seguir los siguientes pasos:

- La autorización por Decreto Supremo del Ministerio para que adjudique gratuitamente a favor de los pobladores asentados en las márgenes del Río Rímac áreas de tierras.
- Se ha ubicado en las zonas de Canto Grande dos áreas para reubicaciones, uno en Asentamiento Humano Mano de Dios y el la otra en Juan Pablo II.
- Aplicando la tecnología apropiada, dando al medio donde se piensa construir un adecuado tratamiento, para la reubicación que se propone se da una alternativa de vivienda provisional y otra vivienda permanente y evolutiva.
- La construcción de la vivienda temporal se concibe en base a paneles prefabricados de diferentes tipo de material, para ser utilizados en las diferentes regiones del país, debiendo ser armados en el tiempo más corto y de fácil maniobrabilidad, utilizando los recursos de la zona, revestidos de tripley, maderba, nordex, fibrablock, quincha, multiplaca y listones de madera machihembrado
- Para techos se podrá utilizar, lona calamina, planchas corrugadas, eternit y otros materiales adecuados a la zona.
- El modulo se puede ensamblar en un tiempo aproximado de 30 minutos
- El modulo puede ser transportado a cualquier parte del país en forma rápida y oportuna debido a su bajo peso comparado con otras estructuras, se puede embalar 15 módulos en un camión.
- El costo promedio de las viviendas es de S/. 1,200 Soles.

- A través de este tipo de viviendas temporales se podrá atender las necesidades de vivienda de las poblaciones damnificadas en el tiempo más corto, haciendo factible el proceso de la rehabilitación inmediata

Para los fines de la habilitación urbana en la zona de reubicación, se ha considerado las características físico geográficas estables y de suaves pendientes, además de las características bio-climáticas que son favorables para las actividades de los pobladores a ser reubicados, ya que se encuentran dentro del casco urbano del distrito de Ventanilla.

La habilitación urbana se ha implementado de acuerdo a las normas técnicas establecidas en el Reglamento Nacional de Construcciones y el Reglamento de Zonificación y de Usos de Suelo elaborados por el Vice Ministerio de Vivienda y Construcción, las secciones viales han sido consideradas de acuerdo a las especificaciones técnicas del Reglamento Vial y las Nuevas Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras

El área asignada para la reubicación es de 20 hectáreas divididas en dos etapas, la primera de 9.9 hás. y la otra de 11.1 hás; de las cuales el área neta destinada al uso de vivienda es de 14 hás, con una densidad neta de vivienda de 321.42 habitantes por hectárea, también se ha considerado un área total para equipamiento urbano de 6 hás, en el cual se ha incluido:

- Un colegio
- Un local comunal
- Una posta medica
- Una delegación policial
- Un PRONAI
- Un Wuwuawuasi
- Dos comedores populares
- Una capilla
- Un mercadillo
- Parques
- Recreación
- Letrinas

También se ha considerado en esta área para fines viales, pistas y veredas.

El Proyecto Pachacutec realizado por el Vice Ministerio de Vivienda, tiene tres tanques asentados en los cerros aledaños con capacidad para atender a unos 20,000 lotes

Se ha previsto provisionalmente un pilón por cada manzana para abastecer de agua potable a la población asentada.

Se ha previsto 5 baterías cada una con 8 letrinas, ya se ha desarrollado los perfiles para el agua y el de desagüe domiciliario.

Dos pozas de oxidación para el tratamiento de las aguas servidas, que todavía no están en funcionamiento

En cuanto a la electrificación, se ha previsto alumbrado público y domiciliario para 400 lotes

En la zona a reubicar se ha previsto un colegio, con 8 aulas que atienden en dos turnos; para el dimensionamiento del colegio se toma en cuenta la población total a ser reubicada.

En cuanto a la salud se ha previsto una Posta Médica, de material noble ha de ser financiada por el INDECI, con un área de 40m², contando con consultorio, tópico, sala de espera y servicio higiénico.

Se debe resaltar que el INDECI, la Marina, el Ejército y el Ministerio de Salud, hacen regularmente campañas de Salud, para atender a la población reubicada.

En cuanto a la delegación Policial se ha previsto construir un área igual a la del centro médico, la cual se entregará oficialmente a la PNP, la cual destacará una dotación policial, esta delegación estará implementada con camarotes y menajería otorgada por el INDECI.

Para atender la recreación se ha previsto una loza deportiva y tres grandes áreas verdes.

En la primera etapa se lotizará 450 lotes con un área mínima de 120 m² (6.5m. por 20 m) y área máxima de 180 m² (9m. por 20m.).

La Oficina de Proyectos Especiales, como responsable, identificó las áreas vulnerables, esta delimitación se llevó a cabo con las dimensiones mínimas de sección (ancho de la faja marginal) del Río Rímac en ambos márgenes como sigue:

TRAMOS	ANCHO DE CAPA MARGINAL
Puente Santa Rosa - Puente Dueñas	15 m. a ambos márgenes
Puente Dueñas - Puente Faucett	30 m. a ambos márgenes
Puente Faucett - Puente Gambeta	50 m. a ambos márgenes
Puente Gambeta - Desembocadura	50 m. a ambos márgenes

Los terrenos cedidos al INDECI, se encuentran dentro del proyecto Pachacutec por lo tanto se tendrá que solicitar al Ministerio de Transportes su ocupación, la que posteriormente hará entrega del título de propiedad a las familias reubicadas.

Se debe emitir oficios a 30 instituciones involucradas en la reubicación, de dos formas:

A un grupo se les hace de su conocimiento la reubicación

Ministro de la Presidencia, Poder Judicial, Municipios, MTCVC, Prefectura,

A otro grupo se les pide apoyo

El Ministerio de Agricultura, por intermedio del PRONAMACHCS conjuntamente con otras instituciones involucradas, habrán de realizar el posterior trabajo de tratamiento ecológico de las áreas desocupadas

Se debe tener en cuenta que el costo beneficio en cuanto a la mejora de vida, es difícil de medir para este tipo de proyectos de prevención de desastres, ya que la vida humana tiene un valor incalculable. Si es posible la medición en cuanto a la logística.

La población reubicada tiene un cambio de vida a veces radical; pues al llegar a ser propietario, algunos de ellos se incorporan a la sociedad con más rapidez. En consecuencia esta población obtiene una mejora en sus condiciones de vida y de habitabilidad.

Se colocará dentro del modulo de madera una cama camarote, dos colchones, dos frazadas, un cocinilla de dos hornillas, menajería (tazas, vasos, platos chiferos) para 8 personas; además de polos y gorros para toda la familia.

En el diario el Peruano se publicará la resolución de la cantidad de lotes que van a ser ocupados por los reubicados.

La asignación del lote se hace con la presencia del fiscal, un representante del INDECI y del MTCVC. Se hacen las respectivas listas finales y una copia firmada por los tres representantes se entrega a cada institución antes mencionada.

Por último a cada familia, PROONA y el INDECI le hacen entrega de víveres, un paquete que les dure por lo menos dos semanas para una familia promedio. En ciertos casos se entrega ropa.

Una semana después de ocurrida la reubicación se hace un chequeo casa por casa para poder verificar las listas y así completar las libretas electorales, para poder solicitar el título de propiedad de su lote.

Con el título de propiedad el titular puede pedir el préstamo a ENACE o al FONAVI, para así poder construir su vivienda.

5.12 RECOMENDACIONES.

1. Los respectivos municipios, donde se asientan los pobladores con viviendas en riesgo, deberán emitir edictos en los cuales se debe especificar, que no se otorgaran documentos que puedan generar algún derecho de posesión a familias asentadas en las riberas de los ríos.
2. Por la situación actual es necesario "la implementación de un proceso de reubicación" que contenga acciones temporales y definitivas, haciendo una clara diferenciación de los requerimientos físicos de áreas y de vivienda.
 - Se requiere para las áreas de mayor vulnerabilidad 53,714 metros cuadrados para la reubicación de 428 viviendas, que significan beneficiar a 519 familias y una población de 2,595 habitantes.
 - Así mismo, se requiere 7,761 metros cuadrados para las áreas de relativa vulnerabilidad, que significan 63 viviendas beneficiando a 75 familias con una población de 295 habitantes.
 - Finalmente se requieren 414 metros cuadrados para la reubicación de 4 viviendas localizadas en áreas de menor vulnerabilidad, con 4 familias y beneficiando a 22 habitantes.

Por lo tanto es necesario un área total de 61,871 metros cuadrados para reubicar a 495 viviendas con 544 familias y beneficiando a una población total de 2,992 habitantes.

3. El área total del lote propuesto para la reubicación es de 90 metros cuadrados, para poder implementar proyectos de:
 - Lotes con servicio.
 - Núcleos básicos de vivienda.
 - Lotes tizados con habilitación urbana.
 - Y, lotes tizados sin habilitación urbana.
4. El proceso de reforestación estará orientado a proteger las laderas y taludes del río sobre todo en aquellas áreas de encañonamiento que tiene el río, para poder fijar la calidad de los suelos ya que estos son de naturaleza aluvial predominantemente del tipo depósitos aluviales y rellenos sanitarios.
5. En razón a esta situación se plantea que la reforestación debe ser efectuada después de llevar a cabo los trabajos de fortalecimiento y protección de las laderas y taludes en las áreas de mayor vulnerabilidad.
6. Para mejorar las condiciones actuales de las laderas y taludes del río Rímac en la cuenca media y baja, es necesario el llevar a cabo el "Enquinchamiento" entre el Puente del Ejército y el Puente Dueñas así mismo, se deberá hacer el "Enrocamiento" de aproximadamente 2 kms. Estas obras deben estar orientadas a buscar la estabilidad de los suelos ya

que geológicamente el área del proyecto está constituida por rocas sedimentarias y metamórficas además del material aluvial que carga y deposita el río.

7. Por la importancia de los problemas existentes en las proximidades del lecho del río Rímac, es necesario promover "la conciencia ciudadana sobre la prevención de los desastres", ya que los habitantes que moran en éste tipo de viviendas están en constante peligro, para lo cual se deberá llevar a cabo en principio las acciones de reubicación, posteriormente se implementará actividades de capacitación e instrucción sobre la importancia de la mitigación de los desastres.
8. CORDELICA y las Municipalidades donde se desarrollará el proyecto vial Morales Duares, deberán definir el eje vial final que llegará hasta el Puente del Ejército.
9. La estabilización de taludes, para lo que se recomienda hacer defensas ribereñas de diferente tipo en cada tramo, ya que cada uno de ellos es de diferente topografía y suelo, y por ultimo se irecomienda los proyectos de forestación.

5.2 BIBLIOGRAFIA

- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS; DURAND PARDO, JORGE; El Rímac puede arrasar 495 viviendas- El Diario El Comercio, 09 de enero - 1998 (doble página)
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS; DURAND PARDO, JORGE; Reubicación de pobladores de las márgenes del río Rímac (Cuenca Media y Baja) INDECI, 995 : Lima, Perú
- DIRECTRIZ OPERACIONAL 4.30 para reasentamientos involuntanos Banco Mundial; Lima- Perú 1997
- DURAND PARDO, JORGE, TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Reubicación del poblado de Huillanyhua a la zona de Sanjapampa (Andahuaylas), Tomo I y II INDECI; Lima - Perú 1994
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Estudio de Vulnerabilidad de la zona de Caquetá (Lima) Convenio INDECI - IPADEL- OCDS Estudios de Desastres Oxford; Lima- Perú 1996
- REQUEZO ARMAS, PERCILES Proyecto de Reubicación de la comunidad de Paltarumi a la zona de Yuraz Yucumpampa - Junín, Huancayo; Lima- Perú 1992
- TORRES VERDUGO, JORGE; Construcciones Menores Sismo resistentes Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, PNUD, DHA-UNDRO; Colombia 1995
- JUNTA DE ACUERDO DE CARTAGENA, Cartillo de Construcción con madera Grupo Andino; Lima 1982

- CONVENIO CAPACITACION - PRODUCCION DE VIVIENDA PARA REUBICADOS DEL RIO RIMAC, INDECI, SENSICO; Lima 1994
- RIVERA FEIJÓO, JULIO; Construcción de edificios en base a paneles Prefabncados, COSAPI, Lima 1986
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, Diseño y Reforzamiento de viviendas de adobe y quincha (cajas de seguridad), INDECI; Lima 1993
- PROGRAMA COBE, Adobe estabilizado, Ministeno de Vivienda- UNI- Banco de Vivienda del Perú, Ministerio de Vivienda, Lima 1986
- CADECO, Reglamento Nacional de Construcción, Lima- Perú 1995
- TRUJILLO CERNA, JOSE LUIS, DURAND PARDO, JORGE, Vulnerabilidad y riesgos de la Ciudad de Trujillo, INDECI; Lima 1995