



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

EL SISMO DEL 16 DE FEBRERO  
EN AREQUIPA

JUAN BARIOLA  
ANGEL SAN BARTOLOME

Area de Estructura



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

EL SISMO DEL 16 DE FEBRERO  
EN AREQUIPA

JUAN BARIOLA  
ANGEL SAN BARTOLOME

Area de Estructura

## EL SISMO DEL 16 DE FEBRERO DE 1979 EN AREQUIPA

Por: J. Bariola y A. San Bartolomé  
Profesores del Departamento de Ingeniería  
Area de Estructuras de la Pontificia Universidad  
Católica del Perú

### RESUMEN

El sismo del 16 de Febrero de 1979 causó daños de importancia a las edificaciones de sillar y adobe en el Departamento de Arequipa. Las estructuras de concreto armado que sufrieron daños correspondieron en su mayoría a centros escolares con deficiencias en su estructuración, calidad de la construcción y ubicados en localidades de suelos desfavorables.

En la Ciudad de Arequipa se registraron daños considerables en edificaciones de sillar, en su mayoría antiguas o mal construídas, parte de las cuales ya habían sido dañadas por los sismos de 1958 y 1960.

El Centro Escolar Hunter (estructuras de concreto armado de un piso) en el distrito de Socabaya, sufrió daños considerables a pesar de su reciente construcción (aún no había sido inaugurado el local).

La Facultad de Arquitectura de la Universidad San Agustín sufrió daños importantes en las columnas, a pesar de estar construído sólo uno de los dos pisos que contempla el proyecto completo. Asimismo, la Facultad de Ciencias presentó daños en sus "columnas cortas".

Los pueblos de Pampacolca, Viraco, Chuquibamba y Tipán, cercanos al epicentro, sufrieron daños severos en las construcciones de adobe, no así la localidad de Aplao, localizada sólo a 12 Km. del epicentro.

En la Ciudad de Camaná, a 80 Km. de distancia epicentral, la gran mayoría de Centros Escolares y viviendas de adobe fueron afectados por el sismo, mientras que las viviendas de quincha tuvieron en general buen comportamiento.

Se registraron daños en los puentes de Camaná y Punta Colorada y en la Ciudad de Arequipa fueron afectados los puentes Bolognesi y Grau, de mampostería de sillar.

### INTRODUCCION

El 16 de Febrero de 1979 ocurrió un sismo de magnitud de ondas superficiales  $m_s = 6.7$ , valor promedio de 49 estaciones proporcionado por el USGS (United States Geological Survey). El foco fue ubicado en las coordenadas Latitud Sur 15.93, Longitud Oeste 72.45 a una profundidad de 49 Km.; esta posición corresponde a la

zona denominada Huatapilla, provincia de Castilla, Arequipa. El sismo fue registrado a las 5 horas, 9 minutos, 14 segundos, hora local y con una duración del movimiento significativo de 45 segundos. La intensidad máxima alcanzó el valor VII en la Ciudad de Camaná en la escala MSK debido a condiciones especiales del suelo que favorecieron la amplificación local de la intensidad.

Se obtuvo un registro de aceleración en el observatorio de Characato, de la Universidad de San Agustín, con un valor máximo de 0,39 g, a 120 Km. de distancia epicentral.

El monto total de los daños se estima en unos mil a mil quinientos millones de soles (5 millones de dólares). El número de víctimas se estima entre 15 y 20 personas.

En la figura 1 se muestra la localización de algunas de las edificaciones importantes que sufrieron daños considerables en la Ciudad de Arequipa.

## **ESTRUCTURAS NO REFORZADAS**

### **1.0) Estructuras de Sillar**

En la zona céntrica de la Ciudad de Arequipa la mayoría de las edificaciones son de sillar, algunas datan del siglo XVI.

Es importante indicar, para cualquier conclusión posterior, que las estructuras de sillar en su gran mayoría ya habían sido dañadas por los sismos de 1958 y 1960 y otras por sismos pasados. En algunos casos se realizaron reparaciones introduciendo adecuadamente elementos de concreto armado (Convento de Santa Rosa, Iglesia de San Pedro) en otros casos se trató de reparaciones consistentes en el simple resane de rajaduras.

Las edificaciones de sillar son generalmente de uno o dos pisos, el sistema de techado en algunos casos es en base a bóvedas del mismo sillar o entablado de madera; otra forma muy común consiste en rieles y bloques de sillar colocados de manera semejante a un techo aligerado.

En la construcción rústica se utiliza techos de calamina. Para el asentado de los bloques de sillar se usa morteros de cemento en la zona urbana. En zonas rurales y pueblos jóvenes se usa pirca de sillar con morteros de barro o inclusive simplemente acomodado sin mortero. Solo en contados casos las construcciones de sillar poseen elementos de confinamiento.

### **1.1) Daños en Estructuras de Sillar**

El comportamiento de las estructuras de sillar se asemeja al de la mampostería de ladrillo no confinada, se presentan fisuras en las esquinas (encuentro de muros), rajaduras por tracción diagonal en muros y además fisuración de las bóvedas. La falla escalonada en los muros se presenta a través de las juntas, el mortero se debilita con el tiempo al estar en contacto con el sillar.

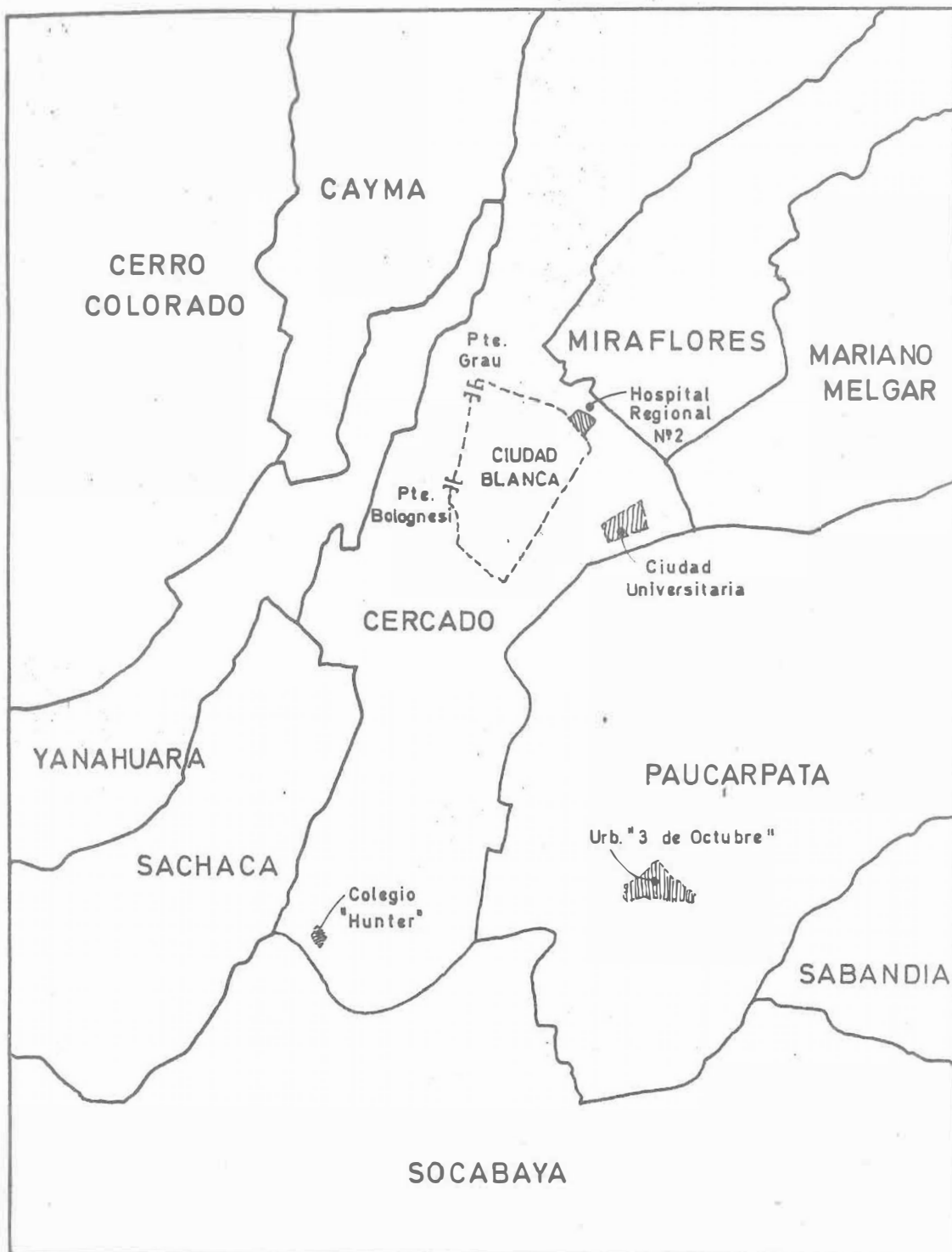


Fig. 1 Localización de algunas de las edificaciones importantes que sufrieron daños considerables en la ciudad de Arequipa.

En las bóvedas, las rajaduras se presentan en la parte superior debido a que en esta zona las compresiones son mínimas, pudiendo desaparecer por efecto de la vibración. Asimismo, un mínimo desplazamiento relativo entre los muros de soporte hace que se desprendan los bloques en la bóveda y pueda sobrevenir el colapso por inestabilidad.

Otra falla típica es la caída de muros o parapetos que carecen de resistencia en dirección perpendicular a su plano, tal es el caso de los muros de fachada no amarrados convenientemente al resto de la estructura. En la figura 2 se aprecian casos típicos de las fallas mencionadas.

## 1.2) Estadística de daños

Durante el período de observaciones en el campo, se examinó un número de 130 viviendas de sillar en la zona céntrica de Arequipa con el fin de estimar la distribución de daños.

Las muestras fueron tomadas en las calles indicadas con negro en el plano del centro de la ciudad. (Ver figura 3).

Se utilizó la escala MSK para la clasificación de daños y además, se asoció a cada grado de la escala un número, como porcentaje de la destrucción sufrida por la edificación, en la forma siguiente:

Daños	Clasificación	Destrucción Porcentual
1	leve	10
2	moderado	20
3	severo	50
4	destructor	75
5	colapso	100

En la figura 4 se indican los resultados del muestreo para viviendas de un piso.

Si calculamos la sumatoria del producto del porcentaje de viviendas para cada nivel de daños, ( $P_i$ ) por el porcentaje de destrucción sufrido por la vivienda ( $D_i$ ), obtendríamos la destrucción promedio en las edificaciones.

$$\sum P_i D_i = \text{destrucción promedio}$$

En la figura 5 se aprecia la distribución de daños para viviendas de dos pisos.

Se observa una menor destrucción para viviendas de dos pisos, lo cual puede deberse a una mayor cercanía del período predominante del sismo (se supone suelo firme) al período fundamental de las viviendas de un piso (estructura rígida).

Por otro lado, la mayor destrucción promedio en edificaciones de un piso puede deberse también a que, en general, las edificaciones de dos pisos son de mejor calidad de construcción. Esto se puede observar en la figura 6 donde se resumen los resultados de la encuesta en cuanto a calidades de construcción.

En la figura 7 se observa la distribución de daños para el total de viviendas de uno y dos pisos, de la cual se puede deducir que en cuanto la muestra sea representativa del estado general de las estructuras de sillar, los daños ocasionados equivalen a haberse destruido alrededor de un 40% de estas viviendas. Cabe mencionar que la muestra ha sido tomada en zonas especialmente dañadas, por lo cual el resultado podría sobreestimar el daño real.

Debe tenerse en cuenta para la correcta interpretación de lo anterior, que los daños actuales corresponden a los efectos acumulados de por lo menos tres terremotos (1958, 1960, 1979). Por otro lado, las reparaciones efectuadas en sismos anteriores han sido en unos pocos casos eficaces, en otros incorrectas o no se ha realizado ningún tipo de reparación. Así pudo observarse bóvedas de sillar cuyos muros de soporte estaban ligados por cables para absorber el empuje horizontal generado por las cargas estáticas, pero que resultaban ineficientes para la acción sísmica.

## 2.0) Daños en vivienda de adobe

Debido al sismo se registraron daños considerables en edificaciones de adobe en las localidades de Camaná, Chuquibamba, Pampacolca, Viraco y Tipán.

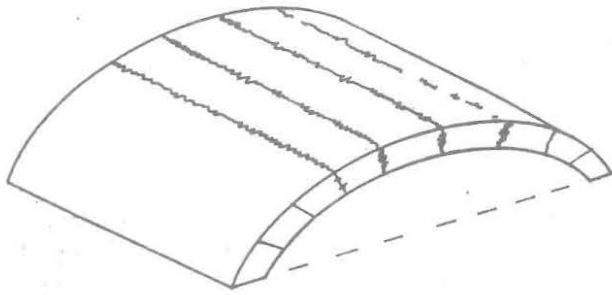
Los tipos de fallas son clásicos. Al respecto se han realizado estudios experimentales para estudiar su comportamiento en México y Perú.

Las fallas observadas podrían ser catalogadas en dos grupos: fallas por flexión perpendicular al plano de muros poco arriostrados transversalmente y fallas por tracción diagonal o cortante en muros bien arriostrados transversalmente.

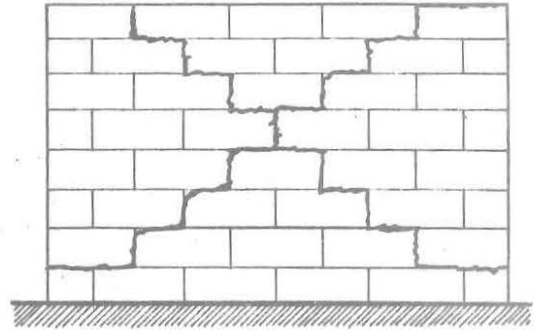
La falla por flexión se debe al empuje producido por la fuerza sísmica en la dirección perpendicular al plano del muro; a esto se une el efecto vibratorio de la sollicitación que trata de destruir el deficiente amarre con muros ortogonales en las esquinas, luego de lo cual sobreviene el colapso (ver foto 1).

Cuando la falla es por corte o tracción diagonal la estructura puede resistir algunos ciclos de carga y descarga, relativamente estables antes de producirse la fisuración, después de lo cual la resistencia se pierde casi por completo.

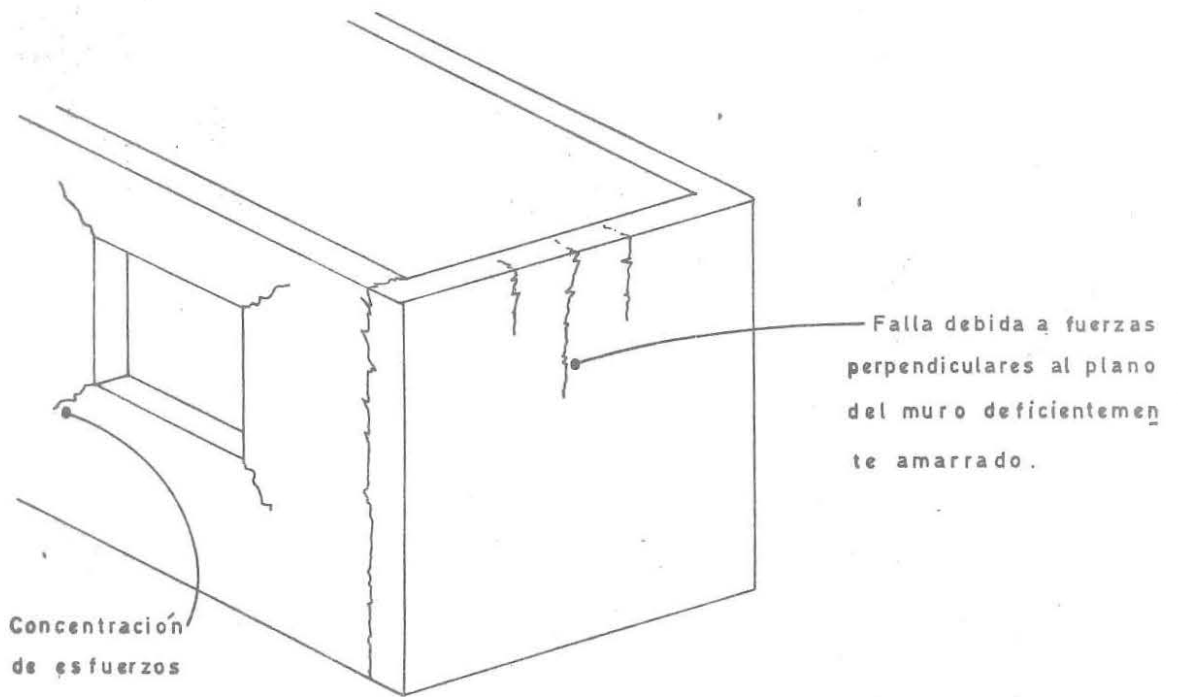
En la Ciudad de Camaná se observó que gran parte de los daños corresponden a fallas por tracción diagonal y que en este caso, aún cuando el daño es severo, generalmente no se llegó al colapso. Comparativamente, la falla por flexión casi siempre conduce al colapso parcial o total (caída de los muros).



Falla en Bóvedas de Sillar



Muro de Sillar - Falla a través de las juntas.



Concentración de esfuerzos

Falla debida a fuerzas perpendiculares al plano del muro deficientemente amarrado.

Fig. 2 Fallas típicas en viviendas de sillar.

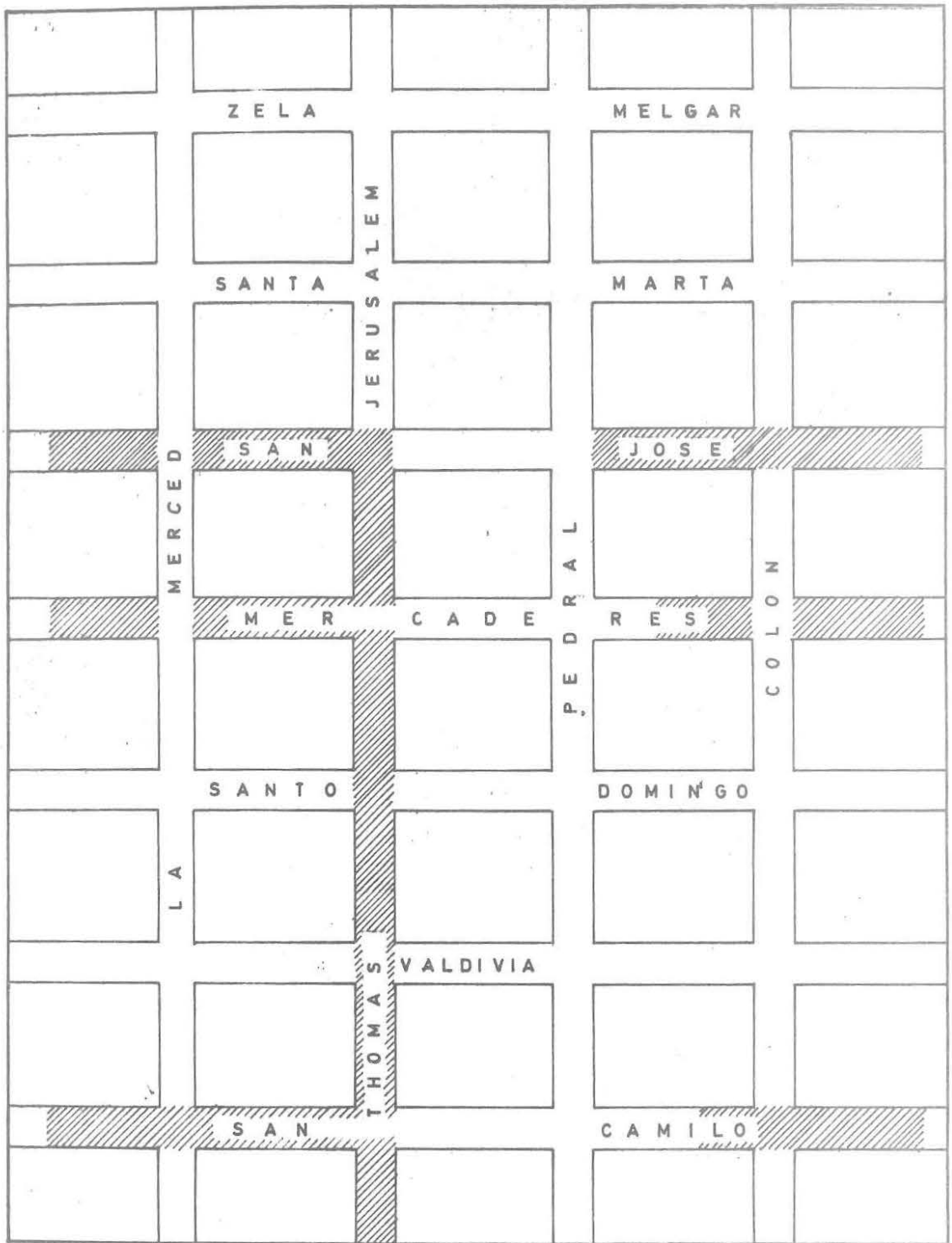
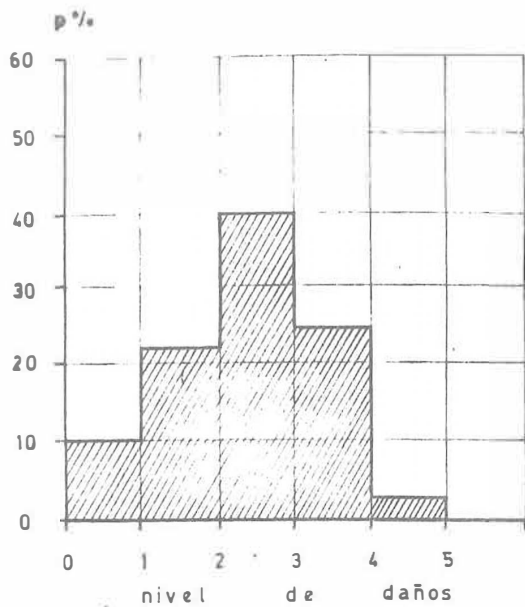
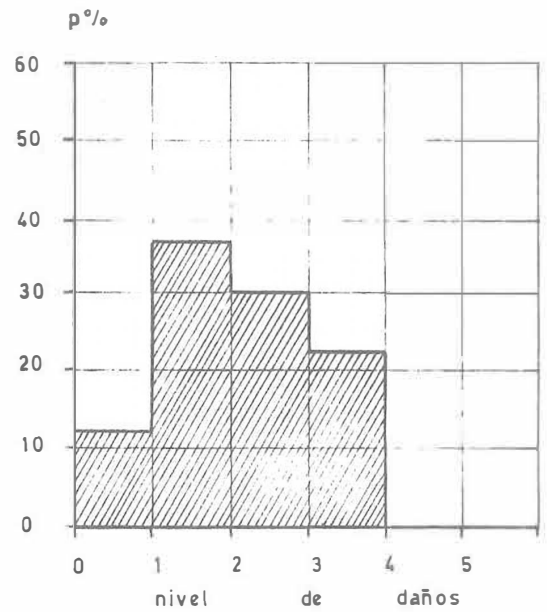


Fig. 3.- Muestras tomadas de las calles sombreadas  
- Viviendas de sillar.



Destrucción promedio de edificaciones de sillar de un piso = 47 %

Fig. 4



Destrucción promedio de edificaciones de sillar de dos pisos = 41 %

Fig. 5

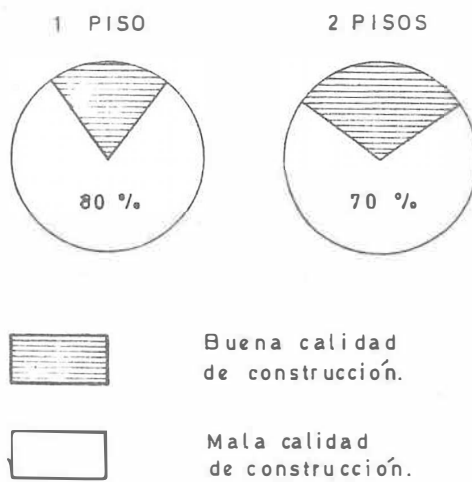


Fig. 6

Calidad de construcción en viviendas de sillar.

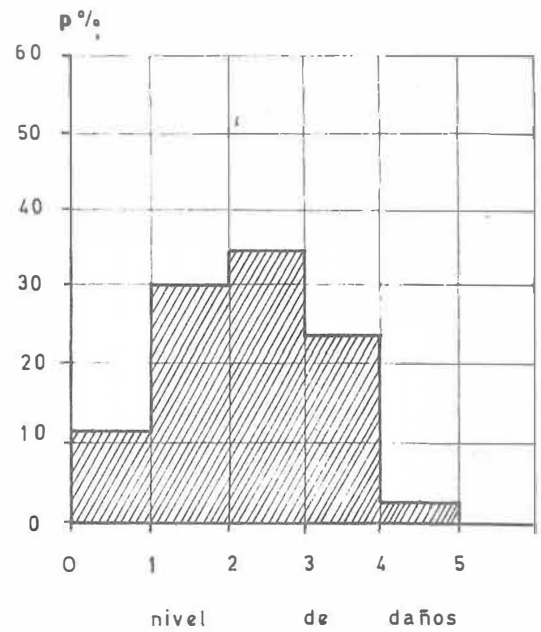


Fig. 7

Distribución de daños para el total de viviendas de sillar.

Pudo observarse que en algunas viviendas de adobe reforzado con columnas y vigas de concreto, la comportamiento fue bastante bueno. Además, en sismos anteriores registrados en otras localidades de suelo firme, las viviendas de adobe no reforzadas se comportaron bastante bien, no así en la Ciudad de Camaná, donde el nivel de la napa freática es bastante superficial, observándose incluso mucha humedad en los muros de adobe.

### 2.1) Estadística de daños en viviendas de adobe

En la Ciudad de Camaná, sólo fue posible recoger una estadística de 50 viviendas de adobe. La distribución de daños en la escala MSK se muestra en la figura 8.

En la Ciudad de Pampacolca, el Ministerio de Vivienda recogió una estadística de casi 300 edificaciones; con esta información proporcionada por Defensa Civil fue posible construir el gráfico de distribución de daños mostrado en la figura 9.

La mayor destrucción registrada en Pampacolca y en Chuquibamba puede deberse a la gran altura que mostraban las casas de adobe de uno y dos pisos, así como a la humedad y antigüedad de estas construcciones. Además, estas ciudades están ubicadas en la cumbre de cerros en donde debe esperarse una amplificación de las ondas sísmicas, o están encerradas entre montañas debiéndose esperar sucesivas reflexiones y refracciones de las ondas sísmicas, aparte de las perturbaciones propias de los desniveles en las calles de la Ciudad.

### 3.0) Otras estructuras no reforzadas

#### 3.1) Muros de Contención

Pudo observarse en Chuquibamba muros de contención hechos con piedra sobrepuesta, los cuales colapsaron estando a punto de comprometer seriamente estructuras importantes, tal como la casa de máquina de la central eléctrica (estructura de un piso de ladrillo con columnas sin vigas de amarre), y también el colapso de los muros que sostenían al suelo de relleno de la Iglesia Matriz (estructura de concreto armado). Ver foto 2.

#### 3.2) Pilares de puentes

En la Ciudad de Arequipa, los pilares de los puentes Grau y Bolognesi mostraron desprendimientos de sus bloques de sillar debido a su mala adherencia con el mortero. Ver foto 20.

## ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

### 1.0) Camaná

En la ciudad de Camaná, a unos 80 Km. de distancia epicentral, se registraron daños de importancia en estructuras de concreto armado destinadas a centros escolares, debido a los efectos del suelo y deficiencias en la estructuración, construcción y diseño.

El suelo está constituido por una capa superior de varios metros de material arenoso bajo la cual existe grava.

La Ciudad se encuentra en la actualidad rodeada por plantaciones de arroz, cuyo cultivo exige la inundación del terreno; esto ha causado el ascenso de la napa freática. Pudo observarse en diferentes excavaciones, profundidades del agua de 0.50 m. y 2.0 m. (ver foto 3).

Las condiciones de saturación del suelo, así como su calidad debieron causar una amplificación de la intensidad del movimiento, no observándose exteriormente fenómenos de licuación.

A continuación se describen los daños en colegios de la Ciudad.

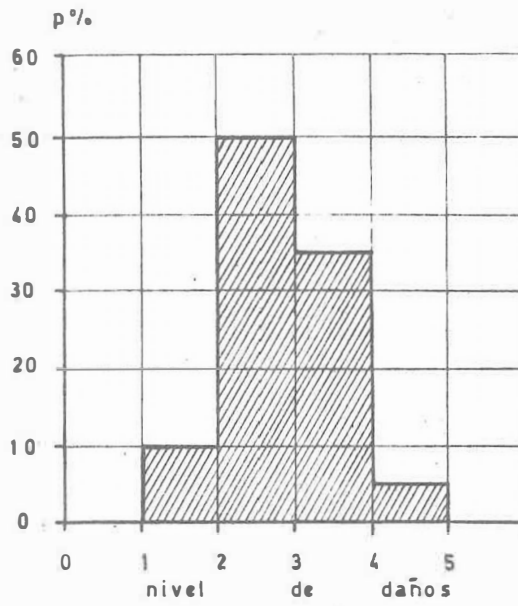
### 1.1) Colegio Sebastián Barranca

En la figura 10 y foto 4 se aprecia una vista global del colegio y la planta de dos pabellones de dos pisos cada uno.

Puede notarse que la posición de la escalera en el pabellón "A" es inconveniente por la gran excentricidad que se genera. La escalera presentó daños al tratar de separarse de la estructura principal, también se observó daños en el muro que sirve de apoyo al descanso (Foto 5).

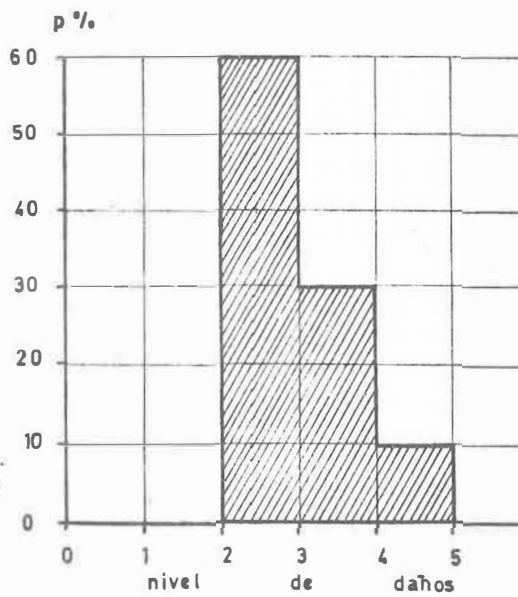
La junta de separación entre los pabellones A y B estaba rellena con material no compresible, por lo cual hubo interacción entre ambos bloques. Los daños se pueden catalogar como severos en las estructuras de dos pisos y de moderado a severo en las de un piso. Se observaron solo daños leves en los pabellones "H" y "G" de un piso y de construcción reciente, posiblemente por la mejor calidad de los materiales y la mano de obra empleada, puesto que la estructuración era igual a las otras aulas de un piso.

El daño en columnas cortas fue generalizado, repitiéndose en la mayoría de las edificaciones de colegios visitados (Foto 6). Otra deficiencia importante es la falta de resistencia en la dirección longitudinal en la que sólo había "vigas chatas"; por esta razón habría fallado el tabique que se puede ver en la foto 7, debido a la excesiva deformación de la estructura en esta dirección.



Estadísticas de daños en 50 viviendas de adobe de 1 y 2 pisos en Camaná.  
Pérdida prom. = 60 %.

Fig. 8



Estadísticas de daños en 300 viviendas de adobe en Pampacolca.  
Pérdida prom. = 63 %.

Fig. 9

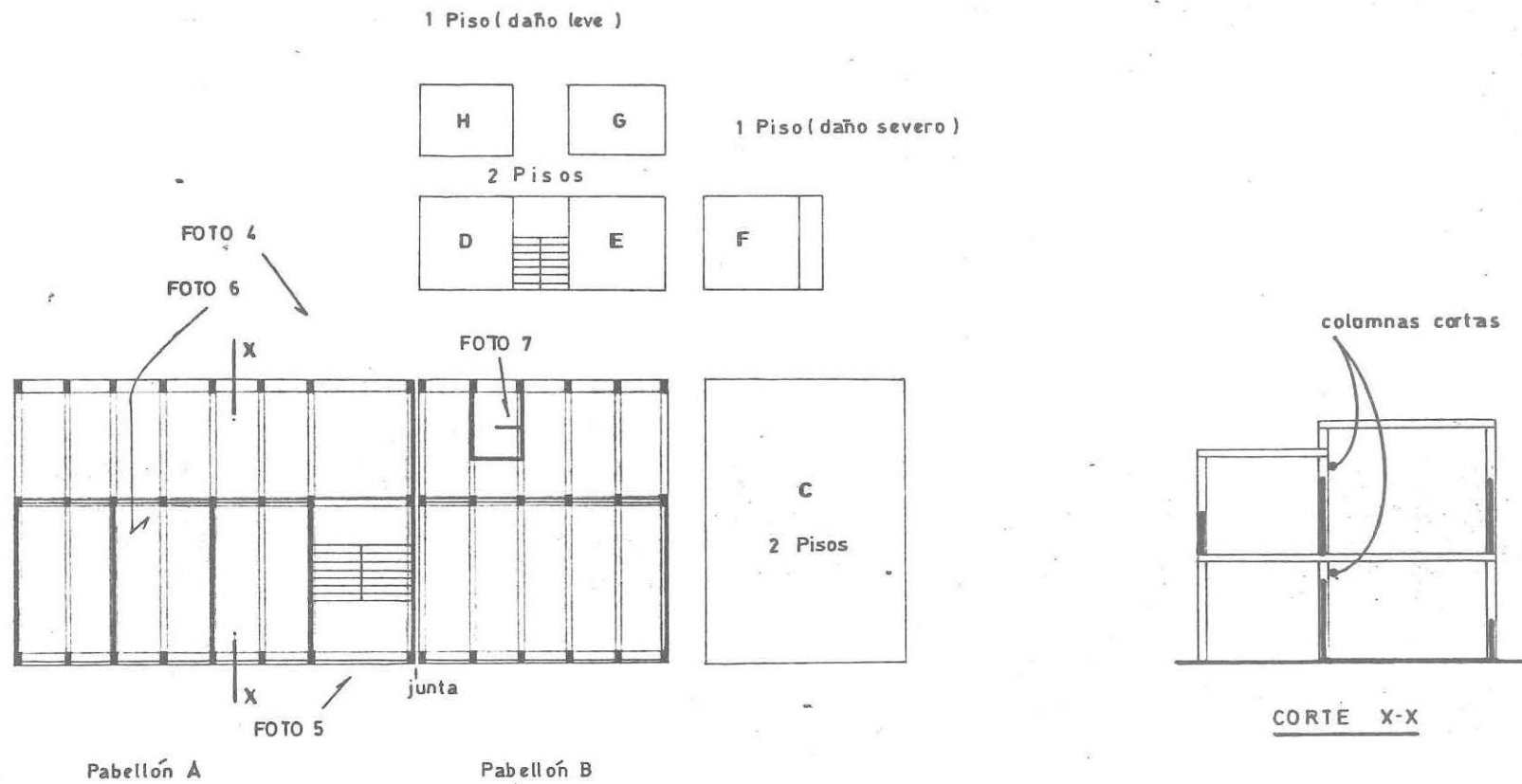


Fig. 10.- Colegio Sebastián Barranca (Croquis)

### 1.2) Colegio de la Candelaria

En la figura 11 vemos el pabellón principal de dos pisos, habiéndose separado los núcleos de escaleras de los extremos mediante juntas de separación. Sin embargo, una de las juntas estaba obstruída por desperdicios, lo que ocasionó la interacción entre el edificio y la escalera en la junta izquierda, ocasionando daños moderados a la escalera (se pudo evitar colocando material compresible en la junta). En la junta derecha no había obstrucción por lo cual no se produjeron daños en esta parte.

En la fig. 11 se aprecian dos aulas de un piso; en ambas la estructuración es muy similar, salvo en la disposición de los muros transversales. En una de ellas esta disposición es simétrica y no se registraron daños. En el aula vecina la disposición es asimétrica y se observó la falla del muro extremo, por efectos de torsión.

Los mayores daños ocurrieron en un pabellón de dos pisos localizado sobre una zona de relleno, y que además presentaba deficiencias en la estructuración. Puede verse en la figura 12 la incorrecta disposición de muros en forma asimétrica. El daño en este pabellón fue severo observándose además asentamiento del piso. En el segundo piso el daño fue menor debido a la gran densidad de tabiquería, sin embargo, se observó dificultades al abrir puertas y ventanas, por las deformaciones producidas.

### 1.3) Centro Escolar N° 41041

La construcción data de hace unos 25 años y había sido ya dañada por el sismo de 1960. El nivel de agua fue observado, en un pozo del colegio, a 1.50 mts. de profundidad. Se registraron daños no muy importantes en los pabellones por el tipo de estructuración utilizado, que tiene suficiente densidad de tabiques en dirección transversal y longitudinal.

Se encontraron daños importantes en la unión de uno de los edificios con una galería, donde en planos aparecía una junta que no se respetó durante la construcción. (Ver figura 13 y fotos 8 y 9).

### 1.4) Centro Escolar N° 40227

En el lugar la napa freática se encontró a 50 cm. de profundidad.

Se observó daños severos en dos aulas de construcción reciente. Una de ellas carecía de rigidez en el sentido longitudinal ("vigas chatas") y fue la más dañada. La otra era de arquitectura similar pero presentaba dos tabiques en dirección longitudinal, razón por la cual resultó menos dañada. Ver fig. 14 y foto 10.

Se destaca a la baja calidad de la construcción y de las reparaciones a

realizadas luego del sismo (simplemente se había rellenado las grietas con concreto, notándose que el refuerzo longitudinal de las columnas había pandeado).

### 1.5) Otras Estructuras en Camaná

- a. Otra estructura de concreto armado importante que sufrió daños no tan severos fue la bocatoma de Pucchun en Camaná, donde debido a las presiones dinámicas del suelo se crearon empujes contra los muros de contención, observándose grandes desplazamientos relativos en la zona de las juntas de sellado. También pudo observarse peligro de derrumbe de cerros vecinos sobre el canal (no techado) de la bocatoma.
- b. El puente sobre el río Camaná está constituido por armaduras de acero, consta de 4 tramos simplemente apoyado cada uno de ellos sobre estribos y pilares de concreto. La posible vibración longitudinal aunada al empuje dinámico del suelo contra el estribo originó la rotura de los elementos de soporte en la zona de los apoyos fijos. (Ver fotos 11 y 12, obsérvese además la ausencia de armaduras en el pilar).

### 2.0) Arequipa

#### 2.1) Colegio Hunter

El colegio Hunter situado en la urbanización del mismo nombre, es de construcción reciente (no había sido inaugurado aún) y se halla cimentado sobre tufo volcánico, de profundidad desconocida, aunque durante la construcción se observó que era por lo menos superior a los 4 mts. En la superficie existe una capa de arena de 50 cms.

A pesar de haberse producido una alta intensidad sísmica local, entre los edificios del colegio (igualdad de calidad de construcción y estructuración básica) se dieron notables diferencias de respuesta según la distribución de los muros de ladrillo.

Pudo observarse además que las viviendas vecinas al colegio se comportaron mejor. Incluso había una vivienda en la cual el segundo piso estaba en construcción y los muros aún no estaban confinados, sin sufrir éstos ningún daño; igualmente el cerco de ladrillo del colegio, de 2.4 mts. de alto con contrafuertes hechos con el mismo ladrillo distanciados cada 2 mts., tuvo un buen comportamiento.

A continuación se describen las características y comportamiento de diferentes módulos del colegio.

El módulo mostrado en la figura 15 y foto 13, sufrió daños en el único muro efectivo en dirección longitudinal debido a la escasez de rigideces en esta dirección en la cual sólo existían pórticos con "vigas chatas", además presenta

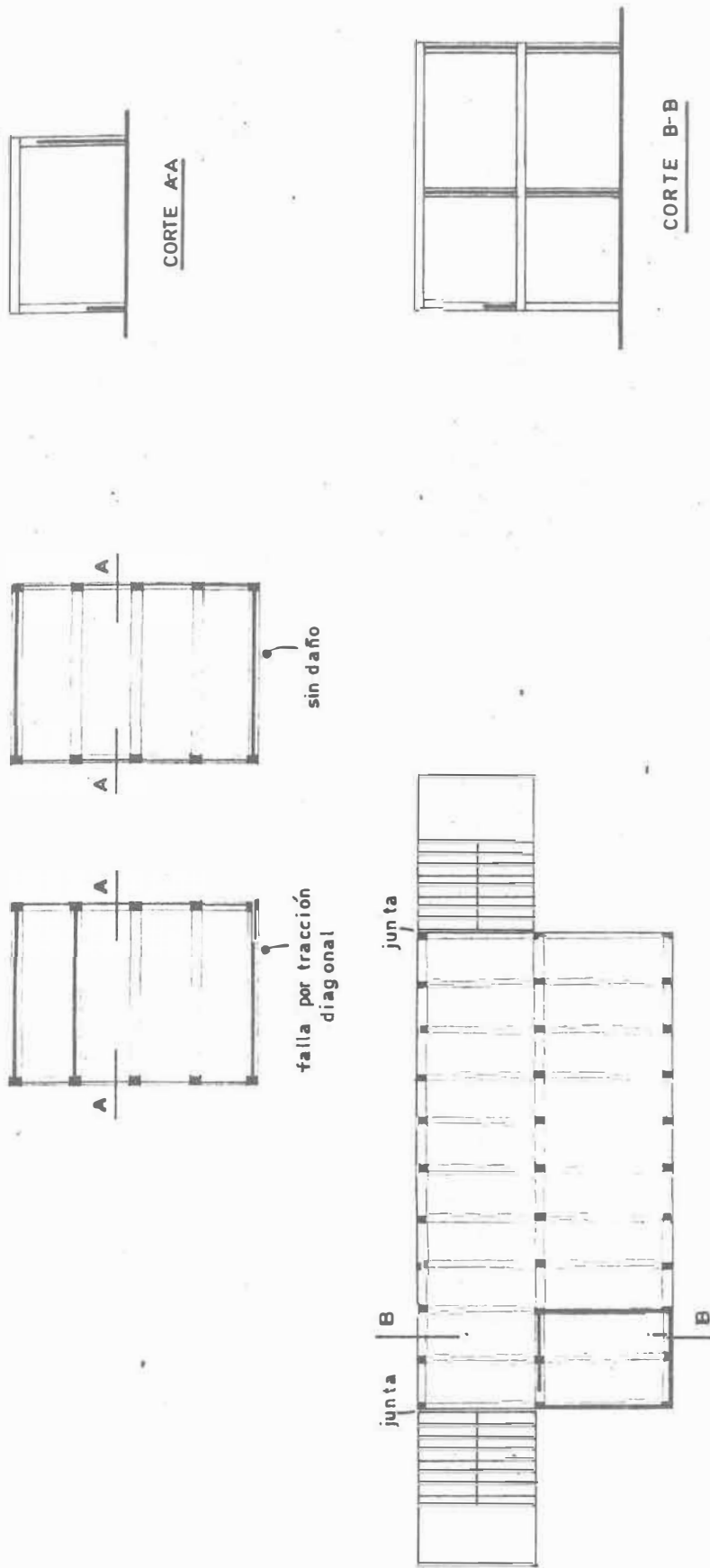


Fig. 11.- Colegio de la Candelaria ( Croquis )

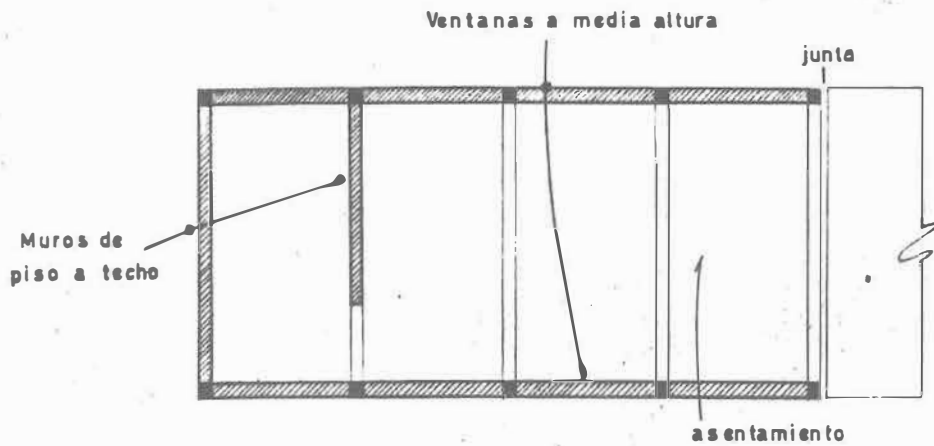


Fig. 12.- Pabellón de 2 pisos en el colegio Candelaria (Croquis).

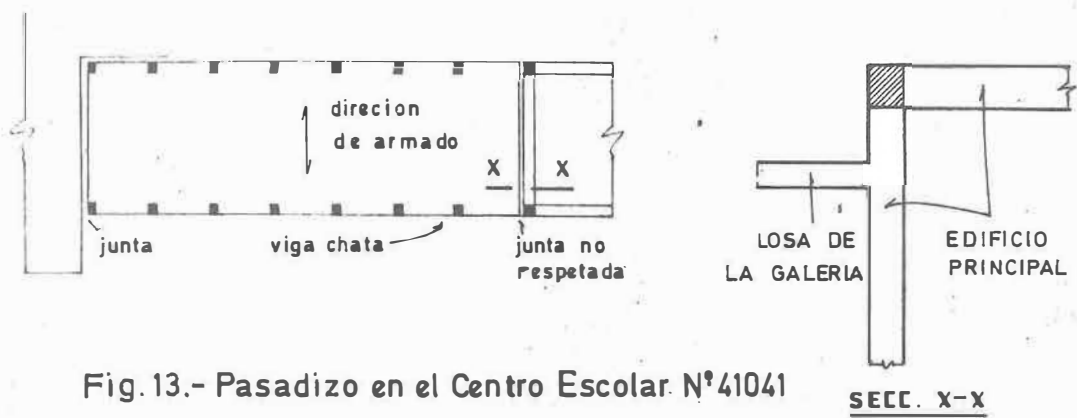


Fig. 13.- Pasadizo en el Centro Escolar N°41041

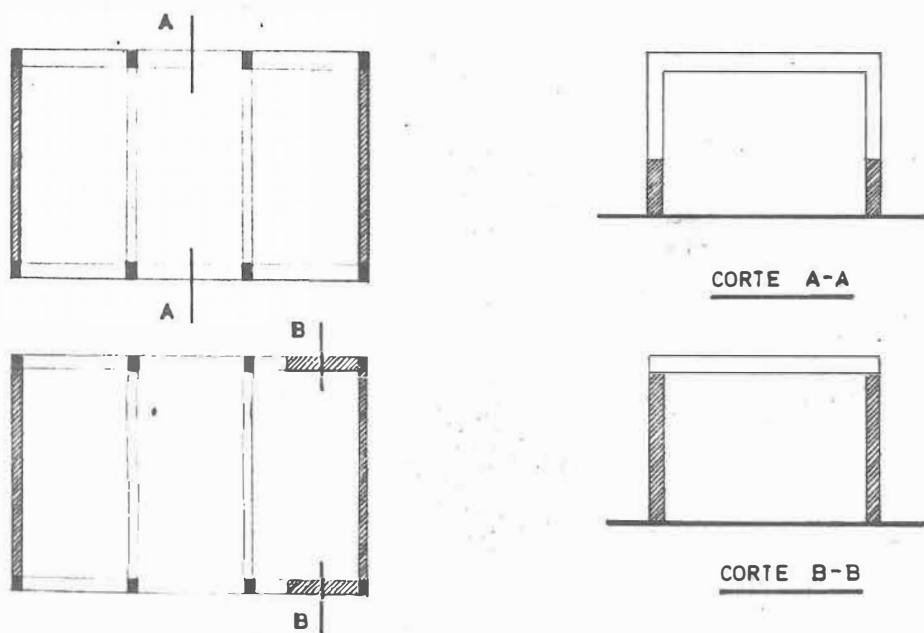


Fig. 14.- Centro Escolar N° 40227 (Croquis)

fallas por fuerza cortante en "columnas cortas" observándose también una disposición asimétrica de los muros en la dirección transversal.

La estructura de la figura 16 (servicios sanitarios) presenta una adecuada distribución de muros y no sufrió daño alguno.

## 2.2) El Hotel Presidente

Este es un edificio de 12 pisos que presenta a la altura del 4to. piso una reducción en planta, notándose en esta zona: caída del recubrimiento y fisura de la tabiquería interior y parapeto, comportándose estructuralmente el edificio en forma bastante adecuada. (Ver fotos 14 y 15).

## 2.3) El Hospital del Seguro Social

Este es un edificio aporticado de 8 pisos, sufrió rotura de prácticamente todos sus vidrios, la caja de ascensor es del tipo aporticado rellena con muros de ladrillo que sufrieron daños severos por tracción diagonal en los diversos entrepisos. El 8vo. piso (Pérgola) tiene una masa muy pequeña en comparación con el resto de niveles, las vigas son "chatas" y las columnas están conectadas a las vigas mediante planchas de acero (Ver foto 16).

Se observó grandes desplazamientos laterales en la losa superior lo cual produjo la rotura de los vidrios de los ventanales (ver foto 17), posiblemente debido a que el período propio de la pérgola es aproximadamente igual al de la estructura principal, originándose también concentraciones de esfuerzos en las zonas de contacto de columnas con vigas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las construcciones de quincha (foto 18) en un buen estado de conservación tuvieron un mejor comportamiento sísmico que las de sillar y adobe, por lo que se recomienda un mayor estudio sobre este tipo de viviendas como una solución a la vivienda económica. Sin embargo, cabe anotar que en ciertas zonas (Ejm. Chuquibamba) no se produce el carrizo necesario para este tipo de vivienda y además, en las zonas frías habría problemas en preservar la temperatura interior necesaria, por lo que en dichas zonas puede seguirse utilizando el adobe convenientemente reforzado (con caña o elementos de concreto armado) y protegidos contra la humedad.

Este último tipo de solución puede practicarse en viviendas de un solo piso, pequeño (ubicadas preferiblemente en el centro del muro) y localizadas sobre terreno firme.

2. No se observó daños de importancia en construcciones en base a muros portantes de ladrillo (confinado o sin confinar) (Ver foto 19), ni en obras importantes como represas, túneles o fábricas.

3. Debe ponerse especial atención en la revisión de la seguridad y diseño de las estructuras de sillar; se recomienda tratar de confinar los muros y bóvedas con marcos de concreto armado y adicionar tirantes de refuerzo en las bóvedas que traten de tomar el empuje producido por el arco. Al parecer, lo mejor sería cambiar este sistema de techado ya que se observa además, el fácil desprendimiento y movimiento de los bloques de sillar por su mala adherencia con el mortero.

Gran parte de los daños en las estructuras de sillar ocurrió en los pueblos jóvenes ubicados en lechos de torrenteras.

4. Hubo evidencia de la amplificación de la onda sísmica en suelos desfavorables como en Camaná (napa freática muy alta y suelo de cultivo) y en Chuquibamba, Pampacolca (ciudades rodeadas por montañas, foto 21).
5. Los daños en carreteras y canales de regadío se debieron en gran parte a derrumbes de rocas (lo cual por nuestra geografía, es imposible evitar), pero otra gran parte se debió a asentamientos del suelo relleno que sí puede ser resuelto por una mejor compactación y estudio de la estabilidad de talud.
6. Todas las edificaciones de escuelas deben ser revisadas para otorgarles una mayor seguridad sísmica futura. Incluso en edificaciones de construcción reciente, se sigue repitiendo el problema de "columnas cortas" con estribos muy espaciados, diámetro pequeño, cerrado a 90° y poca longitud de gancho. Se observa además en estas construcciones, que las juntas están rellenas por material incompresible y además tienen poca holgura entre módulos vecinos. (Foto 22).

En algunos lugares se observa mala calidad del concreto y del proceso constructivo (foto 23) así como la falta de elementos sismo-resistentes en alguna dirección.

En resumen, las fallas de locales escolares han sido debidas a deficiencias en la estructuración, diseño, construcción e inspección de la construcción, por lo cual urge la revisión general de proyectos, reglamentaciones y política en la construcción escolar en el país.

7. La estadística de daños recogida permite estimar que el sismo ocasionó en la Ciudad de Arequipa el equivalente a la pérdida de un 35% de las viviendas de sillar. Dado que existe daño acumulado, se puede esperar una mayor pérdida para un sismo de la misma intensidad en el futuro.

En Camaná se obtuvo una pérdida promedio del orden del 60% en las viviendas de adobe para una intensidad MSK estimada en grado VII.

8. La aceleración máxima registrada en el Observatorio de Characato fue de 0.39 g. a 120 Km. de distancia epicentral, valor relativamente alto para tal distancia

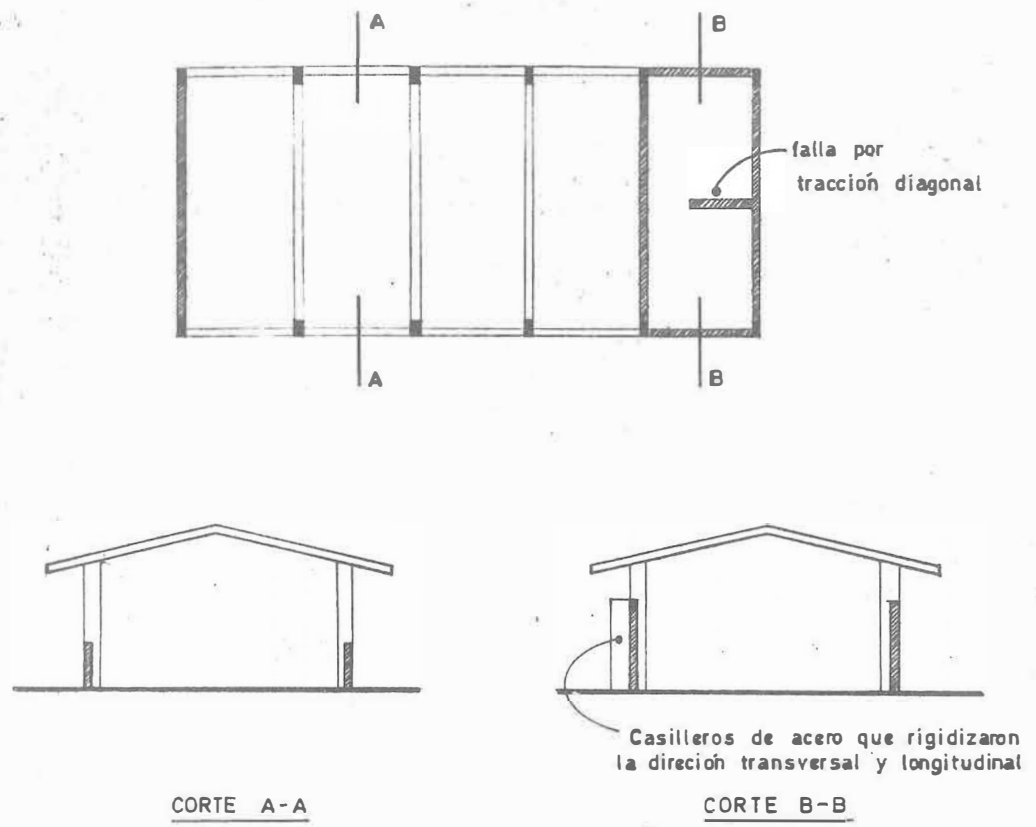


Fig. 15.- Colegio Hunter ( Croquis )

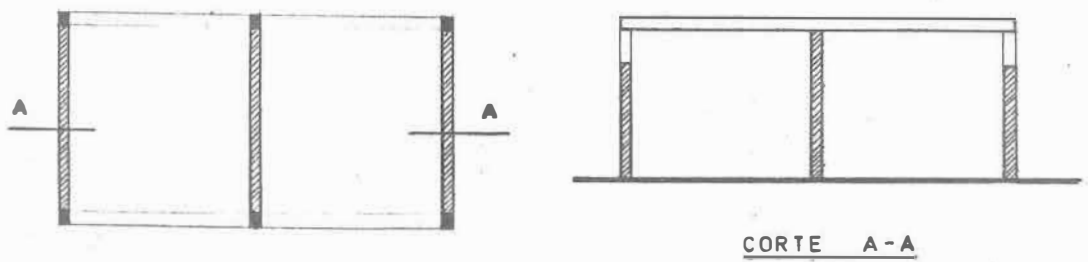


Fig. 16

epicentral; esto confirma la ya observada poca atenuación de las ondas sísmicas en nuestro país.

#### AGRADECIMIENTO

Se agradece la participación de las entidades y profesionales que de una manera directa o indirecta colaboraron en la realización de este informe.

1. Universidad Católica del Perú.
2. Defensa Civil.
3. Colegio de Ingenieros del Perú.
4. Ministerio de Vivienda y Construcción.
5. Municipalidades y Puestos Policiales de Arequipa, Camaná, Chuquibamba y Aplao.
6. Ings. Cribirjero, L. Zegarra, J. Vargas, G. Ottazzi, J. Kuroiwa, J. Alarcón y A. Quispe.



Foto 1

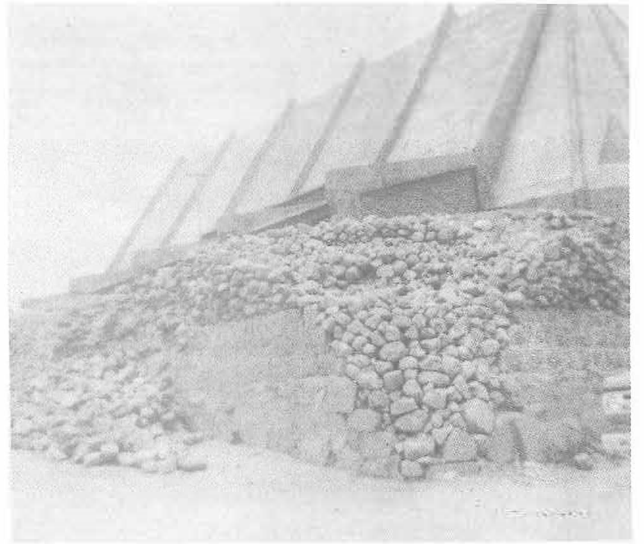


Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

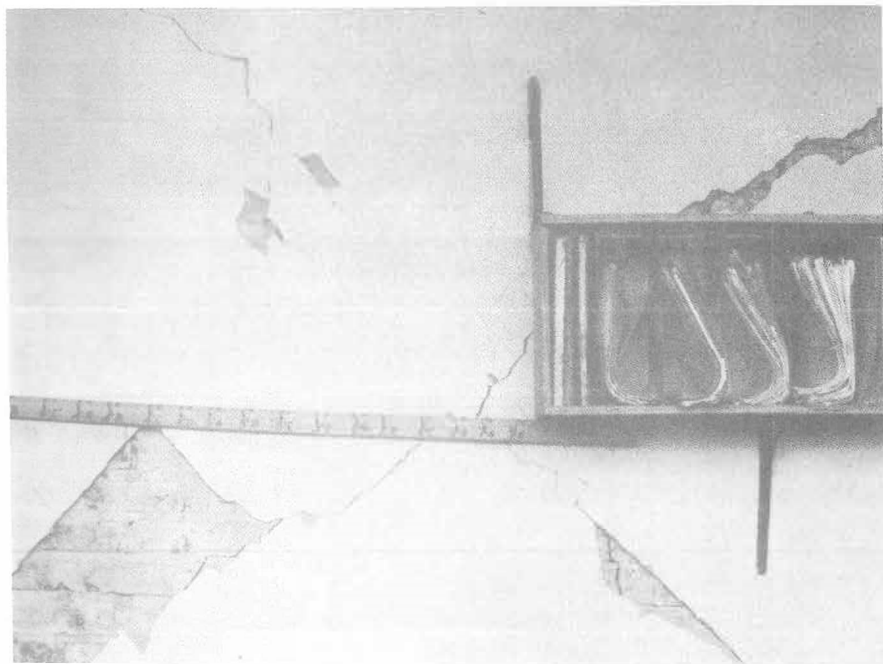


Foto 7

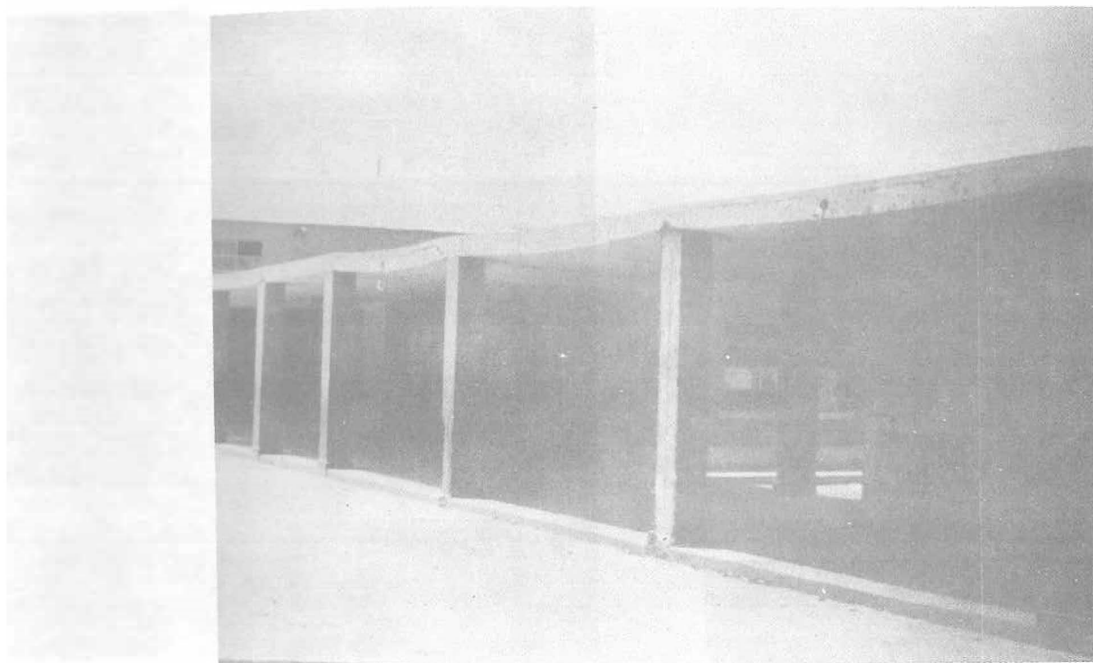


Foto 8



Foto 9

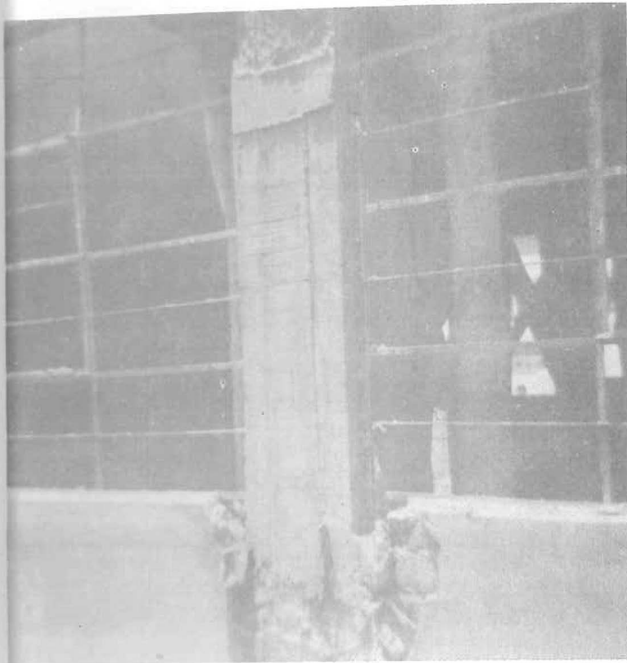


Foto 10



Foto 12



Foto 11



Foto 13

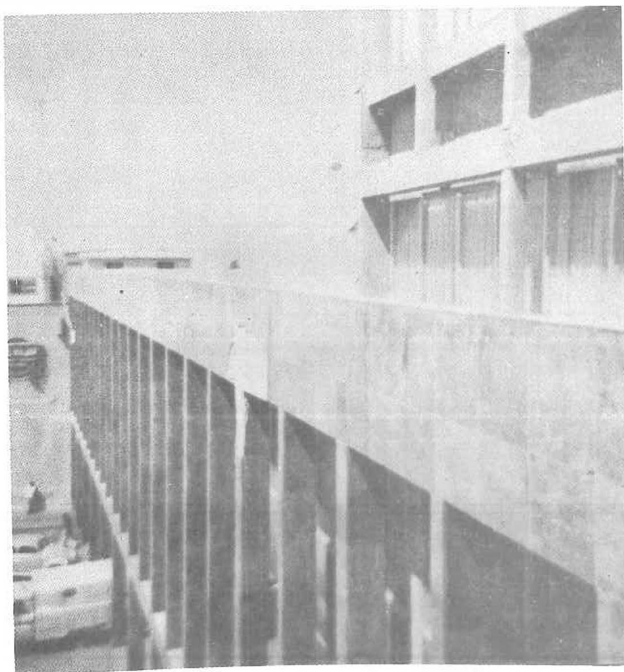


Foto 14

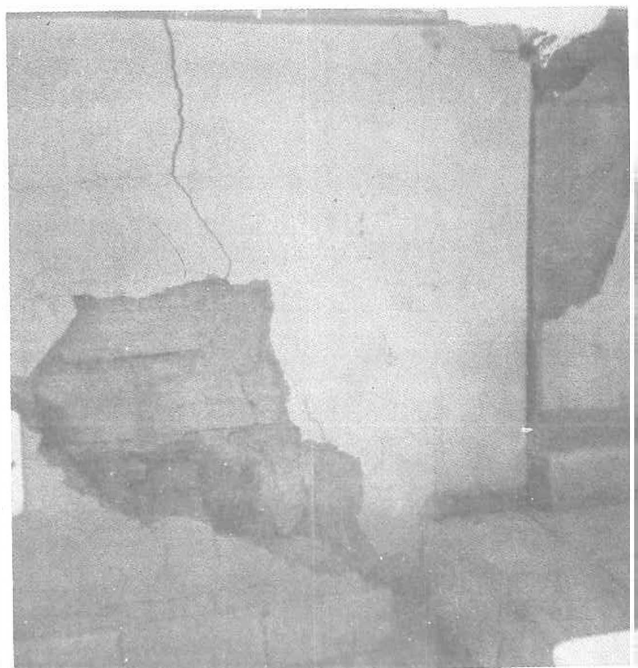


Foto 15



Foto 16

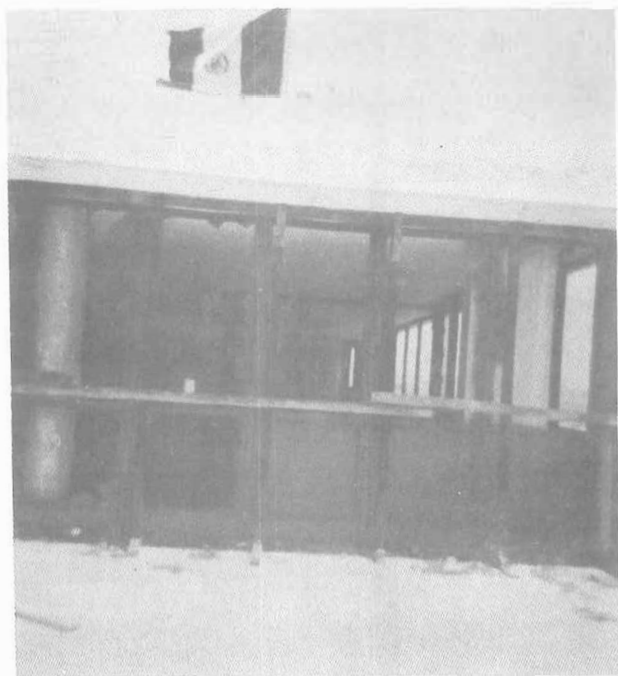


Foto 17



Foto 18

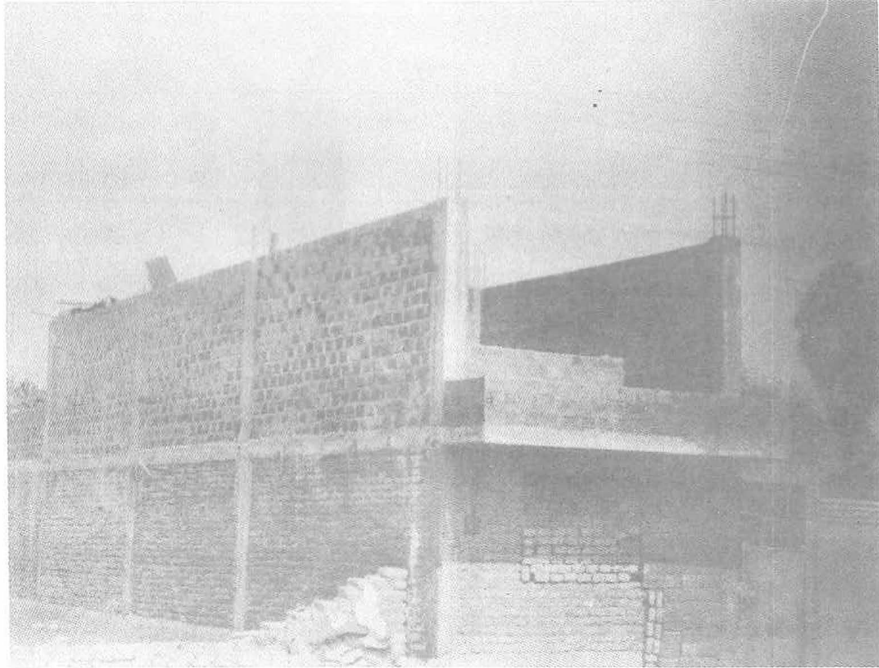


Foto 19

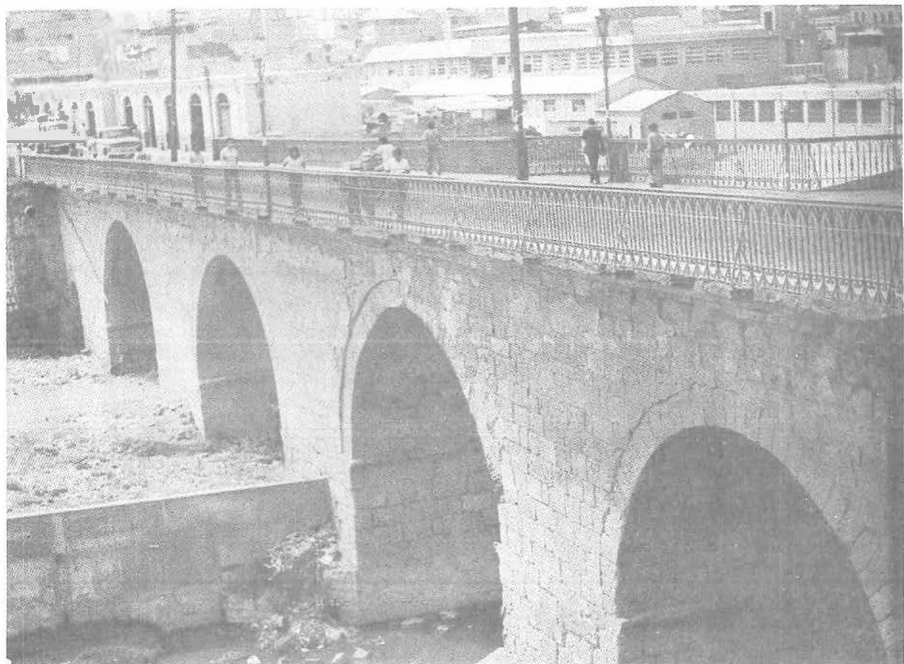


Foto 20

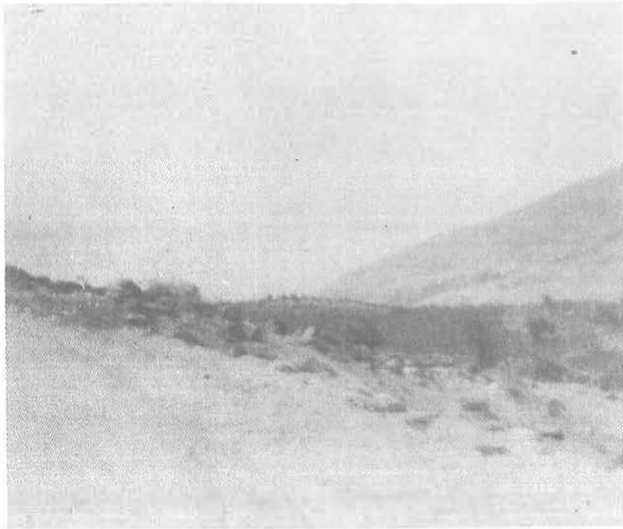


Foto 21

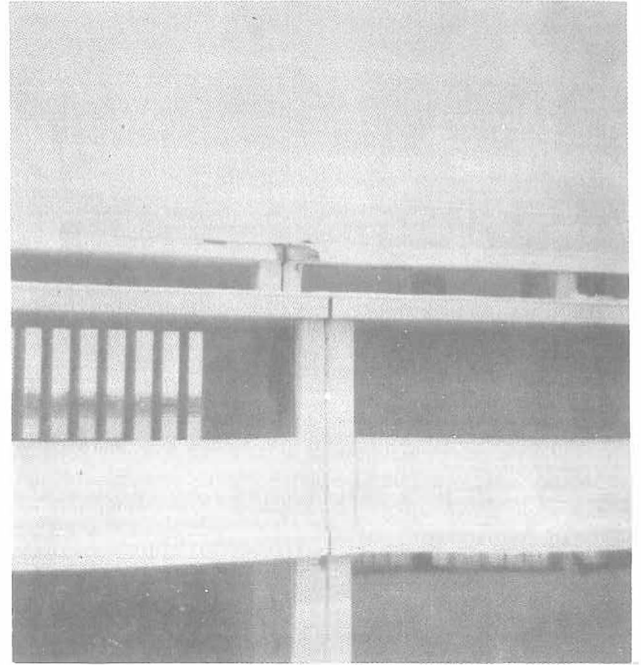


Foto 22

Foto 23

