

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**“ PROBLEMAS DE LA ENERGIA EN LIMA  
METROPOLITANA EN CASO DE SISMOS  
DESTRUCTIVOS “**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**JOSE LUIS LECCA VERGARA**

**PROMOCION 75 - 2**

**LIMA - PERU - 1977**



TESIS AUSPICIADA MEDIANTE EL CONVENIO  
SUBSCRITO ENTRE LA SECRETARIA EJECU -  
TIVA DEL COMITE NACIONAL DE DEFENSA  
CIVIL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE IN  
GENIERIA.

## AGRADECIMIENTO

A mis "padres" y "hermanos" que  
fueron el incentivo para mis estudios.

## AGRADECIMIENTO

A mi hermana NELLY, a quien tuve  
durante los años de mis estudios apo-  
yándome constantemente.

Al Ing. JULIO KUROIWA HORIOCHI, que con su esfuerzo y dedicación dió luz al camino para la culminación de ésta tesis.

## AGRADECIMIENTOS

- .- A la Secretaría Ejecutiva de Defensa Civil, por la ayuda brindada al desarrollo del presente tema.
- .- Al Ing. Luis Ganoza, de las E.E.A.A., Jefe de la Sección de Mantenimiento de Equipos Eléctricos
- .- A la Sub-Gerencia de Producción y Control de Sistemas de Servicios de Comunicaciones de las E.E.A.A. por brindar la información que estaba a su alcance.
- .- Al Sr. Aníbal Paredes, Director de la Sección de Información de las E.E.A.A. que proporcionó la información fotográfica.
- .- A los miembros de la Sección de Mantenimiento de los diferentes Hospitales de Lima Metropolitana.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

PROBLEMAS DE ENERGIA EN LIMA METROPOLITANA EN CASO DE  
SISMOS DESTRUCTIVOS

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

CAPITULO I. INTRODUCCION

- 1.1 Objetivo y Alcance del estudio
- 1.2 Lima ciudad de gran actividad sísmica
- 1.3 Reseña histórica.

CAPITULO II. PROCEDENCIA DE LA ENERGIA ELECTRICA

- 2.1 Diversos tipos de centrales
- 2.2 Ubicación de éstas centrales
- 2.3 Forma de distribución de la energía en los diversos sectores de Lima

CAPITULO III. EFECTOS DEL SISMO SOBRE LA RED DE ENERGIA

- 3.1 Descripción de los principales componentes de la red de energía y sus funciones.

- 3.2 Procedimientos existentes para proteger la red.
- 3.3 Plan de seguridad dentro del sistema el cual puede influenciar a la red.

#### CAPITULO IV. PELIGROS EN LOS EQUIPOS DE ENERGIA

- 4.1 Revisión de los procedimientos sísmicos de diseño hasta estos últimos tiempos.
- 4.2 Tipo de peligro para los equipos eléctricos
- 4.3 Análisis dinámico para los equipos fallados
- 4.4 Nuevas normas de diseño sísmico.

#### CAPITULO V. EFECTOS DE LA PERDIDA DE ENERGIA PARA HOSPITALES

- 5.1 Precauciones para asumir la no interrupción de la energía eléctrica.
- 5.2 Energías de emergencia en los Hospitales

#### CAPITULO VI OTRAS FUENTES QUE NO ESTAN RELACIONADAS

- 6.1 Comunicaciones
- 6.2 Equipos de evaluación de desastres

#### CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

## RESUMEN

Encontrándose la ciudad de Lima en una zona de gran actividad sísmica y por las experiencias que se tiene de sismos pasados cuyos efectos fueron bastante lamentables, se ha creído conveniente proteger a esta ciudad de futuros terremotos y tratar de minimizar los posibles daños que podrían causar.

El presente trabajo tiene por objetivo tratar el problema que puede ocasionar la ausencia del fluido eléctrico, encuadrando este problema dentro del grupo de servicios.

Para tal efecto y de acuerdo a estadísticas de los diversos sismos ocurridos en el área de Lima, se ha elegido como punto de partida para este análisis un sismo hipotético de grado VIII de la Escala de M.M. en promedio y que afectaría a toda el área de Lima Metropolitana, para lo cual se está preparando diversos planes de emergencia y de esta manera estar alertas para cuando se presente el fenómeno que nos estamos asumiendo.

El Comité Nacional de Defensa Civil pensando en la magnitud de este problema se ha evocado a organizar grupos de trabajo en las diversas áreas que son de vital importancia, como son edificaciones, transporte, comunicaciones, - abastecimientos, etc., que le permitan elaborar normas para ser aplicadas y de esta manera tratar de minimizar los posibles daños que podría ocasionar el sismo considerado en nuestro análisis.

Es por esto que al iniciar el estudio del "PROBLEMA DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LIMA METROPOLITANA PARA EL CASO HIPOTETICO DE UN SISMO DESTRUCTOR", se ha tratado de exponerlo y al mismo tiempo darle las alternativas que podrían constituir por ahora una solución parcial. Para tal efecto se ha contado con datos que se presentaron en el primer forum de Lima Metropolitana por el grupo correspondiente, los cuales se han tratado de



ampliar con información proporcionada por la empresa concesionaria que es ELECTROLIMA y de otras fuentes obtenidas por el autor de esta Tesis.

Se tiene entendido que al interrumpirse el suministro de la energía se verían afectados muchos sectores y que mermaría el buen desempeño de las actividades de ayuda a los damnificados por no contar con la suficiente energía. Tales sectores afectados serían el sistema de comunicaciones, el sector hospitalario, locales con maquinarias que requieran del fluído eléctrico para realizar planes de evacuación, transporte, refugios, etc.

Habiendo enfocado el problema, se comienza a tratar de la energía eléctrica pero desde sus fuentes de generación y que las vienen a constituir las centrales, que se ubican tanto en la cuenca del Pacífico como en la del Atlántico, siendo las de mayor importancia las que se encuentran a lo largo de los ríos Santa Eulalia y Rímac. En cuanto a estas centrales se trata de ver si es posible que Lima se vea privada de energía eléctrica. Pero al hacer un estudio de todas las centrales en cuanto a su ubicación, su capacidad generadora y otras características se observa que éstas están en condiciones de soportar sismos del grado que nos estamos suponiendo. Sabiendo de la resistencia sísmica de estos lugares, ELECTROLIMA no ha dejado de preocuparse por su seguridad a los cuales tiene sometidos a un continuo mantenimiento para así de esta manera estar prevenidos cuando en casos extremos ocurra alguna falla.

El transporte de la energía eléctrica es mediante líneas aéreas que por sus características se ajustan a las especificaciones de la Ley de Industria Eléctrica y del Código Eléctrico del Perú. Los conductores de aleación de aluminio, con aisladores de vidrio templado van sobre torres de acero, salvo en la zona de Lima, donde se han de utilizar postes de acero galvanizado de tipo tubular - cónico con brazos parabólicos, por exigirlo así la escasa disponibilidad de espacio para las bases y la necesidad de mantener el ornato de la ciudad.

El trazado de las líneas tienen que ver con el mantenimiento. En general se trata de ubicarlas en parajes accesibles por vehículos para de esta manera permitir su mantenimiento en caliente es decir con tensión y que se realiza en líneas de circuito simple porque no obliga a poner la terna fuera de servicio. En cambio, cuando una línea es inaccesible debe ser forzosamente de doble circuito, aunque la carga no lo requiera, porque una terna se mantiene en servicio cuando la otra es sometida a limpieza fuera de tensión, caso de la línea de transmisión que enlaza la central hidroeléctrica de Callahuanca con el centro de transformación Chavarría. Es por éstos motivos que la ubicación de las

torres muchas veces es en zonas escarpadas es decir en cumbres de cerro y otras en lugares planos, pero siempre se instalan éstas torres pensando en la seguridad que deben proporcionar dada a la magnitud de su servicio. Pero su poniendo que se presentara problemas en las torres y por ende en los cables al producirse un sismo de la magnitud supuesta entonces la empresa cuenta con cuadrillas adecuadas que están dispuestas a salir en el instante que sus servicios sean requeridos a este equipo, es el que designa la sección de mantenimiento con el nombre de Redes Aéreas.

Viendo que el problema podría presentarse en los centros de transformación, se ha tenido especial cuidado en enumerar los posibles daños que podrían ocurrir en los equipos de estos centros. Para tal efecto se hace una descripción de los elementos de protección con que cuenta la red de energía eléctrica y co mo se desempeñaría esta al ocurrir el sismo,

Las vibraciones ocasionadas por los sismos generalmente afectan a los equipos por posibles deficiencias de su diseño o por haber sido mal efectuadas las ope raciones de montaje. Estas fallas podrían ser :

- .- Fallas de soportes
- .- Colapso de plataformas frágiles
- .- Fallas de columnas de porcelana
- .- Roturas de aisladores
- .- Desconexión de cables, etc.

Una de estas probables deficiencias podría ser la rigidez que pueden presentar los equipos al ser montados sin ningún grado de amortiguamiento, lo que tiende a provocar su falla al producirse las vibraciones. Este tipo de deficiencia se presentó cuando ocurrió el sismo del 31 de Mayo de 1970 en el centro de transformación de Santa Rosa, donde volaron todos los aisladores ante las vi braciones sísmicas, debido a la gran rigidez que presentaban estos equipos, pe ro este desperfecto fue reparado en un tiempo bastante corto. Esta experien - cia sirvió para que se cambie el equipamiento de todos los centros de transfor mación dándole el amortiguamiento necesario conforme lo especifican las nor mas de diseño de fabricante. En lo que respecta a éstos equipos, para ser ad quiridos la Empresa ELECTROLIMA los solicita teniendo en cuenta la gran sis micidad de la zona en donde van a ser instalados, por lo que se puede decir que presentan un grado de seguridad aceptable para cuando se produzca el fe nómeno que nos estamos asumiendo.

Para el caso extremo en que sea totalmente destruido un centro de transformación, se cuenta con las líneas de enlace, que son cables que provienen de otros centros de transformación y entran en contacto tan pronto como se produzca la baja de la energía en la red.

En casos que se presenten desperfectos en cables subterráneos, estas fallas se ubicarán por medio de un radar automático con que cuenta la empresa suministradora de energía, para luego reparar la falla de acuerdo a las prioridades del caso. Si hubiese roturas de cables estos automáticamente quedarían sin flujo eléctrico por medio de relays que funcionan tan pronto como se produzca la disturbancia en la red de energía y que se encuentran distribuidas a lo largo de todo el sistema eléctrico. En el posible caso de que existiese alguna energía remanente, ésta sería absorbida mediante sistemas de tierra y así de esta manera se evitaría cualquier otro problema posterior.

Si a pesar de estas medidas observadas quedase alguna zona sin flujo eléctrico y que se encuentre dicha zona entre los lugares considerados de emergencia, entonces la empresa eléctrica cuenta con grupos electrógenos de emergencia para aliviar estas deficiencias y así de este modo poder ayudar a la posible de el lugar afectado o padar luz a los posibles refugios que tuvieran que formarse.

Tambien se ha evaluado a los diferentes hospitales que se distribuyen dentro del área de Lima Metropolitana y se ha podido constatar que no todos éstos locales cuentan con equipos electrógenos de emergencia por lo que su capacidad asistencial se verá reducida a ocurrir un sismo de la magnitud de nuestra hipótesis.

Por tal motivo se recomienda que los hospitales sean abastecidos por la red de energía mediante dos conexiones, pero que provengan de centros de transformación diferentes y de esta manera tener una seguridad mucho mayor de que no se produzca la ausencia de la energía en éstos locales. Además los diferentes hospitales deberán de ser equipados con grupos electrógenos de emergencia como el que tiene el Hospital Central N° 2, el Hospital del Niño, el Hospital Maternidad de Lima, que dicho sea de paso lo tienen en constante mantenimiento y listo para entrar en funcionamiento en forma automática al producirse la ausencia de la energía en éstos locales.

En lo que respecta a las comunicaciones se puede decir que si se presentara -

las fallas en los equipos eléctricos, éstas se verían completamente interrumpidas y como resultado la organización en los planes de emergencia se vería grandemente reducida.

Por tal motivo, se recomienda que se tenga un contacto directo entre sistema de comunicación que tiene el Comité Nacional de Defensa Civil y el Centro de Control de Comunicaciones de la empresa ELECTROLIMA, capaz de entrar en funcionamiento tan pronto como se produzca el desastre y de esta forma la entidad coordinadora cumpla con sus funciones de operación de control. El sistema de comunicación de la empresa eléctrica cuenta con equipos electrónicos propios, por lo que su funcionamiento no puede verse interrumpido en caso de fallar las redes eléctricas. Se encuentra ubicado en la calle Veracruz N° 261 Lima. Al entrar en funcionamiento este sistema se pone en contacto con las estaciones repetidoras que se encuentran distribuidas en toda el área de Lima, las cuales mantienen comunicación con las diversas centrales, centros de transformación y sub-estaciones.

También se deberá tener en cuenta los sistemas de comunicación que tiene el Instituto Geofísico del Perú, conformados por equipos portátiles y que pueden ser transportados hasta la zona del desastre. Además también se deberá pensar en las emisoras radiales, tal es el caso de Radio Nacional del Perú que esta en condiciones de prestar ayuda en casos de emergencia, también se tendría a Radio Club del Perú, etc. Un análisis más amplio sobre este tema ha sido tratado por el grupo de comunicaciones.

Conforme a todo lo expuesto se plantea que al ocurrir el sismo hipotético de nuestro análisis el plan de emergencia a efectuarse sería el siguiente :

La entidad coordinadora en este caso el Comité Nacional de Defensa Civil, por medio de sus grupos respectivos, será la que determine la zona de emergencia, y si se encuentra sin el flujo de energía eléctrica respectivo se deberá de poner en contacto con el sistema de comunicación de ELECTROLIMA, para de esta manera tratar de reparar los daños en las zonas que lo requieran con más urgencia y en donde se hace imprescindible el uso de la energía eléctrica. En caso de que la reparación no sea lo suficientemente rápida, entonces se instalará los grupos electrógenos de emergencia, con que cuenta la empresa en la zona declarada como crítica, hasta que los daños sean reparados. Esta clase de asistencia fue dada en la zona de Huaraz cuando ocurrió el sismo de 1970 por la misma empresa ELECTROLIMA, además dispuso de equipos de radio para mantener informada a la población. Lo que significa que

esta sería otra entidad que cuenta con equipos de radio para casos de desastres.

Por lo tanto se puede concluir, que el problema de la energía puede ser aliviado en gran parte por la eficiencia de la empresa ELECTROLIMA, que constantemente se está superando para brindar un servicio efectivo tanto en los momentos normales de abastecimientos o en casos de desastres como lo estamos suponiendo con el hipotético sismo de grado VIII de la escala de M.M.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

La importancia del poder eléctrico de una comunidad urbana no puede ser ig norada.

Cuando la comunidad está sujeta a severos sismos la interrupción del poder - eléctrico puede seriamente impedir operaciones de salvamento y otros servi cios vitales, los cuales pueden causar mayor peligro que el mismo efecto.

Teniendo en cuenta estas consecuencias, se está tratando de elaborar normas que nos permitan estar alertas para casos de ocurrencia de un sismo.

Para tal efecto se está partiendo de la posible ocurrencia de un sismo de gra do VIII de la escala de M.M. y los problemas que podría ocasionar al ser la red de energía destruída en el área de Lima Metropolitana.

#### 1.1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

De acuerdo a las experiencias adquiridas, como consecuencia de los diversos sismos ocurridos en nuestro medio, se puede predecir que una catástrofe de grandes consecuencias como puede ser el sismo hipotético

para nuestro estudio, puede llevar a la ruina a una población, a la muerte de parte de sus habitantes y a la generación de problemas ambientales, sanitarios, epidemiológicos, salubres, sociales, etc., que agravarían la situación y afectarían las poblaciones vecinas según sea la magnitud de estas consecuencias.

A lo largo de la historia de la humanidad se ha producido un gran número de terremotos devastadores que, muchas veces, trajeron como consecuencias, que gran cantidad de riqueza material sea totalmente destruída, destrucción masiva de la obra realizada por el hombre y la muerte de gran número de personas, ya sea como causa directa del sismo o motivada por los incendios, maremotos o aluviones asociados a este fenómeno.

Si tenemos en cuenta las enormes pérdidas desde el punto de vista de la vida humana, podemos citar los más espectaculares terremotos ocurridos en el presente siglo, como son :

En 1908 en Mesina (Italia) con 160,000 muertos

En 1920 en China con 180,000 muertos

En 1923 en Tokio y Yokahanes (Japón) con 142,807 muertos

En 1939 en Turquía con 40,000 muertos

en 1939 en Chile con 30,000 muertos

en 1960 en Chile con 6,700 muertos

en 1970 en Ancash (Perú) con 70,000 muertos

En 1976 en Tangshan - Fengnan (China) con 700,000 muertos

Aparte de estos simos también se tiene el que ocurrió en Managua, el recientemente terremoto ocurrido en Italia (Junio de 1976), lo mismo el que ocurrió en Julio de 1976 en China que trajeron consecuencias

desastrosas en cuanto a pérdidas de vidas y económicas.

De acuerdo a las últimas estadísticas se tiene un promedio de más de 13,000 muertos por año, y aún esta cantidad puede ir aumentando como consecuencia del desarrollo urbano y la tasa creciente de la población.

Además se puede decir que al presentarse el terremoto, los efectos más desastrosos lo constituyen las pérdidas económicas para la población afectada y por ende para el país donde se encuentra esta población, especialmente los países que se encuentran en vías de desarrollo, obligando a hacer un cambio de la orientación de los recursos, que pueden producir una crisis en el país afectado, es decir que los planes normales de desarrollo sufrirían una paralización. Esta crisis puede ser mayor cuanto más pequeña sea la capacidad financiera del país, es por eso que al presentarse el sismo se busca que las consecuencias sean soportadas en la población pero con una baja pérdida económica y así no atrasar el desarrollo de ésta.

Es por esto, que siendo los países en vías de desarrollo los que más sufrirían por la ocurrencia de estos fenómenos, es de gran importancia para éstos, que se tomen medidas Pre-Post terremoto y de ésta manera tratar de aminorar los efectos.

Estas medidas se pueden ver cristalizadas, con la cooperación de toda la población, cuando ésta tome conciencia de la magnitud del problema que lo acecha, a fin de que se aminore los desastrosos efectos que periódicamente nos produce la sismicidad de nuestra región y no tratar de aceptar estos fenómenos como una fatalidad sin remedio.



Pensando que son justamente los países sísmicos en desarrollo los que presentan una educación sísmica deficiente, se trata de que éste problema vaya disminuyendo para que así la población sepa como actuar frente a los terremotos.

El Comité Nacional de Defensa Civil, organismo administrativo que está encargado de programar asistencia, socorro, salvamento y reconstrucción en casos de desastres, teniendo en cuenta los riesgos existentes de terrenos, edificaciones, estructuras, etc. de la disponibilidad de recursos hospitalarios, de servicios, de maquinarias, etc., es el propulsor de éstas medidas de emergencia, para tal efecto está tratando de considerar planes de acción en las diversas áreas que se piensa que son las más importantes, como son el problema, de comunicaciones, transporte, edificaciones, abastecimientos - servicios, asistencia médica, etc., para cuando se produzca un sismo, de grado VIII en la escala M.M. en el área de Lima Metropolitana.

Dentro del grupo de servicios, se considera al "Problema de la energía en Lima Metropolitana", problema que en este trabajo se trata de darle su debida importancia, ya que la energía eléctrica de una comunidad urbana no puede ser ignorada y más aún si se trata de una de las ciudades más importantes de un país de alto grado de sismicidad, como lo es la ciudad de Lima, la capital.

Si se suspende el fluído eléctrico en una ciudad afectada por un sismo, podrían verse afectados los servicios médico-quirúrgicos y las comunicaciones. Sin embargo plantas de emergencia debidamente protegidas podrían suplir esta deficiencia por un período breve.

Si la central generadora se viera afectada ya la solución sería más

difícil y deberá buscarse un recurso de interconexión regional a fin de poder suplir en poco tiempo las fallas de energía.

Es por esto que teniendo en cuenta la magnitud de este problema se tratará de estudiar los efectos de la fuerza del sismo en las redes de distribución de la energía y las fallas en los elementos que componen esta red, lo mismo se verá la gran importancia que tiene la energía eléctrica en los hospitales y cuales son los medios más adecuados para que en caso de producirse el sismo, estos locales no se queden en la oscuridad.

## 1.2 LIMA CIUDAD DE GRAN ACTIVIDAD SISMICA

Para hablar de la actividad sísmica de Lima se tendrá que referir a la sismicidad del Perú, debido a que es justamente éste país, una zona que se ubica dentro del Cinturón del Fuego del Pacífico o Cinturón Circumpacífico donde la actividad sísmica está concentrada en su mayor magnitud y donde se detectan aproximadamente el 80% de los terremotos.

Justamente las causas de los continuos terremotos se ha visto que ha ocurrido en los puntos donde se encuentran las fosas submarinas, de BOSWARTA al Norte y la de Lima, Arequipa y Arica.

Una probable zona de falla sería la zona que corre de sur a norte paralela a la línea de costa, siendo esta falla en la parte sur continental, es decir que penetra a la llanura costanera, más o menos unos - 70 Km. Esta falla penetra al Océano Pacífico por la Península de Paracas, para recorrer paralela a la Costa y coincidiendo con la fosa de Lima. Por lo tanto, acerca de la sismicidad del Perú, debemos

considerarla de origen netamente tectónica, aunque en pocos casos son de origen volcánico y en otros, como en los Andes son muchas veces de tipo mixto, es decir volcánico-tectónico, con repercusiones del uno sobre el otro, aunque casi siempre locales, no extendiéndose mucho su campo de acción.

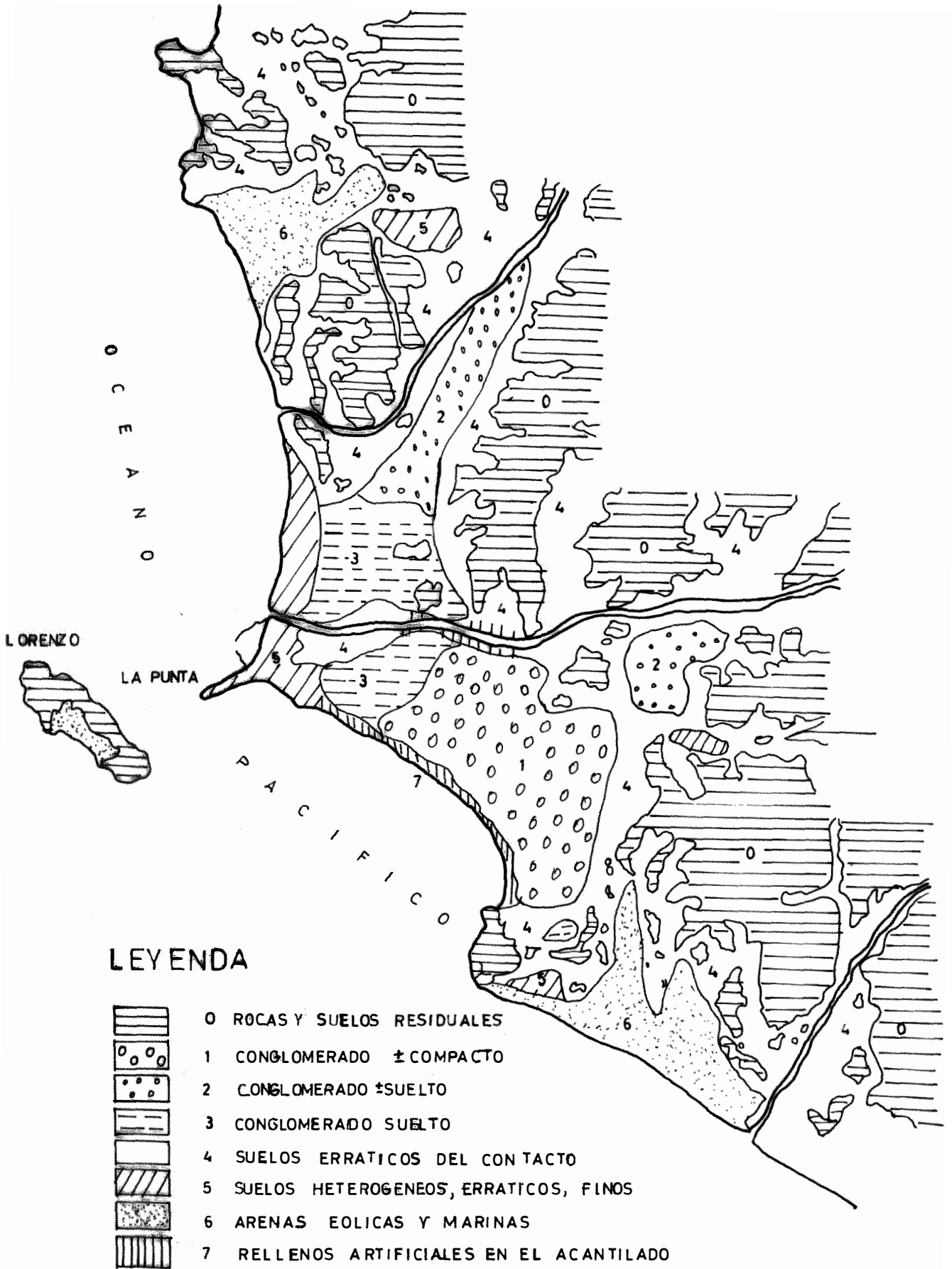
Se ha demostrado que la sacudida de los volcanes son generalmente - locales y de áreas restringidas, mientras que los grandes terremotos del Perú han atravesado áreas muy extensas y que han revelado su origen catastrófico.

La sismicidad en el Perú es pues bastante alta y datos estadísticos de los últimos 400 años están llenos de efectos destructivos, como consecuencia de los terremotos.

Dado el período de ocurrencia de los sismos se ha podido observar - que aparte de los sismos de 1966, 1970 y 1974, que han tenido un período de ocurrencia aproximado de 4 años, los últimos sismos ante riores a los que estamos mencionando han tenido un período de ocurrencia aproximadamente de 10 años y los mayores efectos los a sentido Lima, Cuzco y Arequipa.

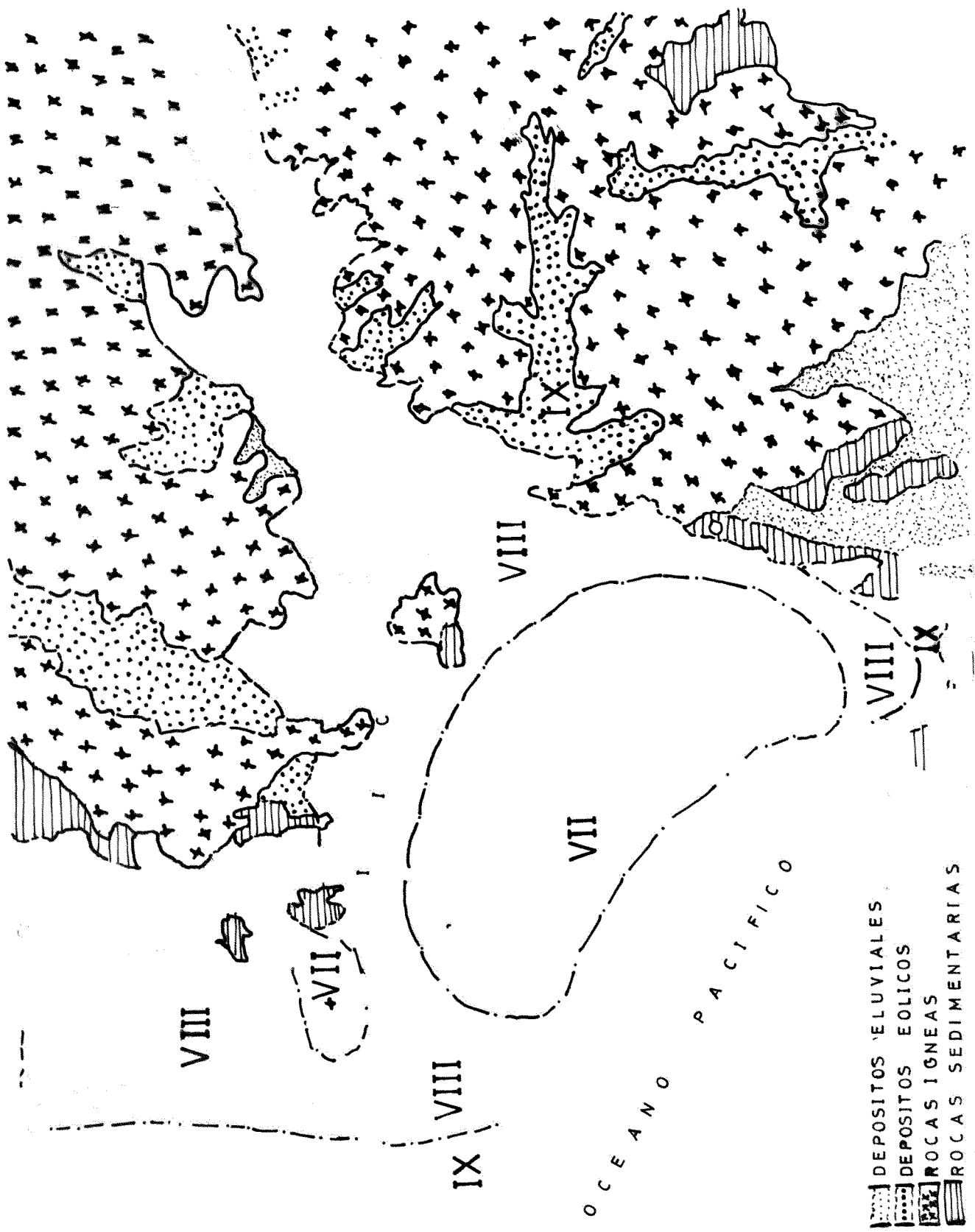
Para una mejor visualización de este problema el Comité de Ingeniería Antisísmica de la UNI con la colaboración de ciertos estudios hechos tal es el caso de los Ing<sup>o</sup> Chávez y Huaco y teniendo en cuenta el factor de amplificación que depende de las características del suelo, presentaron el mapa de regionalización sísmica del Perú, en donde se observa 4 zonas de acuerdo a la sismicidad del territorio. El último estudio actualizado presentado por este Comité, presenta 2 mapas de regionalización sísmica.

# PLANO DE SUELOS DE LIMA



j.l.l.v.

Graf. 1



Graf. 2

SISMICIDAD PROBABLE DE LIMA METROPOLITANA

j.l.l.v

El primero basado en la propuesta de Chávez y Huaco, con una ligera modificación. Considera como zonas de mayor intensidad sísmica una área en el Norte que comprende los departamentos de Tumbes, parte de Piura y Lambayeque y otra en el Sur que abarca la parte Sur de Ica y de Ayacucho y los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna como se muestra en la Figura N° 1.

El segundo no viene a ser sino una modificación del primero de tal manera que los límites de las regiones coinciden, hasta de donde es conveniente con los límites departamentales. Figura N° 2.

Siendo ésta la situación del Perú, podemos decir que Lima se ubica en una zona donde los terremotos son fuertes y muchas veces destructivos, además que se encuentra propensa a sufrir los efectos de los maremotos o tsunamis por estar ubicada en la costa del litoral del país, y que puede ser la destrucción de sus puertos.

Teniendo en cuenta la ubicación de Lima dentro del mapa de regionalización sísmica del Perú, se justifica que para su estudio en cuanto a su sismicidad se refiere, se divida en zonas teniendo en cuenta la calidad del suelo y en consecuencia su respectiva susceptibilidad al movimiento sísmico como se muestra en los gráficos N° 1 y N° 2.

### 1.3 RESEÑA HISTORICA

Al referirnos a esta parte, se tratará de sintetizar al máximo las diversas catástrofes sísmicas que ha sufrido Lima, por ser un tema bien conocido y que ha sido expuesto ampliamente por diversos autores.

La experiencia sísmica en la zona de Lima, viene desde tiempos muy



REGIONALIZACION SISMICA : Fig. 1



REGIONALIZACION SISMICA : Fig. 2



antiguos, desde esas épocas los daños fueron catastróficos. Entre los sismos más notables por su fuerza destructiva se pueden indicar los si guientes :

El sismo ocurrido el 9 de Julio de 1586, que llegó al 9 de la escala de M.M. y que afectó a la zona del Callao, donde las olas se des bordaron sobre las playas.

Además se tiene los sismos ocurridos :

El 19 de Octubre de 1609.

El 27 de Noviembre de 1630.

El 13 de Noviembre de 1655, de grado VIII.

El 20 de Octubre de 1687, de grado IX.

El 24 de Enero de 1715.

El 28 de Enero de 1715.

El 28 de Octubre de 1746, de grado entre X y XI. Que es el de mayor intensidad que ha tenido Lima hasta estos últimos tiempos y - que inclusive, afectó en gran forma las provincias de Chancay, Ba rranca y Supe donde su intensidad llegó a ser registrada en grado XI, además Jauja y Pativilca llegó al grado VIII. El puerto del Callao , fue destruido totalmente en donde el total de habitantes sólo queda ron 200 sobrevivientes.

Además de estos movimientos se tiene los que ocurrieron en 1940, - 1966, 1970 y 1974.

Es por ésta razón que viendo la gran cantidad de ocurrencia de sis mos que ha tenido Lima se está tratando de elaborar un plan de -

defensa en ésta área, para después ser extendida en toda el área na  
cional y estar preparados para actuar frente a la ocurrencia de sismos  
y así el impacto económico que sufra el país no sea de gran trascenu  
dencia y el desarrollo de ésta tampoco se vea obstaculizada, por que  
como se dijo anteriormente, las consecuencias de un sismo dependen  
en realidad, de la medida en la cual el país es capaz de soportar,  
las pérdidas, sin una contracción económica excesiva.

## CAPITULO II

### PROCEDENCIA DE LA ENERGIA ELECTRICA

La energía eléctrica en el área de Lima Metropolitana es procedencia hidráulica, aunque existe una central térmica pero que sólo funciona en casos de emergencia. Todo este sistema de generación hidráulica está ubicado en los valles de Santa Eulalia y Rimac, aprovechando las aguas de los ríos del mismo nombre y que a la vez son regulados por la descarga de 19 lagunas, que se encuentran distribuidas en las vertientes del Pacífico en número de 15, específicamente en la zona de la provincia de Huarochirí y las restantes se distribuyen en las vertientes del Atlántico en la cuenca de Marcapomacocha - que se encuentra ubicada a 4,500 Mt. s.n.m., razón por la cual las aguas de dicha cuenca fueron fácilmente cambiadas de curso, ya que antes corrían hacia el Este, al río Amazonas, y ahora corren a la región occidental de la cordillera y a los valles del río Rimac y del Santa Eulalia. El proyecto de Marcapomacocha fue hecho con la finalidad de generar fuerza hidroeléctrica para uso doméstico e industrial así como para objetivos de irrigación.

#### 2.1 DIVERSOS TIPOS DE CENTRALES

Las centrales que forman parte del sistema eléctrico en el área de Lima Metropolitana, lo constituyen, cinco centrales de naturaleza hidráulica y una sola central de naturaleza térmica. Las centrales de naturaleza hidráulica son las siguientes :



- a. La central de Huinco
- b. La central de Matucana
- c. La central de Callahuanca
- d. La central de Moyopampa
- e. La central de Huampaní

La única central térmica es :

- a. La central de Santa Rosa.

De todas estas centrales, la de Huinco, Matucana, Callahuanca y la de Santa Rosa son de propiedad de ELECTROLIMA y las de Moyopampa y Huampaní son de Propiedad de HIDRANDINA.

## 2.2 UBICACION DE ESTAS CENTRALES

Se hará mención primeramente a las centrales hidráulicas.

### a. Central de HUINCO

Las obras de la central de Huinco se extienden, desde la confluencia de los ríos Sacsá y Canchis, que conducen todas las aguas de la cuenca, así como los derivados de la cuenca de Marcapomacocha para formar el río de Santa Eulalia, hasta la toma de Huinco de la actual central de Callahuanca.

Penetra un caudal de 25 M<sup>3</sup>/seg., desde el embalse de Sheque y pasa a través de una galería a presión de 13.7 Km. de largo y de 3 mt. de diámetro. Está considerada como una de las centrales de más importancia debido a que su producción

de energía constituye el mayor porcentaje en comparación con la producción de las otras. La seguridad de esta central es óptima debido a que se encuentra ubicada en caverna. La central en sí, se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Santa Eulalia y dista 64 Kms., de la ciudad de Lima.

Ubicación .- Presenta los siguientes datos :

Departamento : Lima  
Provincia : Huarochirí  
Distrito : San Pedro de Casta.

Coordenadas Geográficas .-

Longitud : 76° 37' Oeste  
Latitud : 11° 46' Sur  
Altitud : 1878 mt. s.n.m.

Energía y máxima demanda .-

AÑO 1975

Energ.generada Kwh	Consumo propio de la Central (Kwh)	Máxima* Demanda (Kw)	Nº de Grupos
817'893,000	1'541,050	254,000	4

\* Dato registrado en la central.

b. Central de MATUCANA

Esta central aprovecha las aguas del río Rimac, ubicándose en

la margen derecha de éste y a 76 Km. de la ciudad de Lima.

Ubicación .- Presenta los siguientes datos :

Departamento : Lima  
Provincia : Huarochirí  
Distrito : San Jerónimo de Surco  
Lugar : Surco.

Coordenadas Geográficas .-

Longitud : 78° 38' Oeste  
Latitud : 11° 40' Sur  
Altitud : 1,395 mt. s.n.m.

Energía y máxima demanda .-

AÑO 1975

Energ. generada Kwh.	Consumo propio de la Central (Kwh)	Máxima* Demanda (Kw)	Nº de Grupos
557'430,000	480,000	120,000	2

\* Dato registrado en la central.

c. Central de CALLAHUANCA

Esta central aprovecha las márgenes del río Santa Eulalia y -  
presente las siguientes características :

Ubicación .- Presenta los siguientes datos :

Departamento : Lima  
Provincia : Huarochiri  
Distrito : Callahuanca;  
Lugar : Barba Blanca

Energía y máxima demanda .-

AÑO 1975

Energ. generada Kwh.	Consumo propio de la Central (Kwh)	Máxima* Demanda (Kw)	Nº de Grupos
434'636,000	562,500	67,000	4

\* Dato registrado en la central.

d. Central de MOYOPAMPA

Esta central aprovecha las márgenes del río Rimac, específicamente la margen derecha. Se encuentra ubicada propiamente en las afueras del pueblo de Chosica, en la localidad denominada Moyopampa.

Ubicación .- Presenta los siguientes datos :

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Lurigancho  
Lugar : Carretera Central Km. 30 (Chosica)

Coordendas Geográficas .-



Longitud : 76° 41' Oeste  
Latitud : 11° 36' Sur  
Altitud : 889 mt. s.n.m.

Energía y máxima demanda :-

AÑO 1975

Energ. generada Kwh.	Consumo propio de la Central (Kwh)	Máxima* Demanda (Kw)	Nº de Grupos
413'392,000	765,970	63,000	3

\* Dato registrado en la central.

e. Central de HUAMPANI

Se encuentra sobre la margen derecha del río Rimac, a la distancia de 27 Kms. de la ciudad de Lima.

Ubicación .- Presenta los siguientes datos:

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Lurigancho  
Lugar : Huampaní (frente al Distrito de Chacacayo).

Coordenadas Geográficas .-

Longitud : 76° 47' Oeste

Latitud : 11° 58' Sur  
Altitud : 645 mt. s.n.m.

Energía y máxima demanda .-

AÑO 1975

Energía generada Kwh.	Consumo propio de la central (Kwh)	Máxima* Demanda (Kw)	Nº de Grupos
158'221,000	164,000	28,000	2

\* Dato registrado en la central.

CENTRAL TERMICA

Central Térmica con turbinas a gas de SANTA ROSA, está ubicada en las afueras de la ciudad de Lima, en el distrito del Cercado, sobre la margen izquierda del río Rimac, al final de la Av. Sebastián Lorente, antes avenida de los Incas y a la espalda de la antigua fábrica de cemento.

Ubicación .- Presenta los siguientes datos :

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Lima  
Lugar : Cercado

Coordenadas Geográficas .-

Longitud : 77° 01' Oeste

Latitud : 12° 02' Sur

Energía y máxima demanda .-

AÑO 1975

Energía generada Kwh.	Consumo propio de la central (Kwh)	Máxima* Demanda (Kw)	Nº de Grupos
94,000	1'905,090 (x)	19,000	3

\* Dato registrado en la central.

(x) Consumo propio del centro de transformación Santa Rosa.

Aun contando con las centrales mencionadas anteriormente, se requiere de la energía producida por la central del Mantaro que pertenece a ELECTROPERU y su interconexión se realiza por medio de 2 termas a la tensión de 220 Kw., en el centro de transformación de San Juan.

En cuanto a su ubicación se puede decir que presenta los siguientes datos :

Departamento : Huancavelica  
Provincia : Tayacaja  
Distrito : Campo Armiño

Coordenadas Geográficas .-

Longitud : 74° 30' Oeste  
Latitud : 12° 26' Sur  
Altitud : 1,839 mt. s.n.m.

Esta central dista 427 Km. de la ciudad de Lima y constará de 7 grupos, cada uno de éstos grupos tendrá una potencia de 114 Mw.

### 2.3 FORMA DE DISTRIBUCION DE LA ENERGIA EN LOS DIVERSOS SECTORES DE LIMA.

Para realizarse la distribución de la energía en los diversos sectores de Lima Metropolitana, se tiene que tener esta energía en los centros de transformación, para lo cual las centrales realizan esta transmisión a diversas tensiones. Así se tiene que las centrales de Huinco y Matucana realizan la transmisión a la tensión de 220 Kw. y las centrales de Callahuanca, Moyopampa y Huampaní lo hacen a la tensión de 60 Kw. Las líneas de transmisión entre los centros de transformación que se distribuyen en toda el área de Lima se encuentran a la tensión de 60 Kw. y las líneas de sub-transmisión entre los centros de distribución que están ubicados en toda la zona de concesión se encuentran a la tensión de 10 Kv.

Estando la energía en los centros de distribución, ésta será distribuida tanto para el servicio doméstico como comercial, de acuerdo a los requerimientos, siendo el voltaje para servicio doméstico de 220 voltios.

En lo que se refiere a la distribución de los centros de transformación a las sub-estaciones se puede decir que es bastante compleja y a la vez muy funcional, permitiendo así que en caso de producirse un sismo del grado que estamos suponiendo y él produzca algún desperfecto en las estaciones de transformación, entonces se verá que el sector al cual alimenta no será afectado en su totalidad, debido a que las

redes de distribución de éste sector tienen contacto con las redes de los sectores adyacentes, pero que en su funcionamiento normal no tienen ninguna conexión, pero al presentarse el problema este contacto se realiza en forma automática, permitiendo así solucionar parcialmente el problema del sector afectado. El esquema N° 1 muestra como se distribuyen las redes.

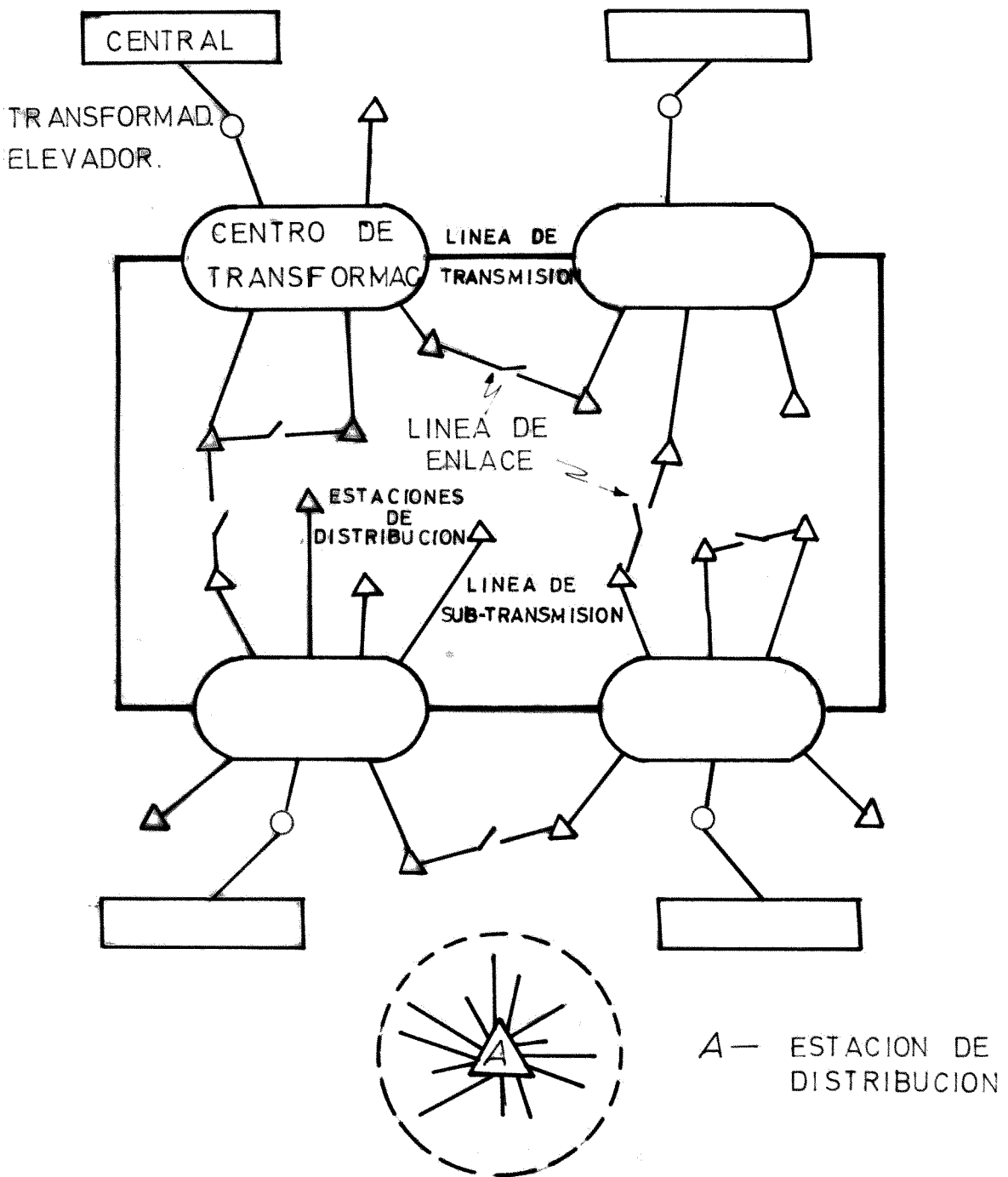


DIAGRAMA DE LA RED DE ENERGIA

ESQUEMA N° 1

BALANCE DE LA ENERGIA ELECTRICA (Kwh)\* Y VALOR DE LA MAXIMA

DEMANDA (Kw)

RUBRO	Kwh.	
a) Energía generada, (en todas las centrales)	1,810'053,000	E.E.A.A.
b) Compra a terceros	571'655,000 657'692,128	(x) HIDRANDINA ELECTROPERU
c) Consumo propio de las centrales	3'513,520	(xx)
d) Venta a terceros	70'201,380	ENTREGADO A ELECTROPERU
e) Energía entregada a los sistemas de distribución	2,898'989,848	
f) Pérdida en los sistemas de transmisión.	70'108,900	
Máxima demanda Kw. (xxx)	569,000	EN EL SISTEMA
Día y mes de máxima demanda	13.08.75.	

\* Debe cumplirse :

$$a + b = c + d + e + f = \text{Producción total.}$$

xx Los consumos propios de las centrales no están incluidos en x.

xxx La demanda de potencia máxima alcanzada en el año 1975, considerando la potencia correspondiente al sistema, Sur medio (a 220 Kv.) y en Chilca (a 30 Kv.) fue de 571 Mw. en la fecha : 13 de Agosto de 1975.

DATOS RELATIVOS A CADA SISTEMA DE DISTRIBUCION

Lima Metropolitana y alrededores .

Energía recibida y máxima demanda.

Energía recibida por el Sistema (Kwh)	Máxima demanda (Kw.)	Día y mes de máxima demanda
2,899'089,848	569,000	13 - 08 - 75

Consumo de energía por sectores (Kwh.).

RUBRO	CONSUMO DE ENERGIA (Kwh)
1) Alumbrado público	152'672,942
2) Servicio Doméstico	869'840,203
3) Servicio Comercial	167'531,242
4) Servicio Industrial y Libre contratación	
4.1 Industria Manufacturera	664'007,882
4.2 Pesquería	18'881,942
4.3 Minería	165'917,397
4.4 Industria Petrolera	29'235,680
4.5 Agricultura	99'533,980
4.6 Industria Siderúrgica	31'464,880
4.7 Servicios	151'148,160
5) Otros usos (*)	313'116,050
TOTAL (consumo neto)	2,663'350,358
6) Pérdidas por distribución **	191'405,514



(\*)

Especificaciones de otros usos

	Kwh
Uso General	158'512,069
Gob. y municipalidades	73'886,043
Electrobombas	80'717,936
	<hr/>
	313'116,050

(\*\*)

Por diferencia entre la energía recibida por el sistema y el consumo neto.

SUB-ESTACIONES DE TRANSFORMACION EN SERVICIO

Cabinas y	
SS.EE.	2,303
Grupos de transformación	
aéreos	942
	<hr/>
T O T A L	3,245

LINEAS DE TRANSMISION Y SUBTRANSMISION

SALIDA - LLEGADA	Dist. Km.	Capacidad de Transmisión MVA	Nº de Termas	Tipo de Apoyo	Material del Conductor	Sección de Conductos (mm <sup>2</sup> )	Año de puesta en Serv.
HUAMPANI-YANACOTO	.90	15	1	Post. madera	ALDREY	125	
	5.09	15	1	Post. madera	Cobre	67	
	1.07	15	1	Post. madera	Cobre	21	
YANACOTO-CHOSICA	4.3	15	1	Post. madera	Cobre	21	
	4.8	15	1	Post. madera	Cobre	67	
ZAPALLAL-PUENTE PIEDRA	5.4	18	1	Post. madera	Cobre	33	
ZAPALLAL-ANCON	9.5	18	1	Post. madera	Cobre	33	
ZAPALLAL-VENTANIILLA	4.8	26	1	Post. madera	Cobre	42	
VENTANIILLA-LA PAMPILLA	5.7	26	1	Post. madera	ALDREY	125	
HUAMPANI-CHOSICA	0.90	26	1	Post. madera	ALDREY	125	
	6.89	26	1	Post. madera	Cobre	67	
	4.9	26	1	Post. madera	Cobre	21	
HUINCO-SANTA ROSA	61.98	419	2	Torre metálic.	ALDREY	490	1964
SANTA ROSA-CHAVARRIA	8.34	419	2	Torre metálic.	ALDREY	490	1966
CHAVARRIA-BARSI	8.99	419	2	Torres y (x)	ALDREY	490	1968
	.50	419	2	Cables	Cobre	600	1968

(x) Poste Metálico.

Continúa....

SALIDA - LLEGADA	Dist. Km.	Capacidad de Transmisión MVA	Nº de Termas	Tipo de Apoyo	Material del Conductor	Sección de Conductos (mm <sup>2</sup> )	Año de puesta en Serv.
MATUCANA-CALLAHUANCA	22.90	419	1	Torre metálic.	ALDREY	490	1972
CALLAHUANCA-CHAVARRIA	55. 2	419	2	Torre metálic.	ALDREY	490	1971
SANTA ROSA-SAN JUAN	26.28	419	2	Torre metálic.	ALDREY	490	1973
INTERCONEXION 1-2S.Rosa	.33	190	2	Cable	Cobre	250	
MOYOPAMPA-SANTA ROSA	39.79	29	2	Cable	Cobre	67	1938
CALLAHUANCA-DER. HUAMP.	23.70	48	2	Cable	Cobre	120	1951
HUAMPANI-DER. HUAMPANI	0.93	48	2	Cable	Cobre	67	1951
DER. HUAMPANI-Sta. ROSA	28.05	48	2	Cable	Cobre	120	1951
MOYOPAMPA-BALNEARIOS	34.90	61	2	Cable	Cobre	181	1956
	11.44	61	2	Cable	ALDREY	304	1956
SANTA ROSA-MIRONES	0.17	52	2	Cable	Cobre	260	1953
	13.05	52	2	Torre metal	ALDREY	297	1953
SANTA ROSA-PUENTE	6.71	78	2	Torre metal	ALDREY	304	1953
PUNETE-BALNEARIOS	7.05	78	2	Torre metal	ALDREY	304	1953
CALLAHUANCA-MOYOPAM.	12.85	58	1	Torre metal	Cobre	67	1938
SANTA ROSA-TACNA	2.88	27	2	Cable	Cobre	120	1967

Continúa....

SALIDA - LLEGADA	Dist. Km.	Capacidad de Transmisión MVA	Nº de Termas	Tipo de Apoyo	Material de Conductor	Sección de Conductos (mm <sup>2</sup> )	Año de puesta en Serv.
CHAVARRIA - OQUENDO	5.05	33	2	Poste madera	Cobre	2 x 42	1963
VILLA MARIA POSTE 40	3.17	33	2	Poste madera	Cobre	67	1963
POSTE 40-DER. ATOCONGO	2.90	44	2	Poste madera	ALDREY	125	1975
DER. ATOCONGO-ATOC.	3.60	44	2	Poste madera	ALDREY	125	1965
DER. ATOCONGO-Poste 60	2.90	44	2	Poste madera	ALDREY	125	1965
SAN JUAN-VILLA SALVAD.	1.81	44	2	Poste madera	ALDREY	125	Fuera del servicio
VILLA SALV. POSTE 60	6.33	78	2	Poste madera	ALDREY	304	1975
POSTE 60 - LURIN	4.60	78	2	Poste madera	ALDREY	304	1975
LURIN-SAN BARTOLO	5.93	44	2	Poste madera	ALDREY	125	1965
CHAVARRIA - BARSÍ	18.33	44	2	Poste madera	ALDREY	125	1965
	0.58	47	1	Cable	Cobre	460	(x)
	1.64	47	1	Cable	Cobre	2 x 120	(x)
	7.50	47	1	Poste madera	ALDREY	304	(x)
CHAVARRIA - BARSÍ	0.58	47	1	Cable	Cobre	460	(x)
	1.64	47	1	Cable	Cobre	2 x 95	(x)
	7.50	47	1	Poste madera	ALDREY	304	(x)

Continúa....

(x) Fuera de servicio.

Continuación.....

SALIDA - LLEGADA	Dist. Km.	Capacidad de Transmisión MVA	Nº de Termas	Tipo de Apoyo	Material del Conductor	Sección de Conductos (mm <sup>2</sup> )	Año de puesta en Serv.
BARSI-SANTA MARINA	4.12	78	1	Poste madera	ALDREY	304	1967
CHAVARRIA-ZAPALLAL	0.59	62	1	Cable	Cobre	460	1967
BARSI-PERSHING	19.96	62	1	Poste madera	ALDREY	304	1967
CHAVARRIA-GALVEZ	1.05	59	2	Cable	Cobre	325	1960
SANTA ROSA-GALVEZ	7.63	59	2	Post. metálico	ALDREY	304	1960
BALNEARIOS-LIMATAMBO	0.59	47	1	Cable	Cobre	460	1972
BALNEARIOS-MIRAFLORES	6.23	78	1	Post. madera	ALDREY	304	1972
LIMATAMBO-SAN ISIDRO	4.1	47	2	Cable	Cobre	300	1968
MOYOPAMPA-SURCO	.36	47	2	Post. madera	ALDREY	304	1968
INFANTAS-ZAPALLAL	5.0	60	2	Cable	Cobre	425	1969
SAN BARTOLO-CHILCA	1.13	59	2	Cable	Cobre	325	1970
	2.26	59	2	Post. metálico	ALDREY	304	1970
	3.12	42	2	Cable	Cobre	175	1973
	28.20	44	1	Post. madera	ALDREY	125	1971
	14.00	62	1	Post. madera	ALDREY	304	1972
	28.31	44	1	Post. madera	ALDREY	125	1968

Continúa.....

Continuación...

SALIDA - LLEGADA	Dist. Km.	Capacidad de Transmisión MVA	Nº de Termas	Tipo de Apoyo	Material del Conductor	Sección de Conductos (mm <sup>2</sup> )	Año de puesta en Serv.
CHILCA-ELECTROPERU	4.60	44	1	Post. madera	ALDREY	125	1968
SURCO-SAN MATEO	23.80	44	1	Post. madera	ALDREY	125	1974
VITARTE-LA PLANICIE	9.10	44	2	Post. madera	ALDREY	125	
HUAMPANI-VITARTE	13.30	26	1	Post. madera	Cobre	125	
	4.40	26	1	Post. madera	Cobre	42	
HUAMPANI-VITARTE	5.67	26	1	Post. madera	Cobre	120	
	12.10	26	1	Post. madera	Cobre	42	
VITARTE-SANTA ROSA	10.80	26	2	Post. madera	Cobre	42	
BALNEARIOS-BARRANCO	5.15	26	2	Post. madera	Cobre	67	

## CAPITULO III

### EFFECTOS DEL SISMO SOBRE LA RED DE ENERGIA

En este capítulo revisaremos los principales componentes de la red de energía. Serán descritos los procedimientos y equipos existentes para proteger la red, igualmente se analizará la falla de los dispositivos de protección, las cuales pueden afectar a la red. Todo este análisis se basa en la experiencia que se tuvo al ocurrir el sismo del Valle de San Fernando (EE.UU.) en 1971.

#### 3.1 DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE UNA RED DE ENERGIA Y SUS FUNCIONES.-

Antes de describir las fallas del sistema, es decir fallas locales y los efectos sobre la red general, es conveniente definir los principales componentes en toda la red de energía y sus funciones.

##### Central de Energía

Como se dijo anteriormente, son de naturaleza hidráulica o hidroeléctrica. Son estaciones bastante grandes, complicadas y costosas. Estas centrales tienen transformadores, cuya función es la de elevar el voltaje del generador, para que así la energía pueda ser transportada por las líneas de transmisión.

### Líneas de Transmisión con alto voltaje y extra alto voltaje

Estas líneas de transmisión son usadas con el fin de transmitir la energía a largas distancias en forma de corriente directa, de extra alta-tensión o de corriente alterna de alta tensión.

En la foto N<sup>o</sup> 1 se muestra una torre que es usada para la conexión de las líneas de transmisión de alto voltaje entre la central y los centros de transformación y éstos a su vez se enlazarán con las sub-estaciones.

### Las Estaciones de Transformación

Las Estaciones de Transformación, son usadas para intercomunicar las líneas de transmisión de alta tensión.

### La Sub-Estación de Transmisión

Estas Sub-Estaciones son usadas para convertir la energía de alto - voltaje de corriente alterna de las líneas de transmisión en un voltaje mucho más bajo y así poder ser transportada a la red de sub-transmisión de las sub-estaciones de distribución, las cuales son las que distribuyen al servicio doméstico y al sector industrial.

### Sub-Estaciones de Distribución

Estas Sub-Estaciones son usadas para convertir la energía de la corriente alterna de la red de sub-transmisión para la distribución del voltaje adecuado para los diversos usos.



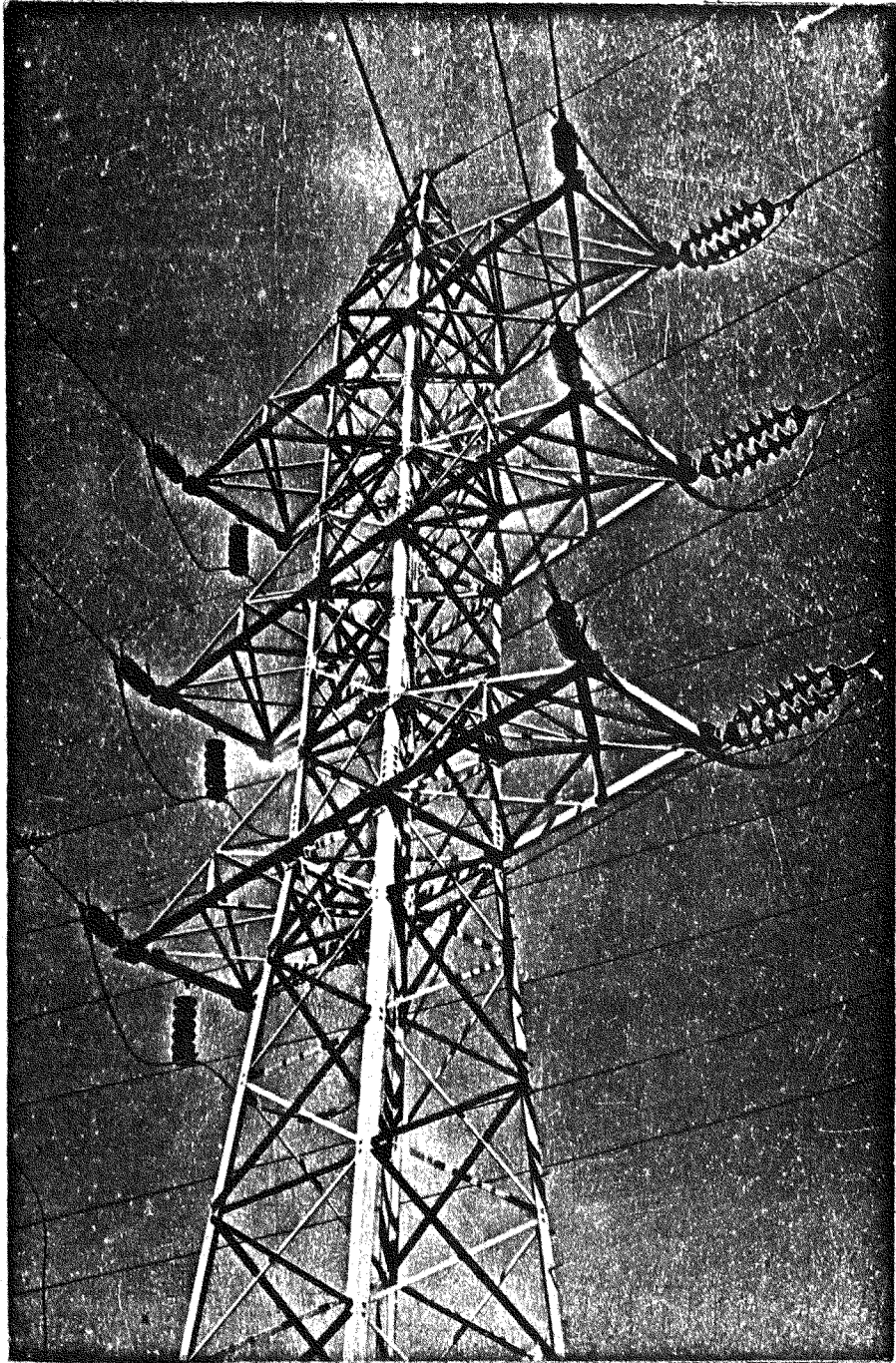


FOTO N/º 1 - Torre de una línea de transmisión de alta tensión.

### Líneas de Enlace

Estas son líneas de distribución de voltaje, las cuales interconectan las sub-estaciones de distribución, o sea los que conducen el voltaje necesario de energía a los consumidores, pero sólo en casos de emergencia. Estas líneas de enlace usualmente quedan conectadas cuando su uso es requerido.

Algunas líneas realizan su conexión mediante dispositivos automáticos, en cambio otras requieren interruptores manuales.

### Instalación de Transformadores

Estos transformadores, como se muestran en la foto N° 2, tienen por función convertir la energía obtenida de los centros de distribución, cuando ésta no está en el voltaje apropiado de consumo.

Estos artefactos, al igual que todos sus componentes son ubicados en sus respectivas zonas de protección de acuerdo a los diversos requerimientos; ya que pueden ser aéreos o de tierra, como lo muestran las fotos respectivas. Lo complejo de estos mecanismos, no se tratará de exponerlos, porque sería algo que saldría fuera de nuestro objetivo, aunque daremos algunas consideraciones generales en el capítulo siguiente.

## 3.2 PROCEDIMIENTOS EXISTENTES PARA PROTEGER LA RED

Teniendo en cuenta los múltiples problemas producidos en la red de energía, se ha tenido especial cuidado para perfeccionar la precisión de alto voltaje de esta red.

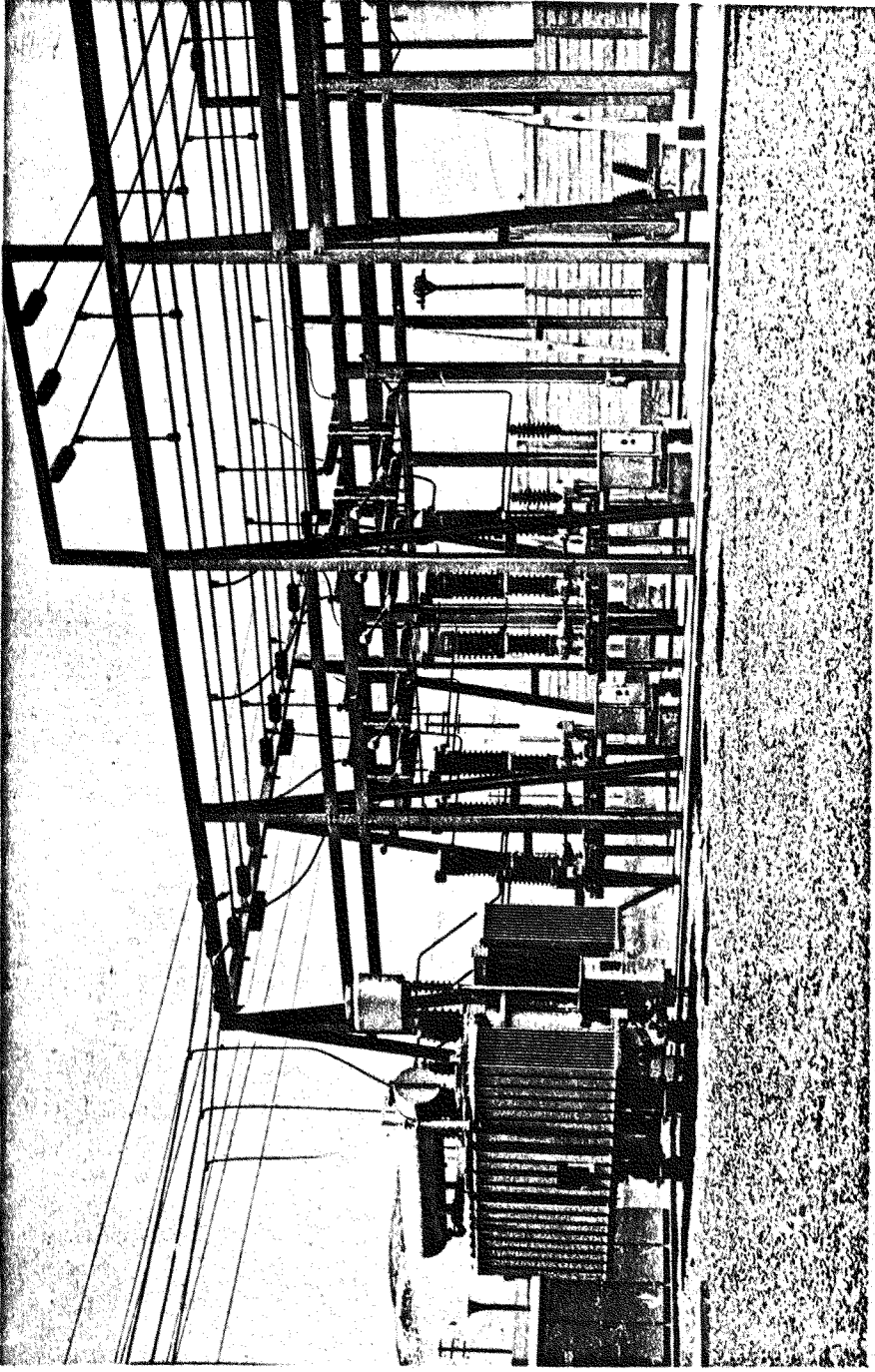


FOTO N° 2 - Vista parcial del Centro de Transformación Chavarría ( Transformadores )

En todos los países, dispositivos y procedimientos son incorporados o adaptados para perfeccionar la precisión y seguridad de la red, y esto se debe fundamentalmente a que son las líneas de transmisión de alta tensión las que se extienden sobre muchos kilómetros.

Para pensar en la protección de las redes se ha tenido en cuenta los principios fundamentales, los cuales gobiernan el flujo de corriente en esas líneas y estos principios se basan en las leyes de OHMS y KIRCHHOFF'S. Luego, como las cargas y las centrales cambian de potencia, los flujos de corriente del sistema también varían. Cambios repentinos en el sistema pueden causar daños en el sistema. Como el sistema es modificado y se tiene conocimiento de las variaciones que experimenta el sistema, entonces se adoptan procedimientos, los cuales mantienen al sistema funcionando de una manera aceptable. Algunos de estos procedimientos se tratará de explicar a continuación.

#### Frecuencias controladas en cargas esparcidas

Si la demanda de energía repentina excede de la de abastecimiento, el equipo generador tiende a disminuir, reduciendo la operación de frecuencia de la red. Como la frecuencia falla, justamente debido a estos desequilibrios de energía, la carga de las estaciones de distribución que son afectadas, es desconectada a fin de traer cargas y balancearlas con la de abastecimiento y de esta manera detener la caída de frecuencia de la red. La carga que traen las líneas de carga que no han sido esparcidas, serán conectadas en contra del sistema y así evitar las perturbancias de frecuencia.

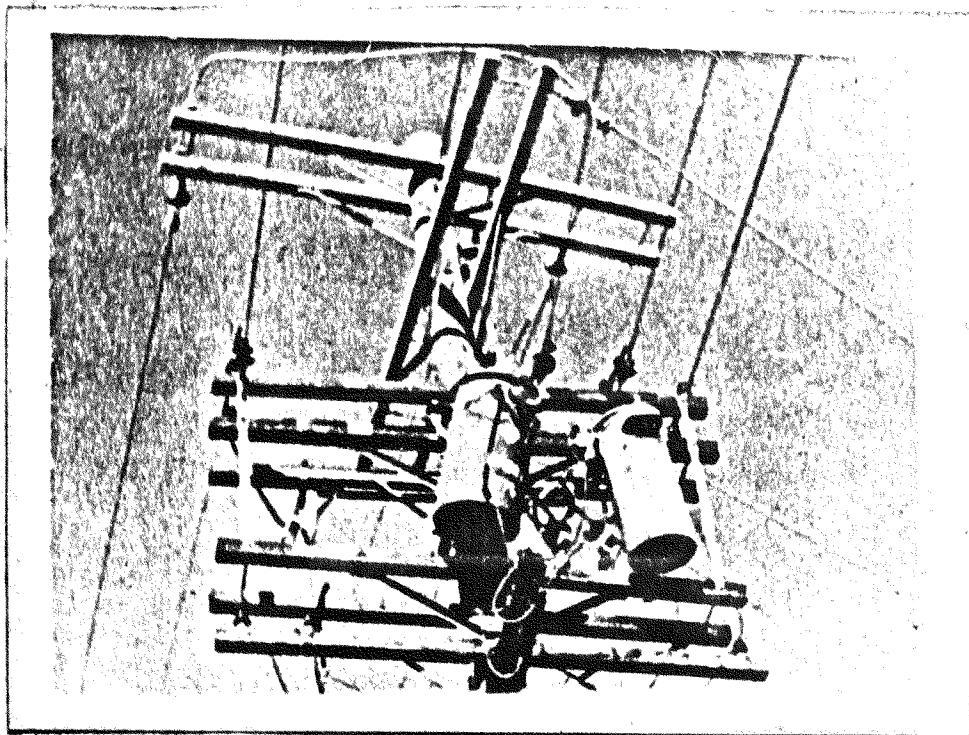


FOTO N/ #3 - Transformador aéreo

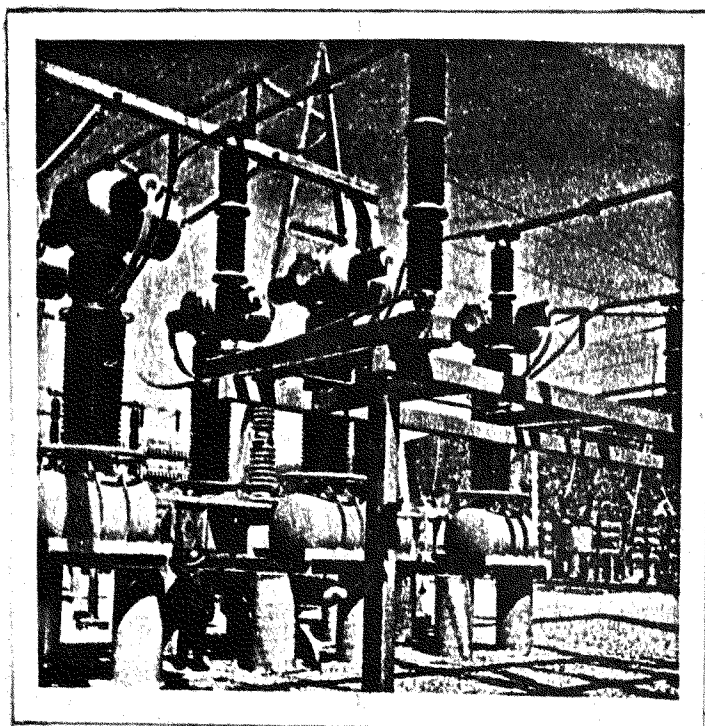


FOTO N° 4 - Dispositivos para abrir las líneas de relevo.

### Línea de Relevo

Si la carga en cualquier línea excede un nivel que es el establecido para esa línea, ésta automáticamente queda abierta. Esta es una manera mediante la cual las líneas son abiertas o mejor dicho son relevadas. Dispositivos para abrir los circuitos son mostrados en las fotos N<sup>o</sup>s. 4 y Nro. 5. Al ser abierto el circuito entonces la red se convierte en un sistema particular, para el cual se ha establecido varios procedimientos para volver a cerrar el interruptor automático del circuito de energía, el cual deberá ser en forma inmediata. Si se volviese a abrir, hay un corto intervalo y nuevamente se cierra, repitiéndose una y más veces. En caso que el interruptor automático del circuito de energía continúa reabriéndose, entonces esta línea será dejada de lado. Para muchas líneas de transmisión, estos procedimientos son controlados automáticamente.

### Control de flujo de energía en las Líneas de Transmisión de Corriente Directa de Alta Tensión

El flujo de energía en las líneas de transmisión para estos casos, puede ser controlada, las cuales permiten al mismo tiempo perfeccionar la respuesta de la red para las fallas.

### Estación de Control de Energía

Como un resultado de observación de la red, o de estudios simulados de ésta, el control del equipo generador puede ser modificado y así perfeccionar la respuesta de la red al presentarse las fallas u otros inconvenientes.

### Aislamiento

Se efectúa, cuando se requiere que varias partes de la red sean aisladas por haber sufrido desperfectos y se realiza por medio de aberturas de las líneas de transmisión que presentan las líneas de relevo, y que funcionan de la manera como se explicó anteriormente.

### Aparato Receptor

Varios de los sistemas de energía tienen gran rapidez para que sus fallas sean registradas, los cuales son disparados cuando estos sistemas sufren la variación de energía en los niveles establecidos. Estos aparatos pueden ser usados para identificar el tipo y localización de las fallas y al mismo tiempo la respuesta del sistema.

### Transmisión en la Línea de Comunicación

Para la seguridad en el control de la red e inclusive para transportar micro ondas y líneas telefónicas privadas y públicas se han establecido trayectorias alternadas de comunicación entre los elementos principales de transmisión.

Como una manera de protección de la red de energía eléctrica en la gran Lima, también se puede considerar al moderno sistema de comunicaciones que posee ELECTROLIMA, que es conocido con el nombre de CENTRO DE CONTROL Y COMUNICACIONES, cuya finalidad es de satisfacer las necesidades de supervisión de operación, tanto de las centrales como de centros de transformación y redes de transmisión y distribución.

Este Departamento de Comunicaciones comprende 2 Secciones:

- a) La de Proyectos, que es la que se encarga de las obras; y
- b) La de mantenimiento, que como lo indica su propia denominación, llena el importante cometido de conservar en condiciones óptimas todos los equipos electrónicos de la compañía.

ELECTROLIMA, tiene instalado, desde hace varios años un moderno equipo de onda portadora sobre líneas de alta tensión, entre la Central Hidroeléctrica de Huinco y el Centro de Transformaciones - de Santa Rosa. Desde Huinco se transmiten en ambas direcciones señales de teleprotección de las líneas.

Además ELECTROLIMA, cuenta con un sistema de comunicaciones radiales para onda corta y que permite transmisiones de gran distancia. Los equipos correspondientes provistos de grupos electrógenos propios, operan con autonomía en cualquier lugar y su eficiencia - quedó verificada en la tragedia del 31 de Mayo de 1970, donde se llegó a ubicar a los transmisores en la zona afectada, permitiendo de este modo brindar eficaz auxilio a los damnificados.

El Centro de Control de Comunicaciones funciona en la calle VERACRUZ Nº 261 - LIMA, y es el que se pone en contacto con las estaciones repetidoras existentes para establecer las comunicaciones en toda el área de Lima Metropolitana, como se puede observar en el plano adjunto. Estas estaciones repetidoras son en número de 4 y tienen los siguientes nombres:



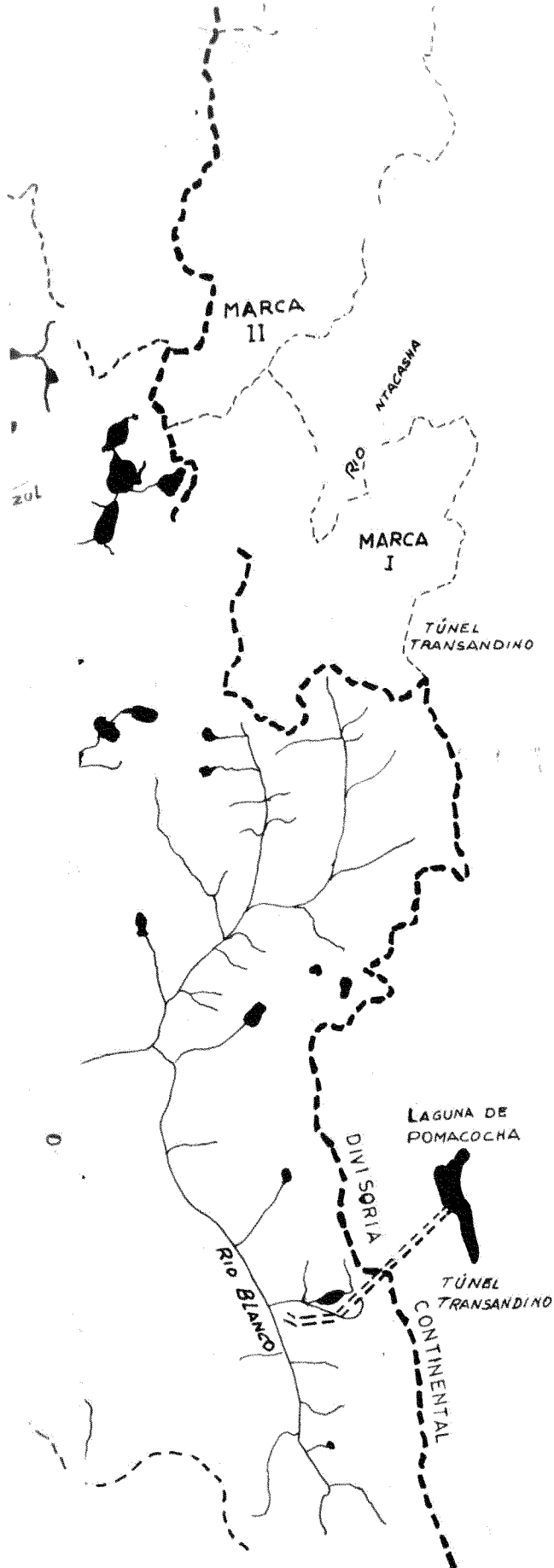
- a) Estación Repetidora de la Milla
- b) Estación Repetidora de La Cantuta
- c) Estación Repetidora del Morro Solar
- d) Estación repetidora Grande.

Los datos correspondientes a las coordenadas geográficas de estas estaciones repetidoras, se muestran en el plano correspondiente.

Por todo lo dicho anteriormente, se puede suponer que este sistema de comunicación es un medio bastante bueno, en cuanto a medidas de seguridad se refiere, porque será de esta forma como ponga en movimiento a los diversos grupos de trabajo en caso de que se produzca algún desperfecto como consecuencia del sismo que estamos - suponiendo.

Además también, se cuenta en ELECTROLIMA, con el Departamento de Mantenimiento de Redes Aéreas, siendo su finalidad la de asegurar el buen estado de conservación de todas las redes aéreas, - sean éstas de alta o de baja tensión, para que el fluido eléctrico sea transportado sin ninguna interrupción, desde las centrales de generación a los centros de transformación y distribución, a fin de garantizar la óptima entrega de energía para fines industriales, comerciales, domésticos y de alumbrado durante las 24 horas del día.

El personal de este Departamento, es seleccionado de acuerdo a las exigencias de este trabajo, y es el que estará dispuesto a salir para solucionar algún problema que se presente en las redes, ya sea en un tiempo normal o en casos de emergencia, como cuando ocurre un sismo.



ESTACIONES REPETIDORAS

C° LA MILLA

LAT: 12° 01' 30" S  
 LONG: 77° 04' 30" O  
 ALT: 238 m.s.n.m.

C° LA CANTUTA

LAT: 11° 57' 00" S  
 LONG: 76° 40' 52" O  
 ALT: 1,680 m.s.n.m.

C° MORRO SOLAR

LAT: 12° 11' 12" S  
 LONG: 77° 02' 00" O  
 ALT: 300 m.s.n.m.

C° GRANDE

LAT: 11° 50' 29" S  
 LONG: 77° 08' 24" O  
 ALT: 375 m.s.n.m.

TESIS DE GRADO — U.N.I.

ZONIFICACION DE LA RED DE RADIO  
 MOVIL VHF Y UB. DE EST. REPETIDORAS

JOSE LUIS LECCA V.

ESC.: 1:125

Además también, se cuenta con la Sección Reclamos, cuyo personal es el encargado de poner en funcionamiento las redes locales que han sufrido interrupciones por motivos diversos.

Esta sección, funciona en el local de la Avenida Colonial y cuenta con personal propio, material rodante, una central telefónica con varias troncales y equipos de radio en comunicación constante con la cuadrilla de motociclistas de la sección, que se encuentran convenientemente distribuidos en toda el área de la ciudad.

### 3.3 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DENTRO DEL SISTEMA LOCAL QUE PUEDEN INFLUENCIAR EN LA RED GENERAL, -

Cualquier tipo de cambio que se realice en el sistema, repercutirá en el funcionamiento de la red general, por más mínimo que sea y esto se debe a la complejidad de la red. En esta sección se tratará de describir algunos de los dispositivos de seguridad y otros elementos reguladores auxiliares antes mencionados y que podrían ser usados en el sistema en casos necesarios.

#### Transformadores Relevadores de Presión Rápida

Existen equipos de energía eléctrica de gran magnitud ( el peso de ciertas unidades, muchas veces sobrepasan las 225 Tn.), como transformadores a base de aceite. Si una falla se produce en uno de estos transformadores, ésta causa un rápido incremento de presión en el transformador. Los transformadores que están fijos accionan presiones leves, pero que hacen actuar a los transformadores (Relai) de presión rápida, los cuales son muy sensibles a las fluctuaciones

de presión, ocasionados por vibraciones sísmicas. Mientras esto ocurre como una primera medida para proteger el transformador, su acción puede tener una influencia significativa en el sistema local y en la red general.

### Aisladores

Son dispositivos que se usan para prevenir sobrevoltajes surgidos de daños sentidos en el equipo de transmisión, distribución y equipos - convertidores de corriente directa.

### Válvulas Asociadas con el Transformador de Corriente Directa de Alta Tensión

La función principal de las válvulas es la de convertir la energía de alta tensión de corriente directa a corriente alterna o viceversa. El sistema es tal, que una de las válvulas puede actuar como un by pass para proteger las unidades del transformador.

## CAPITULO IV

### PELIGROS EN LOS EQUIPOS DE ENERGIA

Después de haber analizado las consecuencias de los diversos sismos ocurridos , se pudo observar que lo mas propenso a fallar son justamente los equipos de energía, mas no así la parte estructural de éstos. En este capítulo serán revisados los métodos y procedimientos de diseño que son los mas aplicados, para la fabricación de éstos equipos.

Siendo nuestro país, una nación en vías de desarrollo lo que se puede decir respecto a este capítulo, no ha sido realizado en nuestro medio, debido a que la falta de tecnificación no lo permite, es por eso que para tratar sobre estos puntos, se recurrirá a las experiencias y pruebas de otros países, tratando de explicar los métodos de evaluación de daños y al mismo tiempo los diversos tipos de estos métodos existentes. Igualmente se explicará los diseños prácticos- que han sido adoptados tentativamente, y que fueron realizados después de sufrir las consecuencias del sismo del Valle de San Fernando (EE.UU) en 1971.

Es por eso que en la red de energía eléctrica de toda el área de Lima Metropolitana los equipos son importados y que para ser adquiridos la empresa de ELECTROLIMA le da las características de la zona donde van a funcionar, como son la ubicación del lugar, la sismicidad, clima, etc. De acuerdo a todos estos requerimientos son elaborados los equipos con la finalidad que su funcionamiento y conservación, sea la más aceptable incluso cuando se produzca el

sismo hipotético para el cual tratamos de prepararnos. Todas las medidas de seguridad del equipo que han sido elaboradas por los abastecedores, serán proporcionadas al ser adquiridas para de este modo mantener al equipo con seguridad.

#### 4.1 REVISION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

La ocurrencia del sismo de Long Beach en 1933, trajo como consecuencia que los sistemas de energía se vieran afectados, siendo esto un motivo fundamental para que una industria fabricante de estos sistemas de energía, hiciera diversas pruebas para establecer la resistencia sísmica de éstos. Después de varias pruebas adoptaron que la fuerza estática equivalente sería de 0.2 g. y que su aplicación sería en el centro de gravedad y no hubo requerimiento en lo que se refiere a fuerza vertical. Este equivalente estático de fuerza fué el que sería aplicado para el diseño sísmico del equipo de energía eléctrica. En cuanto a lo que se refiere a las estructuras de las plantas no se hará mención a sus daños, debido a que a la ocurrencia del sismo son justamente estos elementos - los que experimentan relativamente poco daño. El cumplimiento de la fuerza estática equivalente es obligado a los abastecedores de éstos - equipos eléctricos, sin embargo la satisfacción de estos requerimientos - para sistemas de energía, no es a menudo verificado, o sino simplemente se basa en pruebas esquemáticas, o cálculos que realiza el abastecedor.

Otro aspecto que en muchos casos se ve omitido es que gran porcenta - je de los equipos de energía no se encuentra bien montados sobre el piso o base de sustentación, lo que impide encontrar los requerimientos - de seguridad personal.

Generalmente la base de sustentación de los equipos son diseñados y proporcionados por los distribuidores de éstos. En muchos casos, cualquiera

que sea, ingenieros de sistemas de energía diseñarían y fabricarían soportes o apoyos para los equipos eléctricos. Estos apoyos serán de por lo menos 8 pies de altura y pueden llegar a un máximo de 25 pies para los equipos nuevos de alta tensión. La antigua práctica generalmente omitía la dinámica de los apoyos de equipo, además que los apoyos para satisfacer los requerimientos eléctricos fueron hechos de porcelana, un material bastante frágil y con propiedades generalmente desconocidas.

Mientras que la organización de cada sistema de energía es único, hay ciertas características comunes las cuales, a criterio de los fabricantes, son las que intervienen en el rendimiento del equipo eléctrico. Para la eficiencia de estos equipos, generalmente existen varios grupos de trabajo con actividades diversas, destacándose entre éstos, el grupo de equipo eléctrico y el grupo encargado de realizar las obras estructurales es decir que está formado por ingenieros civiles. Los ingenieros civiles son los principales responsables del diseño de las estructuras y además están aptos para colaborar con los otros grupos en lo que se refiere al diseño estructural. La dificultad se presentaría en el caso que el grupo eléctrico intentara de hacer el diseño estructural para el equipo eléctrico o para sus apoyos. En lo que se refiere al diseño sísmico, se puede decir que es bastante limitado, especialmente dentro del área de la ingeniería estructural, porque nunca se sabrá cual es el grado de seguridad que presenta una estructura diseñada sísmicamente. Es por eso que no sería sorprendente que especialistas del grupo eléctrico no están enterados de la magnitud de este problema, motivo por el que en muchos casos no se preocupan en buscar asistencia de especialistas - de ingeniería sísmica. Justamente este es uno de los principales puntos en el cual se incide con mayor énfasis, por ser situaciones que se presentan en los diversos equipos eléctricos al ocurrir el sismo, lo que sigue

demostrando la falta de atención al problema. Basado en que la vida media de servicio de los diseños de ingeniería es relativamente corto, comparados con la ocurrencia entre sismos destructivos, no sería sorprendente que dentro de unos 5 ó 10 años la situación retrocederá y se estará en la misma situación en que se empezó a no ser que exista una organización y sea la encargada de dar apoyo a este problema.

Otra parte débil en estos aspectos, está asociada con la inspección y aceptación de las construcciones terminadas. Generalmente la función de inspección es dirigida por un grupo de técnicos especializados, quienes frecuentemente inspeccionan solo lo exterior de la obra, es decir realizan la inspección de una forma superficial y no hacen la inspección en la construcción misma, es decir el cumplimiento de todo el proceso constructivo. Uno de los puntos que muchos casos dificulta la inspección, se presenta cuando existe una falta de detalle en los planos de diseño. En algunos casos, los que distribuyen los equipos, no proveen de información, aún teniéndola y otros como en el diseño de casetas, estos detalles faltan. Esto es particularmente verdad en lo que respecta a la base y detalles del montaje.

## .2 TIPO DE PELIGROS PARA LOS EQUIPOS ELECTRICOS

Los equipos eléctricos están sujetos a diversas clases de daños, los cuales serán descritos a continuación.

.- Fallas de los soportes, una gran parte de daños en los equipos eléctricos se presentarán debido a los inadecuados soportes del equipo, los mismo que su cimentación. Entre estos soportes inadecuados, haremos mención de los siguientes :

a) Platinas.- Numerosas piezas del equipo son inadecuadamente conectadas. Por ejemplo, transformadores de los centros de transformación -



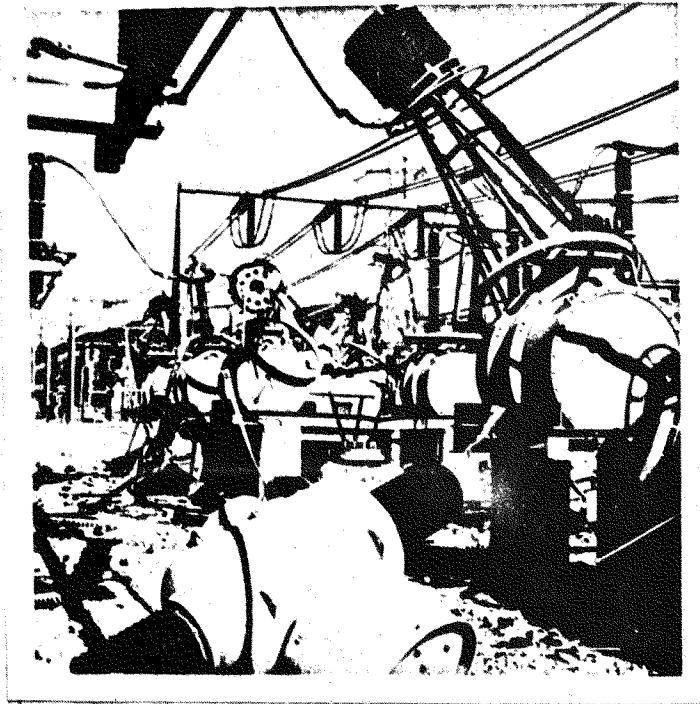


FOTO N° 5 - Dispositivos después del sismo

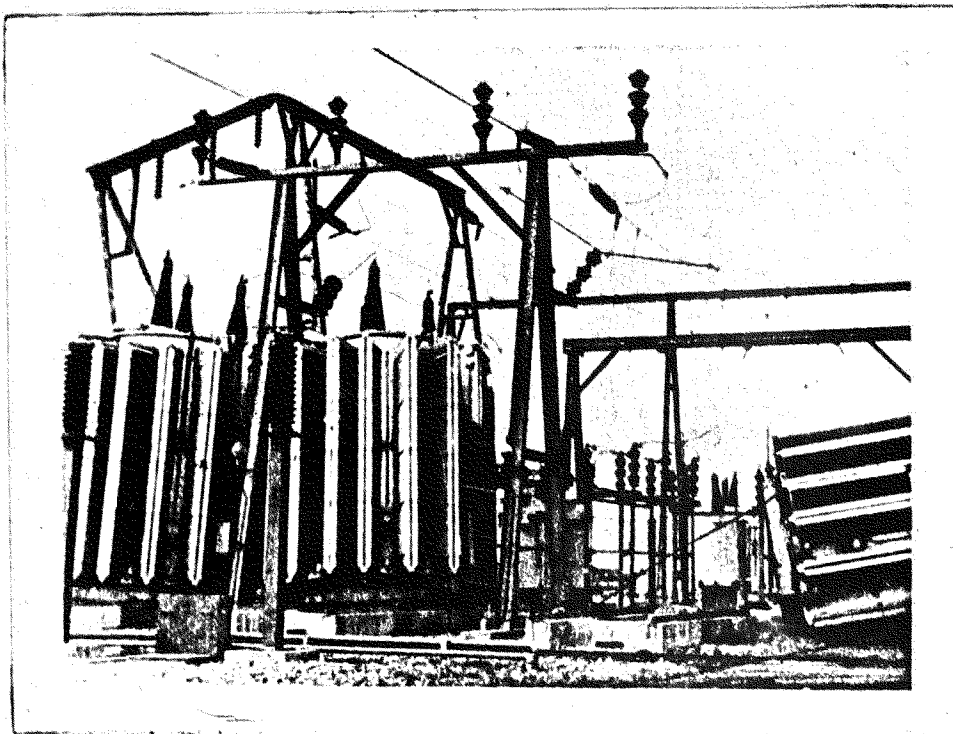


FOTO N° 6 - Transformadores después del sismo .

eran colocados sobre rieles según la práctica de ese tiempo para su instalación, sin embargo esto no funciona cuando ocurre el sismo, lo muestra la Foto N<sup>o</sup> 6. Es por eso que las platinas servirán para fijar los equipos.

- b) Superficies de apoyo.- Los cimientos para equipos grandes y especialmente ordenados, son muchas veces vaciadas sin antes haber determinado la colocación exacta de los pernos conectores. Es por eso que una de las prácticas de prueba fue para moldear una plancha como lo muestra la foto N<sup>o</sup> 7. Cuatro pernos soldados en la base de la plancha son los que se usan para anclar el pie del equipo. Después que es colocado el equipo, una clavija de conexión es soldada en la superficie de la plancha para poder asegurar el equipo. Algunos de los problemas con este procedimiento es que el campo de la soldadura es a menudo pobremente controlado, además que el diseño y los detalles son inadecuados, como fue notado anteriormente. La foto N<sup>o</sup> 8 muestra como funciona una de estas planchas, sosteniendo un gran inductor. La clavija de conexión colocada en la parte superior de la plancha es de 1" y 2" de diámetro, mientras que los pernos conectores - ubicados debajo de la plancha son de 1/2" de diámetro.
- c) Colapso de Plataformas Frágiles.- El grupo de capacitores como se muestra en la Foto N<sup>o</sup> 9, fueron apoyados sobre columnas de porcelana. Plataformas mal conectadas colapsaron en el sentido - que con la vibración del sismo se separaron del grupo de capacitores, es decir que estas plataformas soportaron el sismo, más no fue así con las conexiones externas. Como muestra la foto las plataformas pueden volcar su carga y sus consecuencias serían graves daños en el sistema.

FOTO N° 7- Superficie de apoyo..

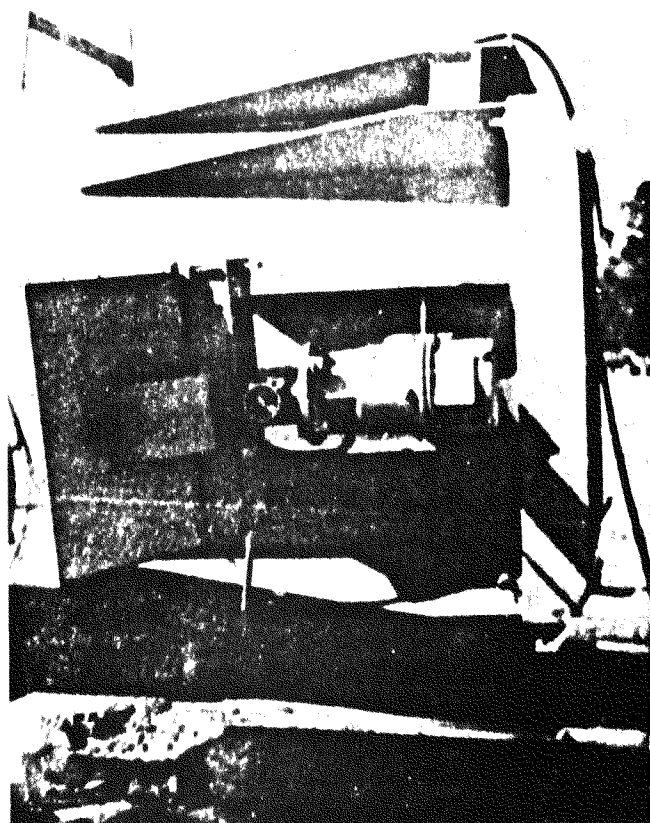
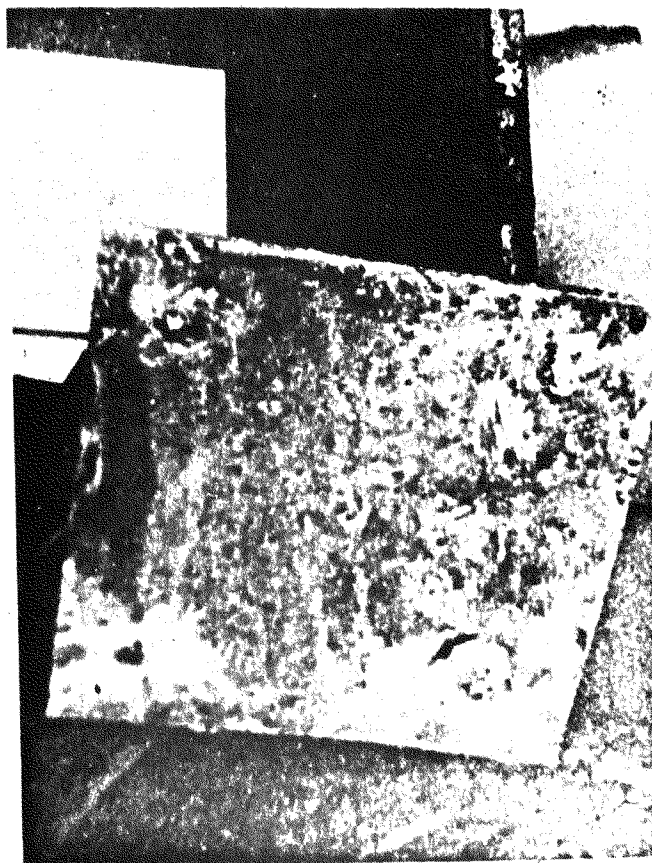


FOTO n° 8- Superficie de apoyo.



- d) **Fallas de Columnas de Porcelana.**- Las columnas de porcelana vo  
laron por los aires, rompiendo circuitos, como lo muestra la foto  
Nº 10. Varios equipos del sistema perdieron sus aisladores.
- e) **Amplificación en columnas.**- Para satisfacer el requerimiento de  
aislamiento, el equipo a menudo se encuentra soportado o apoya  
do en columnas verticales de acero, las cuales están fijadas en  
el cimiento, presentando un estado rígido, lo que le permite te  
ner una amortiguación que trae como consecuencia una amplifica  
ción significativa de fuerzas sísmicas, que transmite a los equipos  
que están soportando. La foto Nº 10 muestra los daños que se  
presentarían en los capacitadores por encontrarse apoyados en es  
tas columnas.
- f) **Cordón aislante.**- Cordones aislantes, fragmento de los cuales se  
muestran en la Foto Nº 11 son extensivamente usadas para sopor  
tar y ligar el equipo. Mientras que se recurso se ha desempeña-  
do muy bien, soportando líneas de transmisión de alto voltaje ,  
su acción como soporte de equipo y unión es deficiente. Una ex  
plicación para esta pobre performance, es que en su función de  
soporte del equipo, movimientos sísmicos inducidos ocasionaron  
que el cordón se afloje y tense como especie de un equipo osci  
lante. Las cargas de impacto inducidas por este movimiento son  
muy dañinas en el frágil material de porcelana del cual está for  
mado el cordón.

- OTROS DAÑOS

- a) **Cables Subterráneos de alto voltaje.**- En varios sitios de la línea  
de transmisión de alto voltaje subterráneas, pueden verse malogra

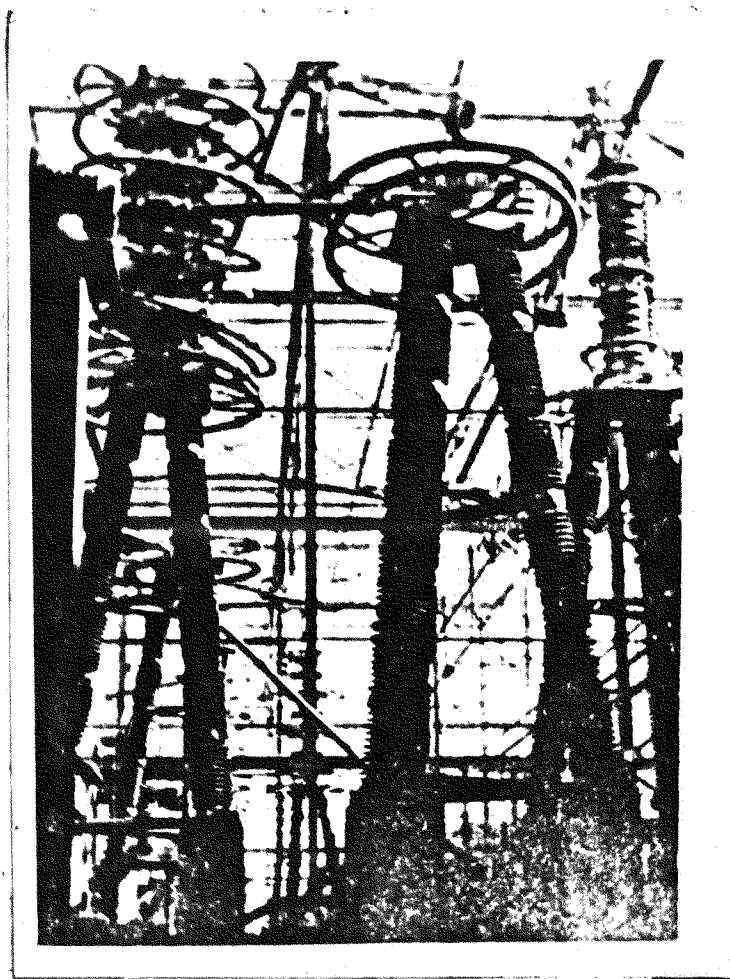


FOTO N° 9- Columnas de porcelana después del sismo..

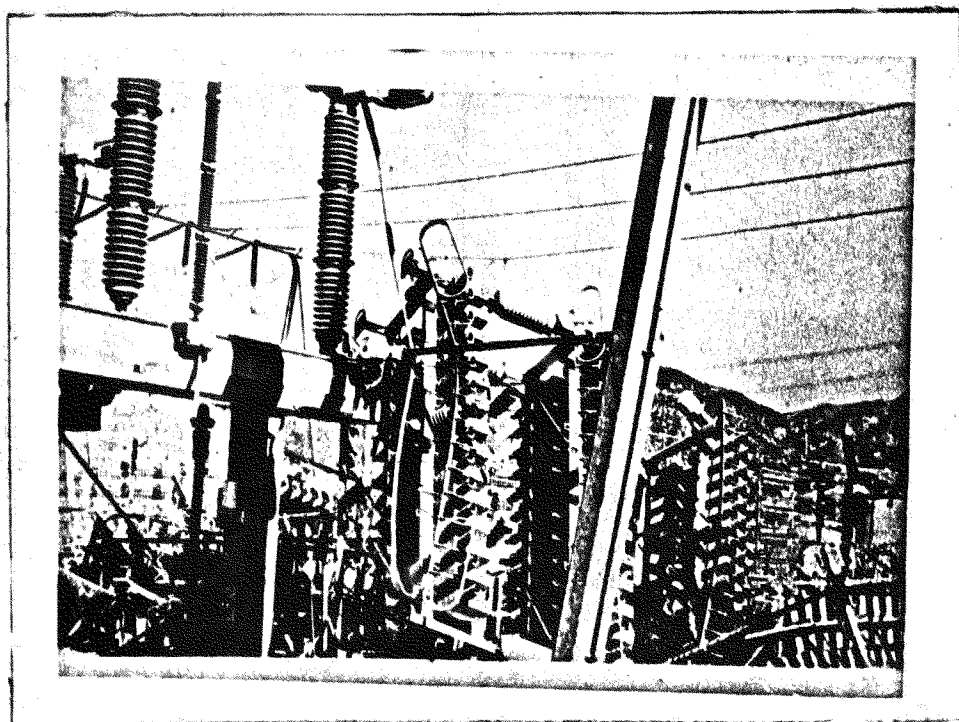


FOTO N° 10- Capacitores después del sismo .

das cuando líneas de agua que utilicen el mismo túnel lo inunden produciendo pequeñas grietas en la cubierta del cable para causar mayores aberturas.

- b) Grandes tanques de almacenaje de agua y aceite, experimentarán severas ondulaciones en sus bases, que ocasionarán fracturas en la tubería trayendo como consecuencia una pérdida de su contenido, y así de esta manera las reservas de los diversos elementos quedarían seriamente comprometidas al ocurrir el sismo del grado que estamos suponiendo.

#### - DAÑO INDIRECTO.

Daños graves se produjeron por las siguientes causas indirectas.

- a) La insuficiente soldadura en la conexión de cables, causan gravedad daños en los aisladores. Esto se presenta en los equipos cuyas bases tienen gran movimiento que les permita desplazarse, o en equipos que están apoyados en soportes relativamente flexibles, lo que hace que los equipos estén oscilando; en ambos casos estos movimientos producen la desconexión de cordón-equipos. La foto N<sup>o</sup> 12 muestra que el manguito aislador, se dañó cuando grandes deflexiones relativas permitieron que este se desconectara debido que el conector fue tensado.
- b) En los centros de transformación podrían dañarse alguna parte estructural, al extremo que ésta colapsara y que al hacerlo afecte a los equipos de este centro de transformación. El mayor efecto de falla, sería para dañar y empeorar el uso de los paneles de control.

FOTO N° 11 - Cordón aislante  
después del sismo .

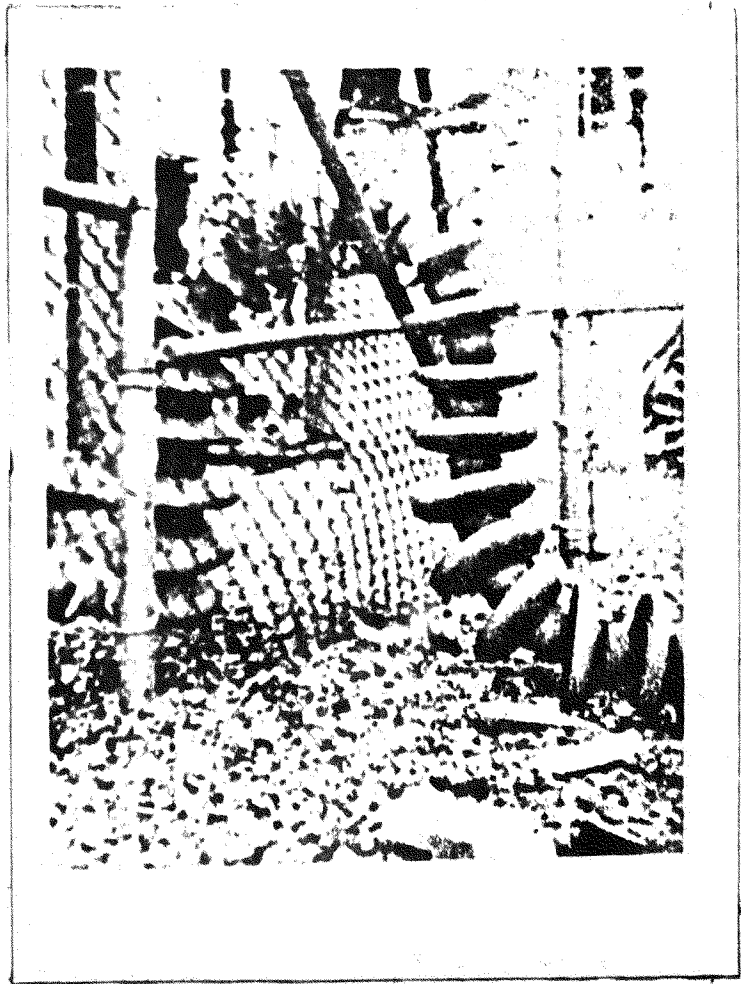
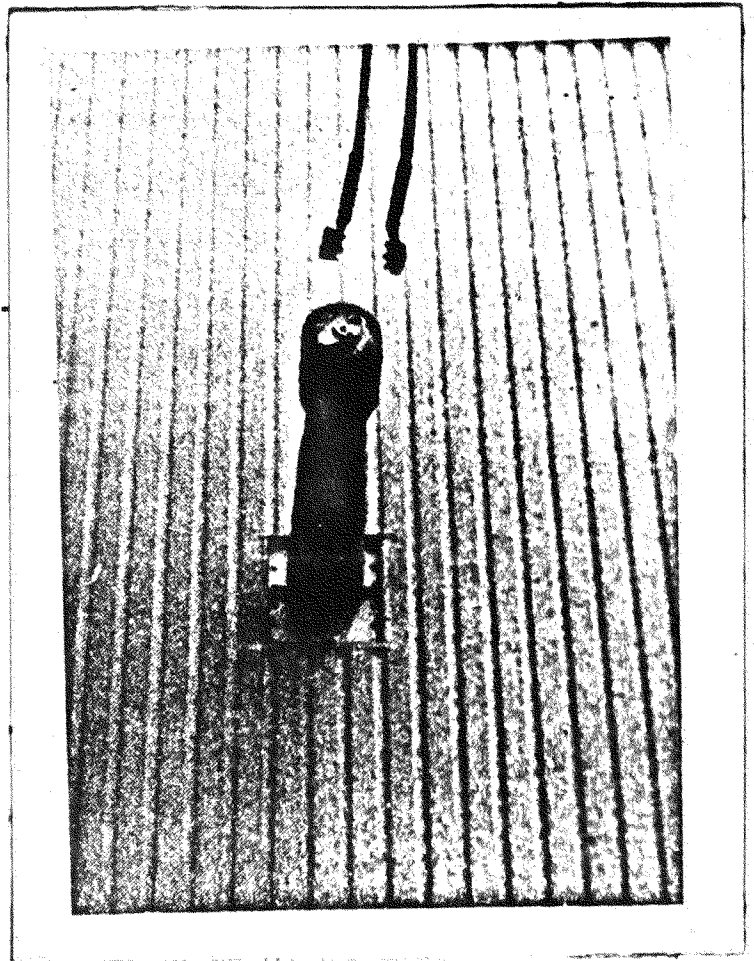


FOTO n° 12 - Desconexión cordón  
equipo después del sismo



### 4.3 ANALISIS DINAMICO PARA LOS EQUIPOS FALLADOS.

Un importante adelanto para un mejor diseño, es aprender de experiencias pasadas para la evaluación de fallas. En esta sección se revisa los métodos, generalmente usados para evaluar daños.

#### 1. Métodos de Evaluación de respuesta de Equipo.

Para presentar el trabajo, el cual ha sido hecho sobre el análisis de las fallas de los equipos, serán revisados los métodos de análisis.

En general, método analíticos o experimentales, son usados para determinar la respuesta sísmica de un sistema mecánico. El método analítico para sistemas lineales, es decir de un solo grado de vibración generalmente usados son :

- a) El método del espectro de respuesta.
- b) El método del tiempo-historia.
- c) Para el caso de un sistema lineal-elástico de  $n$  grados de libertad, se puede aplicar ambos métodos a través del análisis de modos de vibración.

Un importante paso en el análisis sísmico es la elección de un modelo matemático, el cual deberá tener las siguientes características :

- a) Describir el comportamiento dinámico de la composición del equipo.



- b) Al realizar el análisis y formular el fenómeno, sería económico.

Muchos equipos simples pueden ser representado por un sistema de masa global, con resortes, masas y disipadores. Los coeficientes en el modelo analítico, podrían ser calculados, estimados de datos de ensayo, o una combinación de los dos. Pero para la realización de todos estos métodos y así obtener la evaluación real de la respuesta del equipo, se requiere de la excitación sísmica que incida directamente sobre las instalaciones vitales.

Una segunda aproximación para evaluar la resistencia del equipo al ocurrir el sismo es a través de ensayos. Para estos casos varios tipos de ensayos serán considerados, tales como :

- a) Ensayo de la mesa de vibración.- Consiste en que al tener la producción de los sistemas de energía, serán montados sobre la plataforma de un sistema de vibración el cual será sujetado convenientemente para la apropiada prueba de vibración. Muchos equipos de energía por ser bastante grandes requerirá de sistemas de vibración también bastante grandes, por lo que se puede decir que esto es una desventaja por que equipos de vibración bastante grandes no encuentran lugares adecuados para hacer este tipo de ensayos.
- b) Ensayo de vibración inducida en la cimentación.- Grandes vibradores de tipo masa rotativa tienen la capacidad de inducir movimiento en el pie del equipo. Este tipo de ensayo puede ser hecho sobre el sitio y así tener la ventaja de saber como se comportará el equipo cuando es usado.

c) Vibración inducida con cimienta fijo.- Para equipos grandes pequeños vibradores pueden ser usados para excitar la estructura. Este sería un camino económico para determinar las frecuencias naturales y la amortiguación del equipo en el sitio.

d) Ensayo del cable descargador de golpes.

Es un ensayo simple el cual puede dar información acerca de la frecuencia natural y amortiguación de la estructura. En este ensayo un cable es asegurado al equipo y luego es templado. Este es luego soltado de golpe, lo que causa una vibración en la estructura. El análisis del resultado del registro histórico de vibración-tiempo puede producir información sobre la frecuencia natural y amortiguación modal.

#### CRITERIO DE FALLA.

En general se puede decir que una estructura está fallada, siempre que ésta no rinda con eficiencia sus funciones proyectadas. Estas fallas pueden ser el resultado de :

- a) Deformación excesiva
- b) Inestabilidad
- c) Fracturas ( rajaduras, grietas o fatigas )

Es así como existen varios criterios de fallas sobre las bases de fuerza, torsión o energía. Sin embargo, no se aplica una sola teoría de falla para todos los materiales y cargas que le son aplicadas a éstos.

#### 4.4 NUEVAS NORMAS PARA DISEÑO SISMICO

Desde el terremoto de San Fernando en Febrero de 1971, los sistemas de energía en el área de Los Angeles así como de otras a lo largo de la costa Oeste fueron revisados y construídos bajo las nuevas especificaciones de diseño sísmico. Con la asistencia y guía de asesores es tructurales salieron a la luz muchas de estas nuevas especificaciones , algunas de las cuales son resumidas aquí, aunque estas especificaciones están sujetas a ciertas consideraciones por lo que podrían ser consideradas tentativamente debido a que su formulación definitiva está en proceso.

##### REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA SISMICA

- a) Los aparatos no deberán tener pérdidas en su funcionamiento du rante o después de haber sufrido la acción de cargas sísmicas.
- b) Las fuerzas, en ninguna vez serán superiores a 1.33 veces la - fuerza de trabajo.
- c) Una estimación de la frecuencia o frecuencias naturales de vibraci ón y amortiguación sería incluido en el procedimiento de diseño.
- d) Soportes fabricados de acero, si son provistos por el abastecedor, serían diseñados y fabricados de acuerdo al Reglamento del AISC que contiene especificaciones para el diseño, fabricación y construcción de edificios con acero estructural, revisados últimamente.

- e) Soportes fabricados de aluminio, si son provistos por el abastecedor, serían diseñados y fabricados de acuerdo con las especificaciones para estructuras de aluminio aleación 6061-T6.
- f) Códigos o especificaciones para fuerzas permisibles en aisladores cerámicos.
- g) Uso de factores de incremento de seguridad para componentes frágiles.

El diseño incorporaría adecuada seguridad estructural tal que fallas de una componente no cause colapso de la pieza entera del equipo.

El diseño sísmico adecuado para este equipo, sería probado por tener resultados de prueba o datos de análisis de acuerdo con uno de los siguientes métodos.

#### A) ANALISIS ESTATICOS PARA EQUIPOS RIGIDOS

Equipos cuya frecuencia natural de vibración es mayor que 20 - ciclos/seg., debe ser considerado rígido y diseñado para resistir una fuerza estática de 0.5 veces el peso del equipo en cualquier dirección horizontal. Una fuerza vertical de 0.38 veces el peso del equipo sería considerado para actuar simultáneamente en el centro de gravedad de cada unidad, o parte de ésta. Los accesorios del equipo rígido, serían considerados como piezas separadas del equipo y montadas en el lugar, para análisis y diseño. Los postores se conformarían con una descripción del método propuesto de estimación de la frecuencia (s) natural del equipo.

B) ANALISIS DINAMICO PARA EQUIPOS CON VARIOS GRADOS DE LIBERTAD ( TECNICA DE ANALISIS MODAL).

1. Si el equipo no puede ser considerado como un cuerpo rígido, entonces es necesario hacerle un análisis dinámico para su diseño. El equipo debe ser modelado como una serie de masas puntuales diferentes conectadas con la masa de los miembros libres y con suficientes masas puntuales para asegurar una representación adecuada. Al ser montado el equipo se debe hacer la consideración como si estuviera funcionando. El sistema resultante puede ser analizado usando la técnica de análisis modal. La máxima respuesta modal sería determinado usando el espectro de respuestas horizontal mostrado en la figura (1) teniendo una máxima aceleración en la base de 0.5 g. El espectro de respuesta vertical sería  $3/4$  del espectro horizontal. La respuesta total del equipo sería determinado por la combinación del modo de respuesta horizontal y vertical por la raíz cuadrada de la suma del método de los cuadrados, usando un apropiado valor de amortiguamiento, los valores picos del espectro de respuesta serían usados para determinar la respuesta máxima.
2. El licitador referiría una descripción de su método propuesto de determinación de frecuencias naturales del equipo. Esta descripción induciría una justificación de valores seleccionados de amortiguación.

C) ANALISIS DINAMICO PARA EQUIPOS CON VARIOS GRADOS DE LIBERTAD ( METODO TIEMPO-HISTORIA).

1. El equipo modelado como un simple sistema de múltiples -

grados de libertad sería analizado por el método tiempo-historia de análisis dinámico. Cualquier tiempo-historia del movimiento de la base sería utilizado, el cual produce un espectro de respuesta horizontal, con una similar respuesta de distribución de frecuencia como en la figura B.1. El espectro de respuesta horizontal no tendría respuesta menor que la figura B.1 para todas las frecuencias.

2. El tiempo histórico vertical que es el tiempo-histórico horizontal normalizado a  $3/4$ , sería usado para computar la respuesta vertical. La respuesta vertical sería considerado para actuar simultáneamente, con la respuesta horizontal determinada del análisis tiempo-histórico.
3. El licitador referiría una descripción de un método de análisis propuesto, incluyendo una justificación del valor seleccionado de amortiguamiento. Por el método tiempo-histórico, la aceleración tiempo histórico equivalente del movimiento de la base que proporciona la figura B.1 sería suministrado en forma de tarjetas pegadas sobre el equipo.

#### D) ANALISIS DINAMICO POR PRUEBAS DE EJECUCION SISMICA

Los requerimientos de este criterio de diseño sísmico serían satisfecho dando resultados de pruebas. Estas pruebas sísmicas consistirían en someter al equipo a movimientos vibratorios con el fin de simular el comportamiento del equipo cuando éste fuese montado. Estos métodos de pruebas serán bosquejadas, teniendo en cuenta los más aceptables dentro de los cuales podemos considerar 3 tipos de pruebas. El licitador recibiría una descripción de su

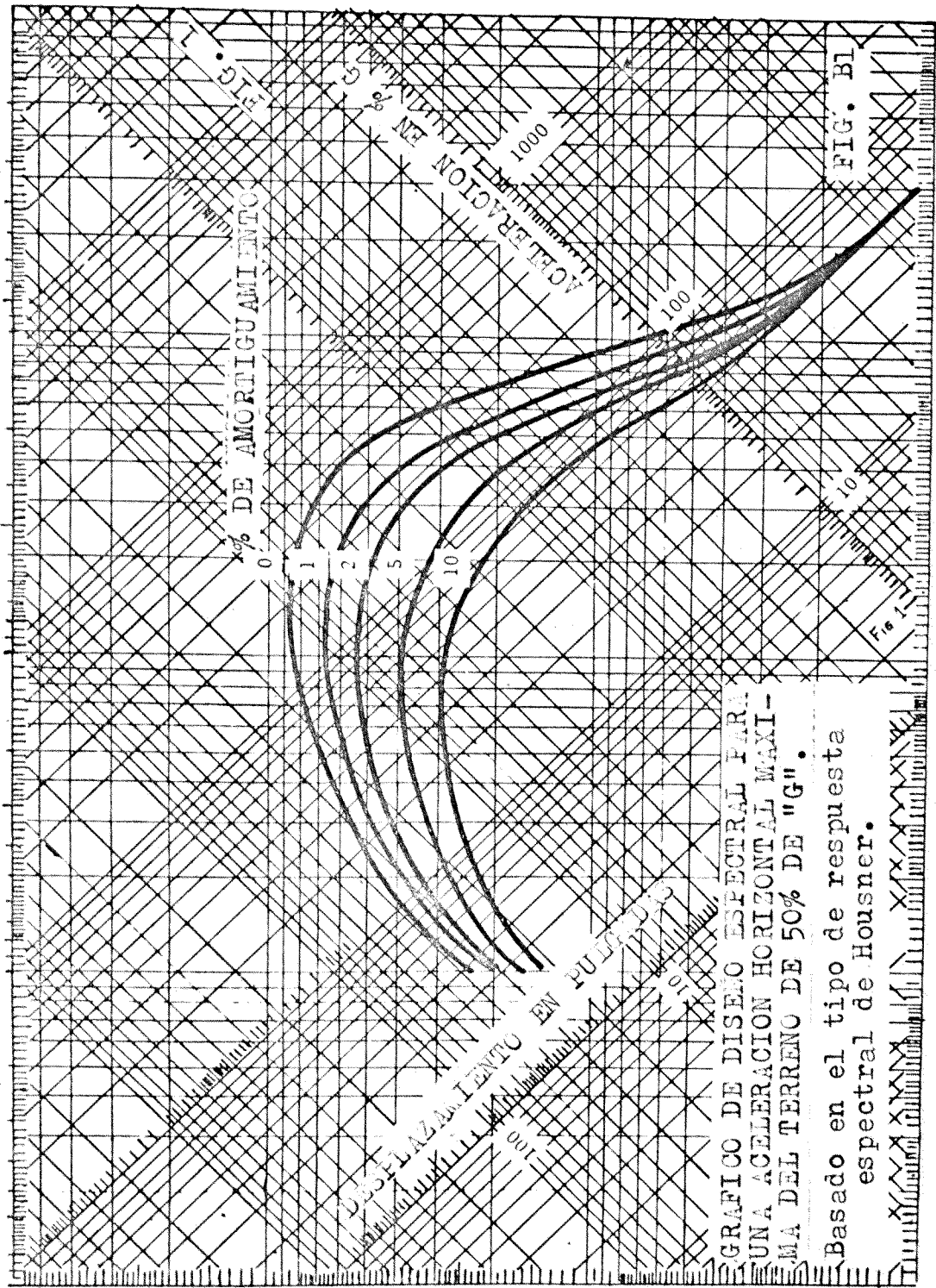


FIG. B1

FIG. B1

GRAFICO DE DISEÑO ESPECTRAL PARA  
UNA ACELERACION HORIZONTAL MAXI-  
MA DEL TERRENO DE 50% DE "G".

Basado en el tipo de respuesta  
espectral de Housner.

100  
10  
0.1 1.0 10

FRECUENCIA EN CICLOS/SEG.

VELOCIDAD EN PULGADAS/SEG.

método de interpretación de datos.

## 1. Tipo 1 PRUEBA DE GOLPES SINUSOIDALES

a) La presente prueba consistiría de dos fases.

La fase 1 consistiría en registrar frecuencias de amplitud baja en el rango de 0.1 - 20 Hz para determinar la región de resonancia.

b) La fase 2 consistiría en someter a prueba las frecuencias de resonancia con amplitudes de aceleración de base dadas en la figura 1 para un valor apropiado del amortiguamiento. La prueba consistiría de movimientos sinusoidales continuos correspondiendo a una máxima aceleración en la base para una duración de 30 segundos. Si el equipo tiene muy poco amortiguamiento, tal que una excitación continua sinusoidal es inútil, se usará la prueba de golpes sinusoidales. Esta prueba consistiría en la aplicación de golpes sinusoidales, correspondiendo a una máxima aceleración en la base. Estos golpes sinusoidales comprenden la frecuencia de resonancia y amplitud modulada por un senoide de baja frecuencia.

c) Los golpes modulados consistirían de por lo menos 5 ciclos de frecuencia de resonancia. El tiempo de pausa entre cada golpe sería grande, lo suficiente como para que no exista significativa superposición de movimiento. El tiempo de duración para efectuar los golpes sería de 60 segundos.



- d) El equipo para ser probado, deberá ser montado durante la prueba de manera que simule el intento de montaje de servicio.
- e) Las partes de fijación del equipo serían diseñados para resistir una fuerza vertical total de 0.38 veces el peso del equipo, actuando simultáneamente con la máxima respuesta horizontal como se determinó por el programa de prueba.

2. TIPO 2. Esta prueba consistiría de dos fases :

Fase I. - Sería la misma que correspondió al tipo , y la Fase II, examinará en detalle determinadas regiones de resonancia tan cerca como sea posible de la frecuencia exacta de resonancia ( una fase de medición instrumental sería incorporada). Estudiando las amplitudes en varios puntos de la estructura, podrían ser determinados los modos de vibración. Una vez que se determina el amortiguamiento para cada modo de vibración, entonces se podrá considerar que el modelo es completo.

3. TIPO 3. Sacudidores que pueden duplicar un sismo pueden ser usadas como sigue. Colocada la estructura sobre la sacudidora como si estuviera montado sobre una fundación de cojinete. Excitar la estructura con movimientos ( cimentación ) que aparenten el sismo es dada esta información en una forma de tarjeta impresa que es solicitada. El espectro de respuesta en puntos importantes ( indicado sobre trazos) en la estructura serían suministrados para el usuario.

Al recibir el equipo, el usuario deberá efectuar ensayos para ver el comportamiento de éste y así conocer el grado que tiene de resistencia sísmica. Los ensayos y análisis a realizar se serían los siguientes :

- a) Determinación de la frecuencia natural y amortiguación por medio de ensayos de campo.
- b) Fomulación de un modelo matemático.
- c) Análisis del modelo matemático, empleando ya sea el análisis modal o el tiempo-historia.
- d) Ensayo estático basado sobre el análisis del modelo matemático.

El costo inicial de los ensayos de prueba de campo sería dado por el sistema de energía. El costo para la prueba siguiente esperado para la falla del equipo para conocer los requerimientos de las especificaciones estaría a cargo del contratista. Al contratista le será permitido tener un representante durante todos los ensayos.

Cada licitador describiría en su propuesta el método para determinar la frecuencia natural y el amortiguamiento del equipo y su método sugerido para ensayar y analizar.

Debe notarse que :

- a) Todos estos análisis discutidos, son empleados a pesar de

no tener concluido su estudio.

- b) Ha sido un intento para coordinar todo esfuerzo en estas consideraciones para elaborar una especificación de diseño sísmico.

## CAPITULO V

### EFFECTOS DE LA PERDIDA DE ENERGIA PARA HOSPITALES

Considerando que los hospitales son centros de vital importancia por los servicios que presta a la comunidad, particularmente en casos de desastres, como puede ser la ocurrencia de un sismo de grado VIII de la Escala de M.M. como se está suponiendo para nuestro estudio. Es de interés primordial que estos lugares no sufran la ausencia de la energía eléctrica al producirse el fenómeno, debido a que serán estos centros los que den asistencia a la cantidad de heridas que hubieren, siendo esta cantidad proporcional a la cantidad de habitantes que posee la Gran Lima que dicho sea de paso asciende a 3'302,523 habitantes, además de los heridos, tienen que dar atención a los pacientes que ocupaban el Hospital antes de producirse el sismo.

En este Capítulo se discutirá de los requerimientos impuestos a los Hospitales para así poder asegurar una fuente de energía eléctrica sin ninguna intercepción, igualmente, se discutirán los procedimientos para poder ejercer esos requerimientos.

#### 5.1 PRECAUCIONES PARA ASUMIR LA NO INTERRUPCION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

En los Hospitales modernos la energía eléctrica de la que disponen es

muy importante si se prevee su servicio en forma eficaz. Por esta razón muchas precauciones se toman para asegurar que la energía eléctrica en los Hospitales, de funcionamiento decisivo, no sea interrumpido.

Viendo la gran importancia que constituye la energía eléctrica en los Hospitales, se trata de adecuar precauciones mediante un programa de hospitales y así evitar la interrupción de la energía cuando se produzca el sismo.

Los servicios eléctricos de los hospitales comprende :

- 1). Sub-estaciones eléctricas, que pueden ser varias, dependiendo en número, del servicio que preste el Centro Asistencial. Dentro de estas sub-estaciones se tiene a la sub-estación principal, que viene a ser la que recibe la corriente de alto voltaje de 10 Kw. de Electro-Lima y los distribuye a las otras sub-estaciones al mismo voltaje o en caso que sea ésta la única sub-estación, entonces transformará la energía a 220 V. para ser distribuída a las diversas áreas del Hospital.

Las sub-estaciones están constituídas por una serie de dispositivos resultando entre ellas las siguientes :

- a) Transformadores
- b) Interruptores de alta tensión
- c) Tablero de distribución de baja tensión
- d) Tablero de control.

Todos estos componentes son los que intervienen en el normal funcionamiento de la red de energía, cuando su estado es óptimo.

- 2) Circuitos Eléctricos. Que es la red que se extiende en todo el Hospital y la que transporta la energía a todas las secciones del Hospital.

Las sub-estaciones para prevenir los riesgos eléctricos dispone de los siguientes dispositivos de seguridad.

- a) Conexiones de Tierra.- Todos los elementos que constituyen la sub estación, están conectadas a tierra, a través de una línea subterránea instalada a una profundidad que está entre 2 y 3 metros.

- b) Pértigas de desconexión, que comprende :

La pertiga para desconectar la corriente de alto voltaje en casos que sea requerido.

- Portafusibles, para cuando sea necesario, como consecuencia de las fluctuaciones de energía.

- Piloto, para prueba de corriente de alta tensión.

Además se puede decir que todos los hospitales en el área de Lima cuentan con su taller de electricidad en forma permanente y el personal de esta sección son los que constantemente están realizando el mantenimiento de tableros e instalaciones eléctricas en general, y de motores eléctricos en caso que tuvieran. Además todos los hospitales tienen el lugar apropiado para el funcionamiento de estos talleres.

Si todos estos dispositivos son mantenidos en su mejor FOR  
MA, el servicio será óptimo pero tan solo en condiciones  
normales, debido a que si se presentase un sismo no se po  
dría asegurar cual sería el funcionamiento de estos equipos,  
y considerando que los hospitales no pueden sufrir la au  
sencia de la energía eléctrica es que se tiene pensado que  
todos deberían tener su grupo electrógeno propio para los  
casos de emergencia, como se tratará de explicar a conti-  
nuación.

## 5.2 ENERGIA DE EMERGENCIA EN LOS HOSPITALES

Todos los hospitales deberán disponer regularmente y probar una fuente de energía eléctrica propia, que sea capaz de satisfacer los requeri-  
mientos de luz y el funcionamiento de los más elementales equipos hos-  
pitalarios, cuando el abastecimiento normal de energía eléctrica sea  
interrumpido. Esta energía de emergencia debe abastecer por lo menos  
las áreas indispensables del hospital. Es por eso que estos sistemas de  
emergencia deben ser constantemente controlados en cuanto a su fun  
cionamiento, y realizando ajustes y reparaciones cuando sea requerido.  
Dentro de las áreas indispensables se pueden considerar :

- La sección de emergencia
- La sección de maternidad
- La sección del banco de sangre
- Los servicios de refrigeración
- Los servicios de comunicación entre otros.

Generalmente los sistemas de emergencia más usados en los Hospitales son los equipos Diessel y la potencia varía de acuerdo a las necesida-  
des del centro que lo posee.

Estas unidades tienen una protección de agua pre calentada, aceite y un mecanismo automático de partida. Estos mecanismos son los que ponen en marcha al equipo en el lapso mínimo de 10 segundos, despues que se perdió la energía eléctrica de la fuente principal.

La interrupción de la energía eléctrica generalmente ocurre en los puntos de distribución, viéndose de esta manera obstaculizada la regular fluidez de la energía, al producirse este problema es cuando entra en funcionamiento el sistema de emergencia en las áreas que son indispensables y necesitan de luz eléctrica.

En los hospitales también existen zonas las cuales no pueden dejar de tener energía eléctrica ni una fracción de segundo para lo que se emplean baterías que mantienen a los equipos en constante funcionamiento.

A continuación daremos el nombre de los principales hospitales de Lima Metropolitana y al mismo tiempo se especificará si tiene o nó equipos de emergencia y otros pormenores.

#### HOSPITAL CAYETANO HEREDIA

Este Hospital es dependencia del Ministerio de Salud y pertenece al Area Hospitalaria N° 1 - RIMAC.

DIRECCION :

Av. Honorio Delgado s/n - Urbanización Ingeniería  
Costado de la Carretera Panamericana



Teléfono : 812966

#### GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

El hospital cuenta con su propio equipo electrógeno de emergencia, que entra en funcionamiento activo tan pronto se produzca la falla del fluído eléctrico normal. Este equipo presenta las siguientes características :

Tipo : DIESSEL  
Potencia : 256 HP  
Frecuencia : 1200 R.P.M.  
Combustible : PETROLEO N° 2  
Reserva : 7 días

Para salas de operaciones y otras áreas donde el fluído eléctrico no debe faltar ni el mas mínimo instante, el hospital tiene las llamadas LAMPARAS SIALITICAS las cuales funcionan de acuerdo a las necesidades del área ya lo posee.

Respecto a estas lámparas se puede decir que funcionan con un tipo de baterías que tienen un ácido de Níquel y Cadmio, lo cual la hacen más eficientes que las baterías comunes.

Además su tiempo de vida es más amplio y tan solo requiere que cada mes se revise su concentración de ácido y así mas la lámpara en el estado más óptimo, para funcionar el rectificador de ésta, tan pronto cuando baja la carga de energía normal.

#### HOSPITAL CENTRO DE SALUD MATERNO INFANTIL "SAN BARTOLOME"

Pertenece al Area Hospitalaria N° 2 - Barrios Altos y es dependencia del Ministerio de Salud.

DIRECCION :

Calle Miroquesada 940 - LIMA

Teléfono : 272847

GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

No tiene equipo de emergencia y para casos de emergencia tan solo cuenta - con lámparas para salas que más requieren del servicio eléctrico.

### HOSPITAL DEL NIÑO

Pertenece al Area Hospitalaria N° 4 - Breña y es dependencia del Ministerio de Salud.

DIRECCION :

Av. Brasil 600 - BREÑA

Teléfono : 246045

GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

El hospital cuenta con su propio equipo de energía para casos de emergencia.

Tipo : DIESEL  
Potencia : 10,000 Kw  
Combustible : PETROLEO N° 2  
Reserva : 2 - 3 días

También se puede decir que la ubicación del equipo de emergencia es bastante buena, ya que ocupa un pabellón y está aislado del resto de construcciones.

Además se puede decir que cuentan con las lámparas sialísticas.

## HOSPITAL MATERNIDAD DE LIMA

Es dependencia del Ministerio de Salud.

DIRECCION ;

Miroquesada 941 - LIMA

Teléfono ; 274296

### GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

Se cuenta con este equipo de emergencia y se encuentra en óptimas condiciones y manejado por un personal especializado. Este grupo lleva el generador incorporado, siendo las características las siguientes :

Marca	:	M.A.N.	1966
Tipo	:	DIESEL	
Potencia	:	256 HP	
Frecuencia	:	1200 R.P.M.	

En cuanto al generador incorporado se puede decir, es de corriente alterna y con una potencia de 250 Kva y una frecuencia de 1200 R.P.M.

La lubricación de todo el equipo es automática.

Combustible	:	Petróleo N° 2
Reserva	:	30 - 45 días

Cuenta además con las lámparas sialísticas que funcionan con sus respectivas baterías que son de 24 voltios.

## ASISTENCIA PUBLICA

Pertenece al Area Hospitalaria N° 3 y es dependencia del Ministerio de Salud.

DIRECCION :

Av. Grau 800 - LIMA

Teléfono : 312883

### GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

Este centro asistencial no cuenta con el más mínimo equipo para un caso de emergencia, es por eso que las redes eléctricas al ser destruidas al ocurrir el sismo, no abastecerían en ningún sector de este local.

## HOSPITAL DOS DE MAYO

Es dependencia del Ministerio de Salud.

DIRECCION :

Parque de la Medicina - Cocharcas - LIMA

Teléfono : 276030

### GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

Este hospital no cuenta con grupo electrógeno de emergencia. Tan solo cuenta con grupo electrógeno de emergencia. Tan solo cuenta con un equipo de baterías sialísticas para el uso en la sala de operaciones.

## HOSPITAL ARZOBISPO LOAYZA

Es dependencia del Ministerio de Salud.

DIRECCION :

Av. Alfonso Ugarte s/n - LIMA

Teléfono : 321271 320704 - ANEXO 19

### EQUIPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA

Este local no cuenta con equipo de emergencia y tan solo cuentan con lampa ras sialíticas.

## HOSPITAL CENTRAL Nº 1

Es dependencia del Ministerio de Trabajo.

Este hospital cuenta con su equipo electrógeno de emergencia, que es de una potencia de 750 Kw, pero no está completamente instalado, debido a la falta de un tablero que no se puede adquirir por deficiencias presupuestarias, en con clusión este equipo aún no es operatorio.

Lo único que tiene para casos de emergencia es un grupo de baterías comunes que generalmente no satisface los requerimientos del sector donde se usa.

## HOSPITAL CENTRAL Nº 2

Es dependencia del Ministerio de Trabajo.

Este local asistencia se cuenta con un moderno sistema de emergencia, capaz

de satisfacer las necesidades más importantes del hospital para casos de emergencia como puede ser al ocurrir el sismo que se está suponiendo.

Este equipo presenta las siguientes características :

Tipo	:	DIESSEL (TERMICO)
Potencia	:	750 Kw
Combustible	:	Petróleo Nº 5
Reserva	:	10 días

Además se puede decir que todo este sistema se encuentra ubicado en el sótano del hospital y se tiene proyectado tener un grupo externo de emergencia y que este comunicado con la sala de máquinas para casos de bloqueo del sistema anterior.

#### HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DEL CALLAO

Es dependencia del Ministerio de Salud.

Es una edificación moderna con una eficiencia de atención relativamente buena, ya que a pesar de contar con sus modernas instalaciones de servicio, éstas se verán en algo disminuídas al presentarse problemas en la red de energía eléctrica que abastece a este local, debido a que no cuentan con equipos que puedan ser usados para casos de emergencia.

Este hospital tan sólo cuenta con lámparas sialíticas pero que se emplean en sala de operaciones, como lugar primordial en cuanto a servicio se refiere.

Después de haber recorrido los diversos hospitales, se concluye que todos tie  
nen proyectado la instalación de su grupo electrógeno de emergencia, pero son  
escasos los que cuentan con este valioso equipo.

## CAPITULO VII

### OTRAS FUENTES QUE NO ESTAN RELACIONADAS DIRECTAMENTE

#### A SISTEMAS DE ENERGIA

En este capítulo se verá, factores importantes para la seguridad pública pero que no están relacionados directamente con los sistemas de energía. En particular se tratará sobre observaciones en las comunicaciones y prácticas de la evaluación de desastres.

#### 6.1 COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones es de gran importancia, pues en su diferente modalidad produce excelentes resultados cuando es bien utilizado, es por eso que ante la presencia de un gran desastre, como el caso de un sismo de grado VIII de la Escala M.M., la falta de comunicación sería un factor decisivo para empeorar la situación.

Siendo por lo tanto, la comunicación un medio indispensable para las masas, ya que las ayuda a organizarse, a buscar sitios de atención, - además que sirva para tomar medidas de control, movilización, evacuación, etc. se deben tomar las medidas necesarias para que este medio no se vea interrumpido al ocurrir el sismo como consecuencia de la falta de energía eléctrica.



Para casos como estos se deberá tener en cuenta a la red de radioaficionados existentes, porque son los que cumplirán un papel importante en el desastre. Es por eso que el Radio CLUB PERUANO deberá estar en coordinación continua con el Sistema Nacional de Defensa Civil , para establecer las medidas de organización y así la ayuda prestada resulte más efectiva.

También se deberá aprovechar de los servicios de las estaciones de radio con que cuenta el Instituto Geofísico del Perú para así mantenerse informado de los lugares afectados y de la eficiencia de las actividades de ayuda. Estos equipos son portátiles y cuentan con generadores propios, por lo que pueden ser transportados hasta la misma zona del desastre.

Además que los diferentes medios de difusión que cuenten con sus equipos de emergencias deberán estar dispuestos para actuar en cualquier instante. Tal es el caso de Radio Nacional del Perú que cuenta con su grupo electrógeno propio y que sigue funcionando aunque la energía haya sido obstruída.

Respecto a las plantas de emergencia, deberán cumplir con los siguientes requisitos :

- Sistema de partida automática.
- Grupo Diessel a gasolina, siendo su control de partida automático.
- Almacenaje de combustible debe ser mínimo ( 300 galones ).

Estas mismas recomendaciones deben ser extensivas para los canales de televisión, ya que también tendrán que prestar sus servicios en estos

momentos difíciles, lo mismo debe ocurrir con la Compañía de Teléfonos que es el medio de mayor empleo en casos de emergencia.

Este importante tema es tratado más ampliamente por el grupo correspondiente.

### POZOS DE AGUA

En lo que respecta a este elemento vital, como es el agua, se deberá tener las precauciones necesarias para que en momentos difíciles este líquido elemento no esté ausente y que por lo menos se tenga la cantidad diaria mínima vital para sobrevivir.

Es por estos motivos que los pozos de agua subterráneos que en la zona de Lima son bastantes numerosos, deben contar con grupos electrógenos propios que les permitan seguir funcionando al ser interrumpidas la energía eléctrica, ya que hecha una inspección estos no cuentan con este equipo de emergencia y que lo convierten en inútil al pozo cuando le falta la energía eléctrica.

### 6.2 EQUIPOS DE EVALUACION DE DESASTRES

Sobre este punto se deberá tener presente la función del Instituto Geofísico, es decir que los instrumentos que nos indican la magnitud del fenómeno, no se vean interrumpidos al ser la red de energía eléctrica obstaculizada, ya que como se sabe, los datos que se puedan obtener son muy importantes, y que constituyen el cúmulo de experiencias que se irán adicionando sismo tras sismo y así poder obtener especificaciones siempre más ventajosas que las anteriores. Preveendo este problema

el Instituto Geofísico del Perú, para hacer funcionar sus diferentes - equipos cuentan de grupos de baterías que son de donde obtienen la energía para su funcionamiento y la energía eléctrica normal es usada para lograr cargas éstas. En casos muy extremos se verán obligados a usar pequeños motores que poseen y que se encuentran en condiciones de brindar energía para que los equipos sigan trabajando, es decir que los diferentes equipos siempre se mantendrán en funcionamiento. El Instituto cuenta con estaciones de control en Ñaña, Huancayo, Casma, Talara, Tumbes, etc.

Otros elementos que servirán para evaluar la magnitud del desastre será las comunicaciones conforme se mencionó anteriormente y las diver sas clases de servicio, como son los de salud, abastecimiento, etc, y que para su funcionalidad requerirán de la energía eléctrica.

Además se deberá tener en cuenta que para que los equipos de emergencia cumplan su cometido, estos deberán estar en los lugares adecuados, de tal manera que al ocurrir el sismo estos no se vean destruídos al colapsar los lugares donde estos equipos se encuentran.

Pero lo fundamental para que todo esto se llegue a cristalizar sería - contando con un equipo dedicado exclusivamente para la evaluación de desastres con el fin de que observen y difundan las experiencias que se obtengan. Es este uno de los motivos por el cual el equipo deberá ser permanente. El trabajo de estos equipos deberán ser plasmados - mediante bosquejos que tratarán de representar los diferentes eventos teniendo en cuenta su prioridad, dando mayor importancia a las que se consideran más críticas dentro de la comunidad.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

Después de haber descrito los componentes importantes de la red de energía eléctrica que es la que distribuye la energía en el área de Lima y los posibles efectos que puede ocasionar en la red, el sismo hipotético que estamos - asumiendo para nuestro estudio, se puede afirmar :

Los primeros instantes, la interrupción de energía eléctrica es algo segura, debido a fluctuaciones de energía, pero no se sabe si será definitiva o instantánea. Hablando de la generación de energía se puede decir :

Las diversas lagunas que permiten el mantenimiento uniforme de la producción de energía, se encuentran ubicadas en lugares naturales, motivos por el cual la destrucción de éstas al ocurrir un sismo de grado VIII de la escala de M. M. es poco probable, además éstas lagunas son inspeccionadas anualmente, controlando las rajaduras que sufren los diques y programando trabajos de reparación en casos necesarios.

- Podría presentar como un problema el rompimiento de los canales de aducción como consecuencias del efecto de las ondas sísmicas o debido al impacto de piedras que se podrían desprender de los cerros. Este caso de

problemas puede presentarse en el canal de Huinco de la Central de Callahuanca y en menor grado en cuanto al efecto que pueda producir, en el canal de la central de Huampaní. Para tal efecto y pensando en la posibilidad de este problema, con el fin de minimizar al máximo las posibles obstrucciones por derrumbes de rocas, se realiza todos los años limpieza de piedras peligrosas que se encuentran en los cerros y que podrían ser las causantes del problema, en otros casos se consolidarán las piedras y así poder evitar que éstas se desprendan. Para efectuar estos trabajos - ELECTROLIMA cuenta con equipos apropiados y que están ubicadas en las zonas adecuadas.

- Los asentamientos que podrían producirse en las presas, podría constituir también un problema de importancia; es por eso que las presas de Sheque y de Huínco son controladas con la frecuencia de cada tres meses debido a la naturaleza del terreno, además también se controla la presión de poros y el nivel de la napa freática con una frecuencia semanal.

Siguiendo este mismo proceso de control los demás puntos que son importantes y que pueden ser afectadas por el sismo, ELECTROLIMA también les da su mantenimiento oportuno y efectivo.

- En lo que respecta al transporte de la energía a diversos voltajes desde las centrales a los centros de transformación los posibles problemas a presentarse serían :

- a) Las posibles caídas de las torres con cables de alta tensión, que podrían ocurrir como consecuencia de un derrumbe. Aunque este problema es poco probable ya que al ser levantados estas torres, se ha elegido las zonas apropiadas de tal manera que estos problemas no

se presenten, además que la base de sustentación, están hechos - empleando diseños sísmicos y que han sido elaborados teniendo en cuenta las vibraciones ocurridas por el sismo. La empresa abastecedora de energía no han querido pasar tan desapercibido este problema para lo cual cuenta con un personal eficiente que estará apto para reparar los posibles daños que se produjeran en las torres.

- b). Rotura de los cables de alta tensión se podría presentar debido a tracción que puede producir el sismo en estos cables, aunque - al ser tendidos estos cables, se realiza teniendo en cuenta las normas de los fabricantes, dándole su catenaria respectiva, lo que hace que el problema sea mínimo, pero aún así pensando en la posibilidad de esta falla ELECTROLIMA tiene su sección de mantenimiento de redes aéreas, cuyo personal está bien entrenado para situaciones de emergencia.

Como se podrá observar el problema de la interrupción de energía eléctrica es poco probable que se produzca por fallas de las edificaciones estructurales de las centrales, torres, cables de alta tensión. Este problema es más factible de presentarse en los centros de transformación y para ser más específicos en los equipos que forman parte de estos centros, como son los transformadores debido a su ubicación, como lo muestra las fotos N° 5 y N° 6, los aisladores de estos equipos como lo muestra las fotos N° 11 y N/13. Esto se debe a la vibración a que lo somete el sismo y estos elementos en muchas oportunidades no pueden tener la capacidad de soportar. Aunque este problema no ha ocurrido en toda su magnitud en Lima, se tiene cierta experiencia por lo ocurrido en el centro de transformación de Santa Rosa para el sismo del 31 de mayo de 1970, en

que los componentes de los equipos de transformación fallaron, debido a que éstos se encontraban instalados en una posición bastante rígida de tal manera que al ocurrir el sismo, las vibraciones a que fueron sometidas fueron demasiado altas ya que no disipaban energía por falta de amortiguamiento, permitiendo que estos elementos fallaran completamente y quedando el centro en un estado parecido al que muestra la foto N° 13 siendo éste uno de los problemas difíciles que tuvo que afrontar ELECTROLIMA. La duración de esta falla fue mínima debido a que el personal con que cuenta fue capaz de poner nuevamente en funcionamiento en menos de 24 horas. Al ser reparado se tuvo en cuenta el motivo del problema y se instaló equipos con el amortiguamiento adecuado capaces de resistir el impacto de sismos como el que estamos asumiendo, como lo muestra las normas de diseño, debido a que la procedencia es extranjera, Esta clase de instalaciones ha sido extensiva para todos los centros de transformación por lo que fallas de este tipo están protegidas.

La interrupción de energía no será en forma total en el área de Lima, debido a que está abastecida por diversas centrales cuya ubicación es lo bastante distante como para que la intensidad del sismo no sea la misma en todas las centrales, motivo por el que los efectos en una central no serán los mismo que ocurra en otra que esta más distante, además que la distribución a los centros de transformación es por diversas vías y estos centros se distribuyan en toda el área de Lima.

En el caso de que sea un centro de transformación el afectado no se podrá decir que la zona que abastece se vea afectada en su



FOTO N° 13 .-- Aisladores después del sismo.



totalidad, ya que en la red eléctrica existen las líneas de enlace que interconectan centro de transformación cercanos con la red que sería afectada, como se observa en el Esquema N° 1, es decir que esa zona sería servida por centros de transformación adyacentes. Para el caso que quedara una zona sin abastecer y que sería declarada en emergencia ELECTROLIMA tiene unos equipos electrógenos de emergencia que serían ubicados en los lugares que lo requieran.

Como se puede observar el problema de la energía en caso de presentarse el sismo en el área de Lima Metropolitana, sólo está su peditado a lo que pudiera hacer la empresa concesionaria, como lo es ELECTROLIMA para tal efecto y así poder controlar la compleja red de distribución de energía de Lima, esta empresa cuenta con un moderno centro de Control de Comunicaciones, que es donde se re reciben las llamadas para casos de emergencia y que su funcionamiento es ininterrumpida, contando además con un grupo electrógeno de emergencia.

Como se ha podido observar en los diferentes hospitales de la gran Lima, son muy pocos los que tienen la capacidad para soportar la ausencia de flujo eléctrico y seguir funcionando tratando de asis tir a los pacientes en una forma normal, y a la afluencia de heri dos que hubieren al ocurrir el desastre, esto es debido a que la mayo ría no cuenta con su grupo electrógeno de emergencia, aunque la eficiencia en cuanto a atención es aceptable.

- Los diferentes pozos de agua subterránea de la gran Lima se verán inutilizados al ocurrir el desperfecto de la energía eléctrica, debi do a que no cuentan con su grupo electrógeno que lo ayude a se guir funcionando en casos de emergencia.

- Respecto a los equipos de los centros de transformación no se puede decir casi nada, ya que son éstos elementos fabricados en el extranjero debido a que nuestro país aún no está en condiciones de elaborarlos, es por este motivo que los problemas que pudieran tener sólo lo sabemos por la experiencia de estos fabricantes.
  
- La empresa concesionaria realizará un mantenimiento continuo por intermedio de sus centros de control y sus estaciones repetidoras de toda la red eléctrica de la ciudad de Lima.
  
- En una forma más concreta el plan de emergencia para estos casos, se limita a tener en cuenta a los otros planos de emergencia de los diversos grupos para así satisfacer de una manera más eficiente los servicios que se requieran en las zonas definidas como críticas en el área de Lima Metropolitana. Se verá si al producirse el fenómeno hipotético, estas zonas a visto interrumpidas sus redes eléctricas, si esto hubiera ocurrido entonces será la entidad administrativa (Defensa Civil) la que haga contacto con el centro de Control de Comunicaciones para que este a su vez delegue el trabajo a las personas adecuadas y traten de dar solución al problema ya sea reparando las redes o ubicando grupos electrógenos de emergencia en los lugares que se requieran.
  
- Además se contará con los diversos medios de comunicación que tienen las Empresas Eléctricas Asociadas, como se mencionó en el capítulo N° 3 y que lo constituyen la radio de onda corta que son portátiles por, lo que se puede transportar hasta la zona del desastre y cumplir una eficiente labor como quedó demostrado en el sismo de 1970 en la zona de Huaraz.

## RECOMENDACIONES

Estas recomendaciones tan solo tratarán de que se este mejor - preparado para situaciones difíciles y de esta manera los planes de acción re - sulten más eficientes en un tiempo más lejano, es decir se tratará de dar al - gunas propuestas para su cumplimiento y de esta manera tratar de minimizar - los efectos del sismo.

Recomendaciones acerca de los equipos eléctricos sería muy exa - gerado darlo por ahora en lo que se refiere a su fabricación, más sí se trata - ra de dar ciertas pautas en cuanto al montaje de éstas.

Entre estas recomendaciones podemos considerar :

- Formar grupos bien definidos y al mismo tiempo que coordinen en sus fun - ciones, como grupo estructural, grupo eléctrico, etc.
- Al instalar los diversos equipos deben de ser montados, haciendo uso es - tricto de las normas de diseño tanto para la parte estructural como eléc - trica por los grupos respectivos y así evitar que se produzcan los proble - mas como lo mencionamos anteriormente y se observan en las diversas fo - tografías.

- Se deberá tratar de abastecer de energía a los hospitales por medio de 2 conexiones pero que pertenezcan a centros de transformación diferentes de tal manera que el corte de la energía sea algo más difícil ya que si se deteriora un centro el otro puede estar funcionando y sería el que abastecería al hospital.
- Todos los medios que proporcionan ayuda vital tales como hospitales, sistemas de comunicación, coordinación de emergencia, etc., deben ser acondicionados de sistemas de emergencia.
- Los sistemas de emergencia deberán de llevar una certificación especial - ya sea en el mismo equipo o en el lugar donde está ubicado.
- Las instalaciones y las facilidades de ubicación para los grupos de energía de emergencia deberán hacerse con especificaciones especiales, de tal manera que al presentarse el sismo éstos no se vean inutilizados por el colapso de las estructuras.
- Se debe tratar de evitar que los grupos electrógenos se ubiquen en la parte de los sótanos, porque pueden darse el caso que éstos lugares pueden verse inundados por roturas de tuberías como consecuencia de las vibraciones sísmicas e impida que se maniobre con estos equipos de emergencia.
- Los pozos de agua subterránea deberán contar con su grupo electrógeno de emergencia, especialmente los que se encuentran ubicados en las zonas críticas, que son ubicadas por los otros grupos.
- La Oficina del Sistema Nacional de Defensa Civil como una entidad que coordinará la emergencia deberá contar con un contacto directo entre el Centro de Control de Comunicaciones de Electro Lima y el equipo de

comunicación con que cuenta capaz de funcionar con su grupo electrógeno propio y así pueda dirigir las operaciones de emergencia.

- Que los hospitales que faltan deberán implementarse con su grupo electrógeno.
- Se deberá someter a continuo mantenimiento a los equipos de emergencia.
- También se debe considerar a instituciones públicas, fábricas, edificios altos para que tengan sus equipos generadores propios capaces de funcionar en los momentos que son requeridos.
- Una recomendación que concierne a las personas sería que cuando se quiera hacer alguna nueva instalación sea hecha por personas profesionales calificadas, dotar las instalaciones con adecuados sistemas de protección.
- Las Empresas Eléctricas Asociadas debería emitir boletines a la comunidad con normas y medidas de seguridad.
- Los operadores de las diversas emisoras locales deberán ser preparados para que participen en los casos de emergencia llevando noticias del desastre.
- Las emisoras deberían contar con equipos de radios portátiles y que funcionen con generador propio y así puedan plegarse a la ayuda en casos de desastre.

Como unas recomendaciones a largo plazo se sugiere lo siguiente :

- 1) Para que la integridad del equipo eléctrico sea óptimo deberá satisfacer -

los siguientes requisitos :

- a) Establecimiento de especificaciones del equipo.
  - b) Verificación que las especificaciones sean satisfechas.
  - c) Asegurarse que el diseño de detalle sea considerado.
  - d) Implementar los requisitos anteriores en el campo, aunque el proceso es costoso, esto es relativamente justificable con respecto al costo del equipo eléctrico. Estas pruebas son las más confiables para la seguridad de la resistencia sísmica de los equipos.
- 2) Se sugiere que los abastecedores de equipos en menor escala, deberán de ser incentivados para estudiar un curso donde se explique el significado de las especificaciones y procedimientos de los equipos para su verificación y aceptación.
- 3) En cuanto al método usado para el análisis de daños se deberá tener en cuenta :
- a) Las propiedades de los elementos estructurales, en estos casos de la porcelana.
  - b) El movimiento en la base que es capaz de causar el daño.
  - c) Las propiedades tal como la frecuencia natural y modo de vibración de la estructura deberán ser conocidas. Estas propiedades se obtendrán mediante pruebas de campo especialmente en instalaciones -

críticas y en zonas de alto riesgo sísmico.

- 4) La respuesta dinámica de torres sujetas por cables deberá ser investigada para ver si la acción de un sismo producen cargas de golpes sobre los aisladores y puedan ocasionar su destrucción.
- 5) Se recomienda un análisis de su resistencia sísmica de los equipos de generación de energía tan luego se haya producido el movimiento sísmico. Este es de particular importancia cuando un buen porcentaje de los equipos de generación de energía se encuentren concentrados en una zona de falla.
- 6) Se deberá tener grupos de motores, generadores y sistemas de enchufes para que estos funcionen bajo la acción de un sismo severo.
- 7) Se recomienda la instalación de acelerógrafos en un número tal que permita registrar aceleraciones, en la estación transformadora, en las tres direcciones. La instalación de estos equipos serán de una manera apropiada con el fin de que cuando ocurra un sismo de mayor magnitud que el que pueda resistir los equipos eléctricos, estos acelerografos iniciarían una serie de golpes y pararían completamente la estación en forma automática.
- 8) Los elementos de protección de la red eléctrica actuarán eficientemente de acuerdo al mantenimiento de estos y a la existencia de un sistema de comunicación propio y que esté preparada a no fallar ni antes ni después del sismo.

## ANEXO "A"

### RECOMENDACIONES DESPUES DE UN SISMO EN LA INDIA

Como un aporte más a este trabajo y con la intención de que sirva como una guía para estudios posteriores se presentará a continuación las principales recomendaciones a las que llegaron los especialistas de equipos eléctricos despues de haber estudiado los problemas que causó el sismo ocurrido en KOYNA ( India ) el 11 de Diciembre de 1967, y se hará en forma específica para cada equipo.

#### GENERADORES

- .- Se tratará de usar los más adecuados de acuerdo a las características de la zona.
- .- Se deberá verificar las especificaciones dadas por los abastecedores de equipos.
- .- Si un sismo es capaz de detener el funcionamiento de la unidad, entonces se deberá aprovechar para revisarlo.

#### EQUIPO HIDRAULICO

- .- Chequeo del nivel de aceite, la presión para las turbinas serán chequeadas minuciosamente.



- .- Después que se ha parado la unidad subsiguiente por un sismo, el espacio libre entre los rodajes serán revisados lo mismo que la nivelación de la línea del eje del rotor y de la boquilla.
- .- El mecanismo del pestillo para el contrapaso de la válvula mariposa EVT se pondrá exactamente en su posición vertical.
- .- Los soportes para las tuberías de desvío serán atiesadas.

#### DISPOSITIVOS DE DISTRIBUCION

- .- Playa de distribución de los pórticos de las torres de la línea de transmisión y estructuras portantes ( incluyendo las cimentaciones ).  
  
Los cálculos de las fuerzas debidas al sismo serán chequeados.  
Algunos soportes de la estructura serán reforzados por abrazaderas.
- .- Se alinearán las torres que hubieran sufrido alguna modificación.
- .- Conductores; las conexiones obstruidas serán reemplazadas por tiras flexibles de cobre.
- .- Cables de 220 Kv.
  - a) Los cálculos para las estructuras portantes serán chequeados nuevamente.
  - b) Fijar las abrazaderas de los cables que estan al aire libre.
- .- Transformadores de corriente, transformadores de potencial, interruptores

del circuito de chorro de aire y otros equipos ubicados al aire libre:

- a) Las características de los aisladores de porcelana y los pernos de anclaje serán verificados por el fabricante.
- b) Para los interruptores del circuito de chorro de aire, los fabricantes pueden ser requeridos para proporcionar un soporte aislador adicional para las columnas de presión y una empaquetadura de material sintético debajo del receptor.
- c) Se inspeccionará detalladamente las fisuras en los transformadores, aisladores y en los interruptores. Las características de la porcelana serán chequeadas.

.- Transformadores de 10 Mva, 25 Mva, 30 Mva y otros.

El armazón de los transformadores serán fijados rígidamente a los pórticos.

.- Cimentación de aparatos en la playa de distribución.

Los cálculos para la cimentación de todos los aparatos serán chequeados especialmente de las que están en las vecindades a los cables de fuerza y a las zanjas para los cables de control.

.- Estación de baterías.

Las rejillas de baterías serán colocadas y ancladas rígidamente.

.- Accesorios de lámparas en la estación de energía.

Los accesorios de lámparas en la estación de energía deberán estar bien sujetos.

- .- Aisladores de 11 Kv., 6000 Amp.

Sus características serán verificadas por los proveedores.

Las conexiones entre los aisladores y las barras colectoras adyacentes serán flexibles.

- .- Estación receptora de Chinchward.

- a). El selector de ondas será suspendido separadamente del armazón si fuese posible.
- b). El soporte en voladizo de el aislador sobre el transformador será sujetado fuertemente con abrazaderas.
- c). Las características de los aisladores de 132 Kv. O.C.B. serán verificados por los proveedores.

## RELAYS Y PROTECCION

- .- Relays con exceso de velocidad.

Todos los relays con exceso de velocidad de las turbinas serán reemplazados por otros de diseño diferente, tales como relays estáticos, las cuales no operarían mal durante las vibraciones sísmicas. Las características de los dispositivos con exceso de velocidad en la caseta de mando serán verificados por la resistencia al sismo.

.- Relays Buchholz.

Todos los relays existentes serán examinados por su capacidad para resistir aceleraciones variadas y frecuencias arriba de los 15 ciclos. Si su rendimiento no es eficiente, ellos serán reemplazados, si los contactos de mercurio se comportan satisfactoriamente dentro de ese rango, no será necesario cambiar los relays Buchholz. Si sucediese lo contrario podría ser reemplazado por otro de tipo caña.

.- Zona de protección de los relays.

Estos relays serán inmediatamente comisionados.

.- Relays de refuerzo.

Los generadores serán provistos de relays de refuerzo.

.- Falla en los interruptores de 220 Kv. ABC.

Los interruptores en toda la sección de la playa de distribución serán aislados en caso de falla de cualquier interruptor, una remota interrupción de ellos en una estación distante será anulada en caso de falla en la línea de interruptores.

.- Todos los relays serán verificados nuevamente para estabilizarlos ante golpes sísmicos.

### INSTALACION DE ACELEROGRAFOS

.- Al ocurrir el sismo, las máquinas fallaron debido a una mala operación

de los dispositivos de alta velocidad. Por tal motivo con el fin de sal  
vaguardar la estación de energía se recomienda la instalación de 3 ace  
lerógrafos y que cada uno sea capaz de registrar aceleraciones en las  
tres direcciones. La ubicación de estos acelerógrafos será en tres puntos  
apropiados y conectados en forma tal que al ocurrir el sismo sea detec  
tado por cualquiera de ellos y que al llegar a una intensidad predetermi  
nada iniciaran una secuencia de golpes, impulso que será llevado a to  
dos los generadores.

### REPUESTOS

- .- Se deberá disponer de una cantidad suficiente de repuestos para la repa  
ración y mantenimiento, inmediatamente que las unidades se han parado  
debido al sismo.

## ANEXO " B "

### LISTA DE VERIFICACION

Algunas estructuras tienen gran importancia por su valor técnico, económico o de servicio. Es el caso de centrales eléctricas, canales de aducción, torres de transmisión, etc., que deben analizarse considerando su riesgo sísmico, por que su importancia produce graves daños que no tienen solución inmediata. Te niendo en cuenta éstos posibles problemas se lleva a cabo el siguiente mantenimiento en los puntos críticos de servicio.

- a. Para tratar de evitar o de minimizar las obstrucciones de los canales de aducción por derrumbes de rocas producido por efectos de las ondas sísmicas, anualmente se peinan los cerros eliminando las piedras peligrosas o consolidándolas, evitando su desprendimiento.
- b. La presión de poros y el nivel de la napa freática tanto de las lagunas como de las represas se controla semanalmente.
- c. Las lagunas son inspeccionadas anualmente controlando las rajaduras que sufren los diques y programando trabajos de reparación en casos necesarios.
- d. Se realiza un constante mantenimiento de las torres y redes de transmisión, de los aisladores tanto en frío como en caliente es decir con

tensión o sin tensión para que de esta manera el fluído eléctrico sea transportado sin interrupción alguna, de las centrales de generación a los centros de transformación y de distribución, con el fin de garantizar la óptima entrega de energía a los usuarios.

- e. Se realiza un continuo mantenimiento de los diferentes implementos de trabajo de todos los grupos existentes, tales como el grupo de Redes Aéreas, el de Reparaciones de emergencia en redes y equipos de distribución, el de Servicio de atención de reclamos, etc.

### RECOMENDACIONES

- a. Además se recomienda que en los Hospitales se deberá contar con un personal permanente de electricidad para que revise continuamente las instalaciones eléctricas de los diversos sectores de éstos locales. Aquellos que tuvieran equipos electrógenos de emergencia deberán someterlo a un mantenimiento de por lo menos una vez por mes.
- b. En cuanto a los diferentes pozos de agua que se encuentran distribuidos en toda el área de Lima, y por las condiciones en que se encuentran, se recomienda verificar continuamente los circuitos eléctricos, por lo menos una vez por mes por personal debidamente capacitado para este servicio por la dirección de la Sección de aguas subterráneas.

### PLAN DE EMERGENCIA

Para el caso que se presentará el sismo, para realizar una evaluación rápida de los posibles daños, se determinará la zona crítica basado en la microzonación sísmica existente y de este modo tener idea de cual puede ser la zona buscada y acudir a inspeccionar para constatar los posibles efectos. Además se

recomienda contar con grupos de evaluación de desastres en las zonas de mayor riesgo y que estén aptos a desempeñarse en los momentos de emergencia. Estos grupos deberán coordinar con el Comité Nacional de Defensa Civil para que de esta manera la entidad coordinadora sepa cuales son sus necesidades más importantes y realice la ayuda oportuna.

Ubicada la zona crítica se verá el estado de las redes eléctricas para ver si están en condiciones de seguir funcionando para lo cual el equipo de radio - del organismo coordinador deberá entrar en contacto inmediato con el sistema de control de comunicaciones de ELECTROLIMA, quien recibirá el Informe de las zonas críticas para que la empresa trate de solucionar el problema con los medios que cuenta y de acuerdo a las prioridades del caso.

También se recomienda establecer un inventario a fin de conocer los sitios y equipos electrógenos con los cuales se puede disponer para cooperar con el restablecimiento de los servicios públicos en casos de emergencia, especialmente en las zonas de mayor necesidad y de este modo conocer en forma más exacta la cantidad de equipos que pudiesen hacer falta.



## BIBLIOGRAFIA

1. Response of power systems to the San Fernando Valley earthquake of 9 February, 1971.  
Por ..... Anshel I. Schiff  
and  
James T. P. Yao
2. Recomendaciones para operaciones de control y asistencia posteriores a un terremoto.  
Por ..... Eduardo Segura Bolaños
3. Boletín de la Reunión Andina de Seguridad Sísmica.  
Por ..... Luis Crisosto
4. Informe del Primer Forum de Lima Metropolitana.  
Por ..... Com. Nac. de Defensa Civil.
5. Análisis Dinámico  
Por ..... G. W. Housner
6. Report of the Expert Committee on Electrical and Mechanical Equipment ( Sobre el sismo del 11 de Diciembre de 1967, Koyna-India)  
Por ..... UNESCO

7. **Estimación de Daños por Sismos y Tsumamis en zonas del Callao (UNI)**  
Por ..... Casas Alberto ( 1974 )
  
8. **La Ingeniería Antisísmica del Perú ( UNI )**  
Por ..... Julio Kuroiwa ( 1969 )
  
9. **Terremoto del 31 de Mayo de 1970 ( UNI )**  
Por ..... Centro Regional de Sismología para  
América del Sur ( 1970 )
  
10. **Terremoto del 9 de Febrero de 1971 ( USA ) San Fernando - California**  
Por ..... MURPHY Leonard ( 1971 )
  
11. **Historia de los Terremotos en el Perú**  
Por ..... Instituto Panamericano de Geografía  
e Historia ( 1919 )
  
12. **Difusión Boletín del Órgano Informativo del Ministerio del Interior**  
Por ..... Sistema Nacional de Defensa  
Civil ( 1973 )
  
13. **Propuesta de Normas Básicas de Diseño Sismo resistente y sus Comentarios  
( UNI )**  
Por ..... Departamento de Estructuras y  
Construcción ( 1976 ).