

نشریه شماره ۲

لرزش زمین که خود تابع نظم کلی دستگاه آفرینش است این بار کشور نیکاراگوا را هدف قرار داد و شهر چهارصد هزار نفری ماناگوا را در کمترین زمان دقیقه ویران ساخت ، این نشریه حاصل بازدید و روزهای است که پنج ماه پس از وقوع زلزله در ماناگوا انجام گرفت و ضمن آن اثر زلزله بر ساختمانهای مختلف این شهر بررسی گردید .

بحث در آثاری که زلزله بر ساختمانهای شهر ماناگوا داشته است میتواند آموزنده و در طرح و اجرای ساختمانهایی که در کشور ما ساخته میشود مفید باشد و به همین امید این نشریه تهیه گردید شاید تا حدودی بکار آید .

فهرست

| صفحه الف | خلاصه |
|----------|------------------------------------|
| ۱ | مقدمه |
| ۳ | مرکز ، بزرگی ، عمق و شدت زلزله |
| ۴ | زلزله های پیش آیند و لرزش های پسین |
| ۵ | نمودار شتاب نگار |
| ۸ | تفسیرات زمین |
| ۱۱ | زلزله خیزی منطقه |
| ۱۲ | نوع ساختمانهای منطقه |
| ۱۷ | بانک آمریکا |
| ۲۳ | بانک مرکزی نیکاراگوآ |
| ۳۰ | بانک ملی نیکاراگوآ |
| ۳۲ | مرکز بیمه های اجتماعی |
| ۳۶ | هتل بالمورال |
| ۳۷ | تأثر ملی |
| ۳۹ | ساختمان I.B.M. |
| ۴۱ | ساختمان دادگستری |
| ۴۳ | هتل اینترکننتینانتال |
| ۴۴ | استاد بوم ورزشی ژنرال سموزا |
| ۴۹ | دانشینگ میدان شهر |
| ۵۰ | کلیسای San Jose |
| ۵۲ | کلیسای San Sebastian |
| ۵۴ | ساختمان مرکز برق (ENALUF) |
| ۵۸ | مرکز تلفن (TELCOR) |

| | | | |
|-------|------|-----------------------|--|
| ۶۳ | صفحه | Aduvana | ترمینال |
| ۶۴ | " | Julio Martinez | ساختمان |
| ۶۶ | " | | ساختمان سینگر |
| ۶۸ | " | San Domingo | کلیسای |
| ۷۲ | " | Immobilaria | ساختمان |
| ۷۵ | " | La Prensa | چاپخانه |
| ۷۷ | " | | ساختمان A |
| ۷۹ | " | Calle Pallas Nacional | ساختمان گراند هتل |
| ۸۰ | " | | پمپ بنزین |
| ۸۱ | " | | ساختمانهای سنتی |
| ۸۴ | " | | ساختمانهای آجری و بلوک بتنی |
| ۸۶ | " | | ساختمانهای متفرقه |
| | " | | پیوست |
| I - ۱ | | | زلزله ماناگوا و مشکلات ناشی از بروز زلزله در یک شهر بزرگ |
| I - ۱ | | | آتش سوزیها |
| I - ۲ | | | غار تگری |
| I - ۳ | | | هجوم مشکلات |
| I - ۴ | | | اهمیت آمادگی قبلی |
| I - ۶ | | | امکان بروز زلزله در شهر تهران |
| I - ۹ | | | نکات مهم که باید مورد توجه باشد |
| --- | | | تلخیص بزبان انگلیسی |

خلاصه

زلزله روز ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ که در شهر ماناگوا پایتخت کشور نیکاراگوا بوقوع پیوست موجب بروز تلفات و خسارات زیادی شد، در اثر این زلزله حدود ۵ هزار نفر کشته شدند و معادل یک میلیارد دلار خسارت وارد آمد. بزرگی (Magnitude) این زلزله ۶/۲۵ و عمق کانون حدود ۵ کیلومتر محاسبه شده است، شدت زلزله با مقیاس اصلاحی مرکالی در پاره ای از نقاط به IX وحتى X بالغ میگردد. میزان شتاب زلزله با توجه به نموداری که از شتاب نگار (Strong Motion Accelerograph) منصوبه در ۵ کیلومتری عربی شهرد است آمد، در امتداد شمالی جنوبی $g/0.34$ ، در امتداد شرقی غربی $g/0.39$ و در امتداد قائم $g/0.33$ بوده است ولی قرائن دیگر نشان میدهند که شتاب زلزله در قسمت مرکزی شهر بیشتر بوده است.

زلزله ماناگوا همراه با پیدایش تعدادی گسل در شهر ماناگوا و حوالی آن بود و در پاره ای نقاط نیز لغزش‌هایی (Land Slide) دیده شد و این لغزش‌ها به نوبه خود خساراتی به ساختمانها وارد آوردند.

نگارنده پنج ماه پس از وقوع زلزله منلقه خسارت دیده را بازدید کرد و تعدادی از ساختمانهای آسیب دیده شهر را که هنوز برچید نشده بودند مورد مطالعه قرار داد که در این گزارش درباره آنها بحث شده است.

اکثر ساختمانهای مسکونی شهر ماناگوا از نوع مخصوصی که در محل بنام (torquezal) معروف است ساخته شده است. در این نوع ساختمانها با فاصله هر یک متر یک تیر چوبی گرد یا چهارتراش بطور قائم قرار داده و به دو طرف این چوبها تخته‌های افقی که فاصله آنها از هم حدود ۲۵ سانتیمتر است میخ کرده اند و وسط را با سنگ و گل پر نمودند و اند این نوع ساختمانها عموماً خراب گردیده و موجب کسار زیادی شدند.

همچنین تعداد زیادی ساختمان آجری و یا ساختمان با بلوک بتنی در محل دیده شد که شدیدا آسیب دیده اند .

در شهر ماناگوا علاوه بر ساختمانهای مسکونی فوق تعداد قابل توجهی ساختمانهای چندین طبقه که اکثرا اسکلت بتن آرمه است ساخته شده است که زلزله کم و بیش بآنها خسارت وارد ساخته است .

کشور نیکاراگوا فاقد آیین نامه ساختمانی و آیین نامه ایمنی ساختمانها در برابر زلزله است و طرح ساختمانهای مهم شهر ماناگوا اغلب بر اساس آیین نامه ساختمانی کشور آمریکا (Uniform Building Code) و توسط مهندسان محاسب غیر محلی انجام گرفته است با وجودیکه تعداد زیادی از ساختمانها برای مقابله در برابر نیروی زلزله طرح شده اند مع الوصف بهاره ای از آنها صدمات زیاد وارد شده است . بطور کلی قسمت اعظم خساراتی که باین ساختمان ها وارد شده است ناشی از نقص اجرا بوده است .

نوع بتن مصرفی که در ساختمانهای بتن آرمه بکار رفته است عموماً " ضعیف می باشد و نحوه آهنگ گذاری اجزاء بتن آرمه قابل قبول نمی باشد ، و بطوریکه ملاحظه شد در اغلب موارد فاصله تنگ ها از یکدیگر خصوصاً در محل تلاقی تیروستون فوق العاده زیاد است .

نوع سقفهای ساختمانهای ماناگوا به غیر از سقفهای مربوط به ساختمانهای مسکونی از نوع (Torquezal) که عموماً " خریای چوبی و پوشش سفال است در ساختمانهای دیگر از بتن آرمه ریخته شده در محل و یا از پوشش های بتنی با استفاده از تیرکهای پیش ساخته شده و بلوک آجری یا بتنی مجوف است که سقفهای اخیر نیز در زلزله کم و بیش صدمه دیده اند .

نوع دیوارهای جداکننده که از بلوک بتنی و یا بلوک های آجر مجوف ساخته شده اند در زلزله ماناگوا شدیدا " لطمه دیده اند و میتوان گفت که اغلب خرابیهایی که در ساختمانهای بلند این شهر ایجاد شده است ناشی از خورد شدن این دیوارها بوده است .

لازم بتذکر است که پاره ای از ساختمانها در اثر زلزله خسارت زیادی ندیده اند لکن بعلمت خرد شدن دیوارهای داخلی از کار افتادن آسانسورها و وسائل مکانیکی و غیر قابل استفاده بودن پله ها، ماهها پس از بروز زلزله هنوز غیر قابل استفاده مانده بودند، این قبیل ساختمانها اگر ساختمان مسکونی و یا ساختمان اداری عادی باشند عسدم بهره برداری از آنها چندان مهم نیست لکن مسلوب المنفعه شدن ساختمانهای مهم از قبیل بیمارستانها در چنین لحظاتی که باید پناهگاه مردم آسیب دیده باشند فایده اغماض نیست. نمونه ای از این نوع ساختمانها ساختمان مرکز بیمه های اجتماعی میباشد که ساختمان لوکس و دره طبقه با سیستم قاب بتن آرمه ساخته شده و پنج ماه پس از زلزله که ساختمان مورد بازدید واقع گردید هنوز این ساختمان غیر قابل استفاده بود و برای پذیرش بیماران از ساختمانهای موقتی که در جنب این ساختمان است استفاده بعمل میآید در حالیکه خسارت عمده ای با سکت ساختمان وارد نشده بود و تنها اطاق روی بام (که محل قرار گرفتن تجهیزات مکانیکی مربوط با آسانسورها و تابلوهای برق بود) خراب شده بود و خسارات مختصری هم به جداکننده های داخلی ساختمان وارد گردیده بود.

نوع ساختمانهای باد یوار برشی بتن آرمه در زلزله مانا گوا امتحان خوبی داد و بهترین نمونه این نوع ساختمان، ساختمان بانک آمریکا است که در (طبقه و باد یوار برشی که در مرکز ساختمان قرار گرفته ساخته شده است، بطور کلی ساختمان در هر دو امتداد بصورت قرینه میباشد و طرح ستونهای اطراف آن بشکل صلیبی است که مقطع آنها در دو امتداد ساختمان دارای همان دینرسی یکسان میباشد، تنها خسارتی که به سکت این ساختمان وارد شده است شکستن بتن در اطراف سوراخهایی است که در وسط شاه تیور برای عبور کانال تهویه تعبیه شده است بطوریکه اگر زلزله شدید تر بود

امکان داشت که این نقاط ضعیف باعث خرابی کامل سقفها گردد .

از نمونه های جالب دیگر ساختمانهای باد بیوار برشی بتن آرمه ساختمان مرکز برق (ENALUF) میباشد که پلان آن از دو هسته بصورت قرینه وستونهای بتن آرمه خارجی ترکیب شده است ، خسارت وارده بد این ساختمان عبارتست از ایجاد ترک در رپاره ای از پایه ها و خراش هائی که در بتن دیوارهای برشی ایجاد شده است .

اثری که نحوه قرارگیری دیوارهای برشی بتن آرمه در پلان ساختمان دارد در زلزله ماناگوا اهمیت خود را بخوبی نشان داد ، در ساختمان بانک مرکزی نیکاراگوا که با قاب بتن آرمه و دیوارهای برشی در ۶ طبقه بنا شده با وجود یک با ضریب زلزله نسبتاً بزرگ (۰.۲ درصد شتاب ثقل زمین) طرح گردیده و در محاسبات بتن آرمه آن (که بر مبنای آئین نامه ۹۵۶ بتن آرمه کشور آمریکا است) فرض شده است که تمام بار جانبی بوسیله قاب ها جذب شود بعلمت وجود دیوارهای برشی که در یک طرف ساختمان قرار گرفته است در نزدیکی دیوارهای برشی اطراف آسانسورها و قسمتهای ترک های شدیدی در دال ایجاد شده است و بطور کلی خساراتی که ناشی از خارج از محور شدید میباشد با این ساختمان وارد گردیده است . نمونه های دیگری که خسارات وارده ناشی از ایجاد خارج از محور در ساختمان میباشد در رپاره ای دیگر از ساختمانهای شهر ماناگوا از جمله در ساختمان ۷ طبقه بتن آرمه مرکز تلفن (TELCOR) قابل ملاحظه است .

در ماناگوا علاوه بر صدماتی که زلزله به ساختمانها وارد ساخت بعلمت آتش سوزیهای شدیدی که متعاقب زلزله در نقاط مختلف شهر ایجاد شد خسارات و تلفات زیادی باین شهر وارد گردید و اضافه بر آن بعلمت هجوم دسته های غارتگر به شهر مشکلات جدیدی ایجاد شد بطوریکه تا مدت ها پس از وقوع زلزله حکومت قادر به کنترل اوضاع نبود و بخصوص

بعلت تمرکز شدید امور ریایخت تامدتها شیرازه امور کشور از هم گسیخته بود ، این نکته خطر تمرکز امور در يك نقطه و لزوم آمادگی قبلی شهرهای بزرگ مناطق زلزله خیز را برای مقابله با مشکلات ناشی از وقوع زلزله متذکر میسازد ، در انتهای این نشریه قسمتی از گزارشی که تحت عنوان " زلزله ماناگوا و مشکلات ناشی از بروز زلزله در يك شهر بزرگ " تهیه شده است بصورت پیوست اضافه شده و خصوصا " با مشابهنست تهران با شهر ماناگوا ، مسأله زلزله خیزی شهر تهران و لزوم آمادگی قبلی یا آوری گردیده است .

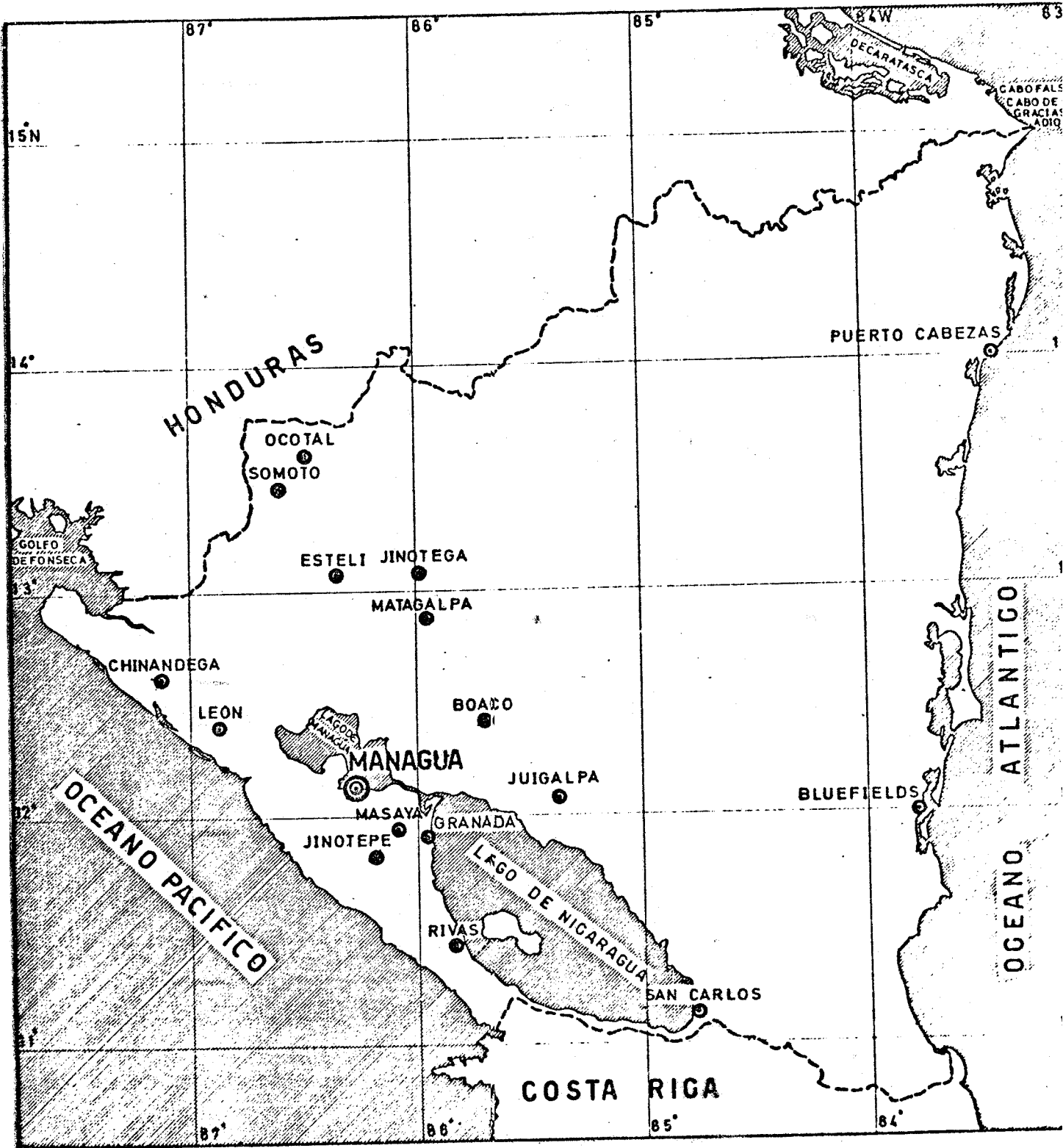
زلزله ماناگوا

مقدمه

زلزله ای کم عمق و با بزرگی (magnitude) ۶/۲۵ در روز ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ در ساعت شش و بیست و نه دقیقه صبح بوقت گرینویچ (حدود نیم ساعت بعد از نیمه شب بوقت محلی) در شهر ماناگوا پایتخت کشور آمریکا مرکزی نیکاراگوا روی داد که مطالعه آن در نوع خود آموزنده می باشد . خسارات و تلفات ناشی از این زلزله بسیار سنگین و عواقب آن برای کشور کوچک نیکاراگوا فوق العاده طاقت فرسا بود . کشور کوچک نیکاراگوا در آمریکا مرکزی واقع است و از شمال به کشور هوندوراس از مشرق به اوقیانوس اتلانتیک ، از جنوب به کشور کوستاریکا و از مغرب به اوقیانوس آرام محدود شده است ، با وجودیکه این کشور بین دو اوقیانوس آرام و اتلانتیک می باشد عمده شهرها و جمعیت آن از جمله پایتخت در طرف غرب کشور یعنی در حاشیه اوقیانوس آرام متمرکز شده است و از جمعیت دویلیون نفری نیکاراگوا بیش از چهارصد هزار نفر تا قبل از بروز زلزله در شهر ماناگوا می زیستند و پس از زلزله اکثر این جمعیت پایتخت را ترک کرده و به شهرهای کوچک مجاور کوچ داده شدند .

نگارنده پس از پنج ماه از وقوع زلزله موفق گردید منطقه آسیب دید مرا بازدید و مطالعاتی در داخل شهر که باسیم خاردار محصور و عبور و مرور در داخل آن تحت کنترل شد پیدا است بعمل آورد و با وجودیکه بیش از ه ماه از حد و ث زلزله گذشته بود و باره ای از ساختمانهای آسیب دیده را بکلی برچیده بودند نکات قابل توجهی برای مطالعه موجود بود .

زلزله ماناگوا از نوع زلزله های با بزرگی متوسط است و تلفات و خساراتی که از این زلزله عاید گردید با عدد بزرگی آن تناسب ندارد . مرکز زلزله در نزدیکی قسمت تجارتی و پر جمعیت شهر قرار داشت و زلزله در شعاع چند کیلومتر خسارات و خرابیهای زیادی به شهر وارد کرد .



بطورکلی تلفات ناشی از این زلزله ده هزار نفر زکشته است و میزان خسارات وارده حدود یک میلیارد دلار برآورد میگردد. علاوه بر خسارات و تلفات ناشی از زلزله و آتش سوزیهای پس از آن، مشکلات اجتماعی زیادی متعاقب بروز زلزله در شهر ماناگوا پدید آمد که هر یک در بهم ریختن ثبات یک کشور موثر است، قسمتی از این مشکلات در گزارش خاصی که تحت عنوان "زلزله ماناگوا و مشکلات ناشی از بروز زلزله در یک شهر بزرگ" جداگانه توسط نگارنده تهیه شده ذکر گردیده است و پاره ای از نکات مندرج در آن گزارش استخراج و پیوست این نشریه میباشد.

مرکز، بزرگی، عمق و شدت زلزله

زلزله در ساعت ۲۹ و ۶ دقیقه و ۵/۲ ثانیه صبح (بوقت گرینویچ) حادث شده است.

مرکز زلزله (Epicenter) با استفاده از نمودارهایی که در پایگاههای ورودست بدست آمده است ۸۶/۱ درجه طول غربی و ۱۲/۶ درجه عرض شمالی محاسبه شده است، این نقطه در حدود ۵ کیلومتری شمال شرق شهر ماناگوا میباشد و با منطقه ای که ملاحظات محلی از نظر مرکز زلزله مشخص میسازد تطبیق نمیکند. خرابیهای وارده نشان میدهد که مرکز زلزله مستقیماً در شهر ماناگوا قرار گرفته است. حتی در شهرهایی که حدود ۱۵ یا ۲۰ کیلومتر از ماناگوا فاصله دارد گرچه زلزله با شدت زیادی احساس شده است لکن خرابی بسیار نیامده است و بطورکلی شعاع منطقه آسیب دیده اصلی از چند کیلومتر تجاوز نمیکند.

عمق کانون (Focus) برابر ۵ کیلومتر محاسبه شده است و این عدد نشان میدهد که علت اصلی خرابیهای زیاد این زلزله نزدیک بودن کانون به سطح زمین بوده است.

بزرگی (Magnitude) زلزله ماناگواحد و $6/25$ محاسبه شده است که از نوع زلزله با بزرگی متوسط میباشد .

تخمین عدد مربوط به شدت زلزله (Intensity) در نقاط مختلف منطقه زلزله زده خالی از اشکال نمیشد و خرابیهای وارده در پاره ای نقاط شدت زیادی را بیان میکند در حالیکه در همان نقاط ساختمانهای تقریباً سالمی موجودند که با این شدت و یا شدت کمتر از آن باید کاملاً ویران میگرددند . از مجموع مطالعات تا حدودی میتوان نتیجه گرفت که حداکثر شدت در ناحیه محدودی در مرکز شهر ماناگوا باشدت X (مقیاس اصلاحی مرکالی) بوده است .

زلزله های پیش آیند و لرزش های پسین (Fore shocks and after shocks)

حدود ساعت قبل از وقوع زلزله اصلی ، زلزله خفیفی بوقوع می پیوندد و این زلزله باعث میشود که تعداد زیادی هراسان از ساختمانها خارج شده و در فضای باز سرگردانند و از حادثه زلزله اصلی جان سالم بدر ببرند .

پس از وقوع زلزله اصلی نیز تعداد زیادی لرزش پسین که بزرگی پاره ای از آنها قابل توجه بوده است بوقوع می پیوندد و پاره ای از این لرزش های پسین خود موجب بروز خسارات جدید بسا ساختمانهای آسیب دیده قبلی میگرددند . بفاصله کمتر از یک ساعت از وقوع زلزله اصلی (در ساعت $17:07$ دقیقه و $2/36$ ثانیه صبح بوقت گرینویچ) زلزله ای با بزرگی 5 در عمق 5 کیلومتری وجود و در دقیقه پس از آن (در ساعت $17:07$ دقیقه و 9 ثانیه صبح بوقت گرینویچ) زلزله دیگری با بزرگی $2/5$ در عمق 5 کیلومتری حادث میشود که هر دو زلزله موجب خسارات اضافی گردیدند .

نمودار شتاب نگار

در هنگام وقوع زلزله تعداد سه دستگاه شتاب نگار (Strong Motion accelerograph)

از نوع AR-240 در شهر ماناگوا و حوالی آن نصب بود که فقط یکی از آنها که در محل تصفیه خانه اسو (دره کیلومتری غربی شهر) قرار داشت نمودارهای شتاب زلزله و لرزشهای پسین را ثبت کرده است و از دو دستگاه دیگر (که تصادفاً در مرکز شهر و در منطقه قرار داشته که زلزله شدید تر بوده است) به علت عدم کنترل دقیق قبلی و ضعف باطری ها نموداری بدست نیامده است.

شتاب نگاری که در تصفیه خانه اسو قرار داشت زلزله پیش آیند را ثبت نکرد، لکن از ضربه اصلی و از تعداد ۲ لرزش پسین نمودارهایی ثبت نموده است که بین لرزشهای پسین زلزله های با بزرگی ۰ و بیش از آن موجود است.

نتایج نمودار ثبت شده از شتاب نگار تصفیه خانه اسو برای زلزله اصلی بشرح زیر می باشد:

مولفه افقی در جهت شرقی غربی ۰/۳۹ g

مولفه افقی در جهت شمالی جنوبی ۰/۳۴ g

مولفه قائم ۰/۳۳ g

بیشترین مقدار دامنه این نمودار از یک ثانیه پس از شروع حرکت دیده میشود که مدت ۰ ثانیه با دامنه زیاد ادامه می یابد و پس از آن برای ۰ ثانیه بعد دامنه نمودار کمتری بریدنوسان زیاد است (حالتی که برای ساختمانهای بلند حتی اگر مقدار شتاب کم باشد مطلوب نمیباشد).

علاوه بر سه دستگاه شتاب نگار هنگام بروز زلزله تعداد ۱۳ دستگاه

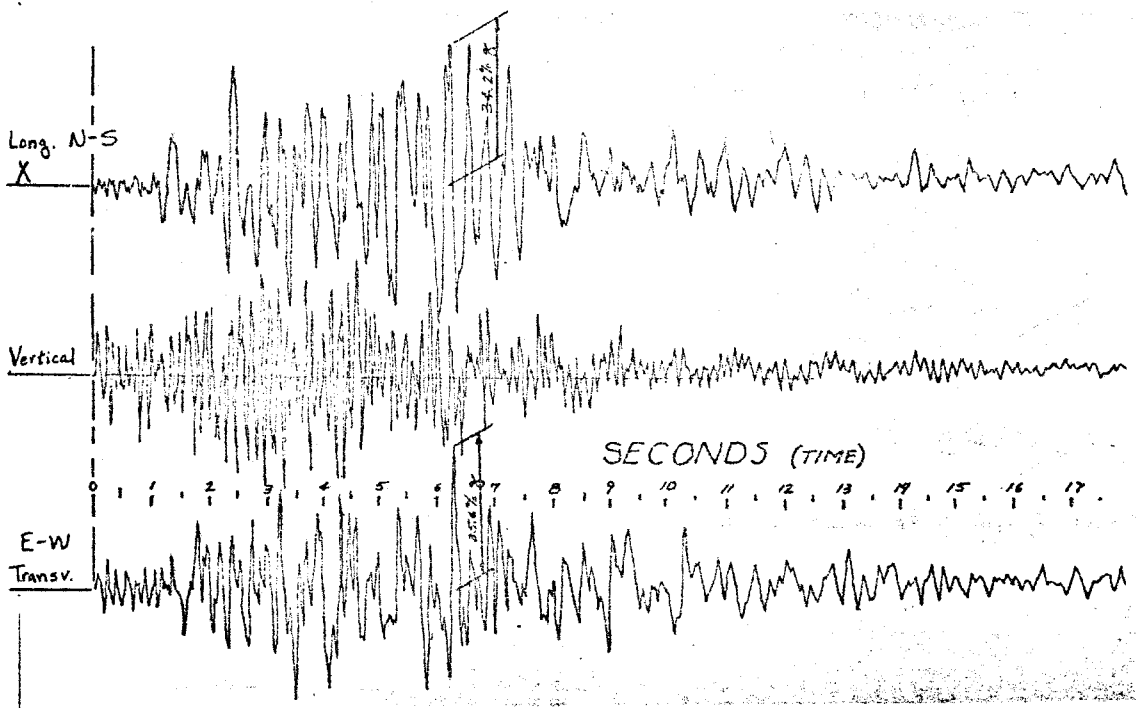
سسموسکوپ (Seismoscope) از نوع Wilmot در منطقه موجود بوده است که

پاره ای از آنها آثاری بر روی صفحه زیر ثبت کرده اند.

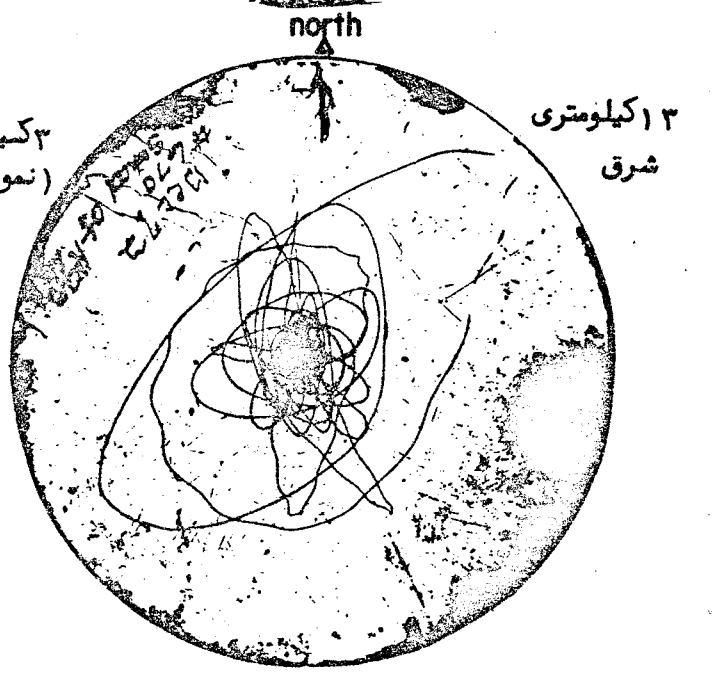
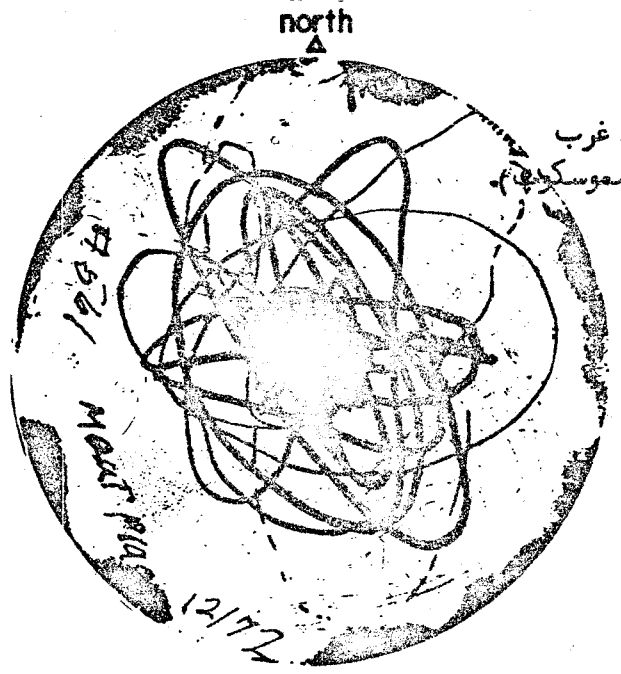
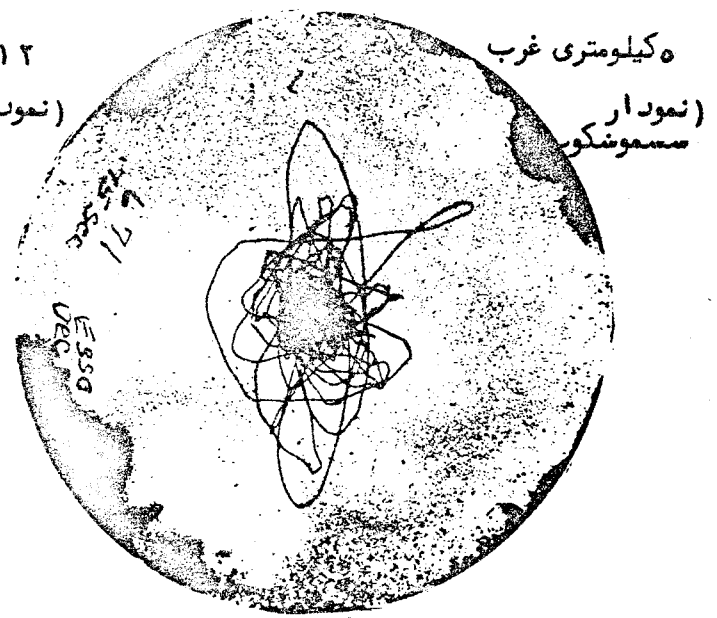
دو دستگاه از ۳ دستگاه سسموسکوپ در طبقات بالای ساختمان مرتفع
ه (طبقه بانک مرکزی نیکاراگوا) در مرکز شهر و در محلی که زلزله شدیدتر بوده است (قرارداشته است که متأسفانه بعلمت پرت شدن صفحه زیربخارج رقمی برای حداکثر شتاب در این نقطه بدست ندادند) یکی از شتابنگارها سازند در زیر زمین این ساختمان قرارداد داشت که نمودار مفیدی بدست نداد است.

از ۱ دستگاه سسموسکوپ که در روی زمین قرارداداشته دستگاه منحنی
رسم کرده اند و میتوانند قرینه ای برای تخمین اینکه شتاب حرکت در کدام قسمت
شهر بیشتر بوده است بدست دهند، این چهار دستگاه به ترتیب
شرق ۳، کیلومتری غرب، ۵ کیلومتری غرب و ۱۰ کیلومتری غرب ماناگوا قرارداداشته اند.
بقیه دستگاهها یا بعلمت خارج شدن منحنی از صفحه زیر و یا پرت شدن صفحه زیر
بخارج وحتى بعلمت اینکه پس از زلزله صفحات را بخوبی از دستگاه خارج ساخته
و داده آنها پاک شده است نتوانسته اند نتیجه ای بدست دهند.

مطالعه حداکثر تغییر مکان در سسموسکوپها و خصوصاً مقایسه و مقادار
حداکثر در منحنی های بدست آمده از سسموسکوپ اسو (۵ کیلومتری غرب ماناگوا)
و سسموسکوپ واقع در ۳ کیلومتری شرق ماناگوا نشان میدهد که حرکت زمین بتدریج
از غرب به شرق شدیدتر بوده است و ممکن است حداکثر شتاب در مرکز شهر و در محلی
که بانک مرکزی نیکاراگوا در آن قرارداد (و شتابنگار آن بعلمت ضعف با
و سسموسکوپها بعلمت خارج شدن صفحه زیر نتیجه ای را بدست ندادند) باشد.
از آنچه ذکر شد میتوان نتیجه گرفت که واقم حداکثر شتاب 0.39 برابر شتاب
ثقل زمین که از شتابنگار اسو بدست آمده است معرف حداکثر شتاب زلزله ماناگوا
نیست و در حوالی بانک مرکزی نیکاراگوا و قسمت مرکزی شهر شتاب حرکت بیشتر بوده
است.



نمودار شتاب نگار تصفیه خانه اسو (۵ کیلومتری غرب ماناگوا)



شهر ماناگوا با ارتفاع حدود ۰ متر از سطح متوسط آب دریاها به سرروی لایه های ضخیم خاکسترهای آتشفشانی و لاهها و مواد حاصله از آتشفشان در ساحل جنوبی دریاچه بزرگ و شور آب ماناگوا بنا شده است، این شهر در قسمت غربی کشور نیکاراگوا است که از مناطق فعال اوقیانوس آرام میباشد، در این منطقه تعدادی گسل (Fault) فعال وجود دارد که در نزدیکی ویا در داخل کشور نیکاراگوا و از جمله شهر ماناگوا است و این گسل ها بطور مستقیم یا غیر مستقیم در زلزله ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ مؤثر بوده اند.

بروز زلزله اخیر نیز همراه با پیدایش تعدادی گسل در شهر ماناگوا و حوالی آن بود، دو گسل اصلی تقریباً "بموازات هم و فاصله حدود ۰۰ متر از داخل شهر و در محلهایی که تکاثف نسبی جمعیت در آن محلها زیاد بوده است عبور نموده و علاوه بر آن چندین گسل فرعی تقریباً "بموازات هم پدیدار گردید که در ناحیه جنوب شرقی شهر قرار دارد. حد اکثر تغییر مکان افقی در این گسلها ۱ سانتیمتر و حد اکثر تغییر مکان قائم ۰ سانتیمتر گزارش شده است.

در باره ای از نقاط منطقه لغزش هائی (land - slide) دیده شد و این لغزش ها نیز به نوبه خود موجب خساراتی به ساختمانها و به سطح خیابانها گردید مانند در اطراف دریاچه کوچک tiscapa (که باقیمانده آتشفشان است و بصورت گودال بزرگ عمیق در جنوب شهر ماناگوا قرار دارد) لغزش های زیادی در شیب دیواره دریاچه بوجود آمده است و موجب خراب شدن تعدادی از ساختمانها که در اطراف این دریاچه بنا شده گردیده است، همچنین گزارش داده شده است که سطح آب این دریاچه همزمان با وقوع زلزله حدود ۰ سانتیمتر پایین آمده است.

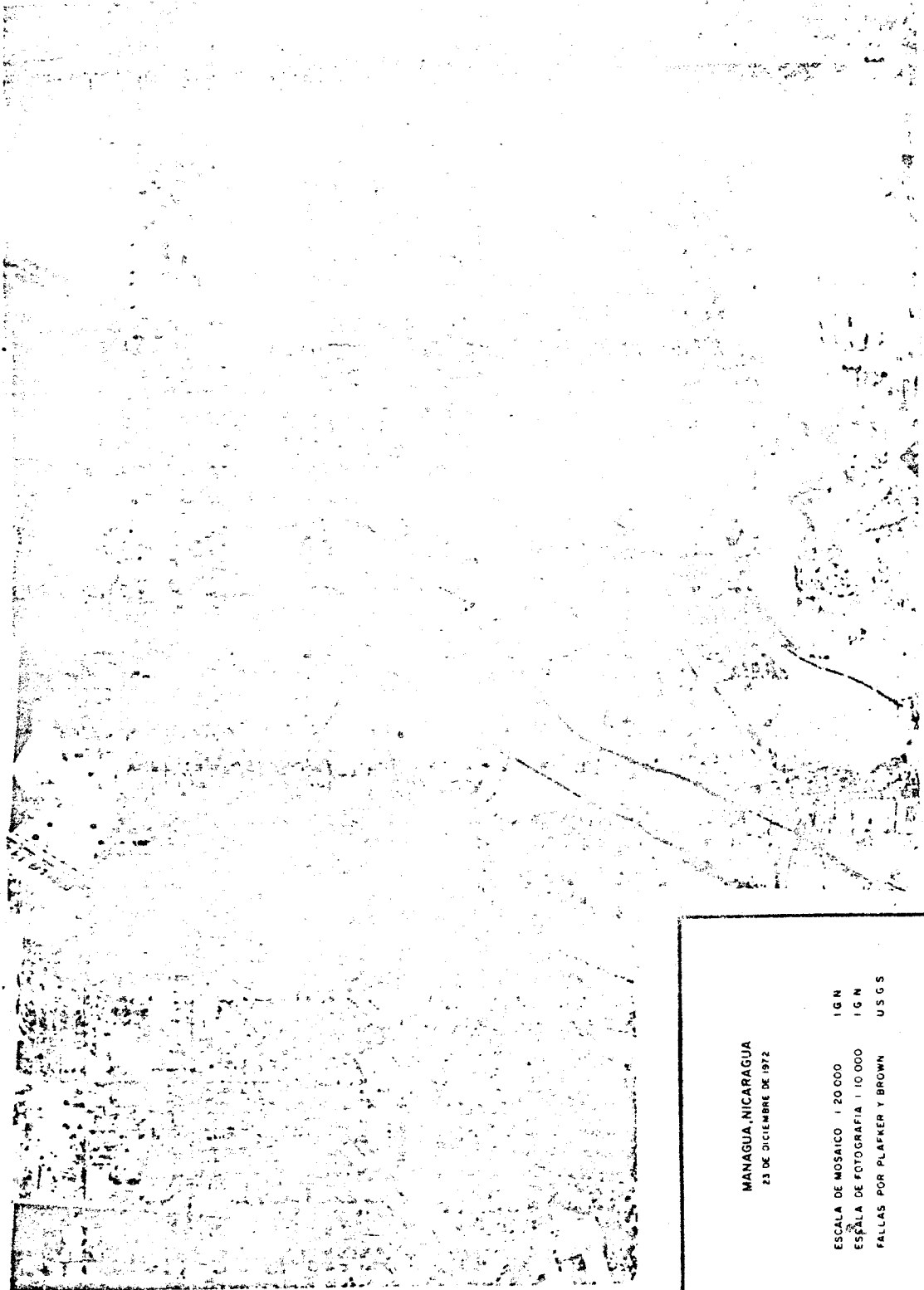
علاوه بر گسل ها و لغزش ها در پاره ای نقاط از جمله در اطراف استاد بوم بزرگ
شهرنشست های بزرگ (slump) در زمین ایجاد شده است که میتوان
این نشست رانشی از خراب شدن گالری های زیرزمینی متعلق بدوران
پیرسن قدیمی که این منطقه را اشغال کرده است دانست .



تغییر مکان افقی ۵ سانتی متر در جدول حاشیه خیابان

(این عکس از گزارش Earthquake Engineering Research Institute, U.S.A

گرفته شده است) .



MANAGUA, NICARAGUA
23 DE DICIEMBRE DE 1972

ESCALA DE MOSAICO 1:20 000 I G N
ESCALA DE FOTOGRAFIA 1:10 000 I G N
FALLAS POR PLAFKER Y BROWN U S G S

زلزله خیزی منطقه

در طول سه قرن گذشته در منطقه ماناگوا بارها زلزله حادث شده است. در سالهای ۱۶۴۸، ۱۶۵۱، ۱۶۶۳، ۱۸۴۴، ۱۸۸۱، ۱۸۸۵، ۱۹۰۷، ۱۹۰۷، ۱۹۱۸، ۱۹۲۶، و بالاخره در سالهای ۱۹۳۱ و ۱۹۶۸ میلادی در این منطقه زلزله های کم و بیش شدیدی روی داده است و پاره ای از این زلزله ها تلفات و خرابی زیاد ببار آورده است و بعضی با پیدایش گسلهائی (Faults) همراه بوده است. در زلزله ۳۱ مارس ۱۹۳۱ ماناگوا حدود ۱۱۰۰ نفر کشته شدند و بیش از ۱ میلیون دلار خسارت مالی وارد آمد (در آن تاریخ جمعیت ماناگوا حدود $\frac{1}{4}$ جمعیت فعلی و قریب ۷۰۰۰ نفر بود) در اثر این زلزله گسلی در ناحیه غربی شهر پیدار گشت که امتداد آن تقریباً "بموازات گسلهائی است که در زلزله اخیر نمایان شده است. در چهارم ژانویه سال ۱۹۶۸ در منطقه ماناگوا زلزله ای با بزرگی $6/4$ روی داد که گرچه این زلزله از نظر بزرگی در مقایسه با زلزله های مخرب از نوع زلزله کوچک بود لکن در منطقه ای بعرض ۲ کیلومتر و طول ۱۰ کیلومتر خساراتی بسا خفمانه ای سنتسی محلی وارد آورد.

بطور کلی قسمت غربی کشور نیکاراگوا در داخل کمربند زلزله ای و فعل و انفعالات آتشفشانی حاشیه اوقیانوس آرام می باشد و شهر ماناگوا در نزدیکی گروه کوههای آتشفشانی که در امتداد رشته آتشفشانهای آمریکای مرکزی است واقع شده است، تعدادی از این کوهها فعال بوده و در گذشته آتشفشانی هائی داشته اند. آخرین آتشفشانی در سال ۱۹۶۸ در نتیجه فعالیت آتشفشان CERRO NEGRO که در حدود ۷ کیلومتری شمال غربی ماناگوا است روی داد.

خسارات وارده از زلزله ماناگواد منطقه محدوده و فشارهای متمرکز گردیده است که از نظر آنکه این منطقه دارای ساختمانهای متنوع میباشد قابل توجه است. ساختمانهای مسکونی این شهر برای مقابله با زلزله متناسب نیست و عموماً "خشت و گلی" میباشد، گرچه پس از وقوع زلزله شدید سال ۱۹۳۱ در روش ساختمانی سنتی خشت و گلی تغییراتی داده شد و تحت تأثیر کشور اسپانیا نوع جدیدی از ساختمان خشت و گلی که در داخل دیوارهای آن تیرکهای چوبی بکار میرود بنام "torquezal" متداول گردید لکن این ساختمانها نیز عامل عمده تلفات زلزله اخیر بوده اند.

ساختمانهای آجری و ساختمانهای ساخته شده با بلوک بتنی نیز در گوشه و کنار شهر دیده میشوند که زلزله بآنها آسیب وارد کرده است و تعداد زیادی کاملاً خراب شده اند.

گذشته از ساختمانهای مسکونی و متعارف در شهر ماناگوا ساختمانهای مرتفع بتن آرمه بتعداد زیادی ساخته شده است که تعدادی از آنها در اثر زلزله بکلی خراب، تعدادی آسیب دیده و پاره ای بخوبی مقاومت کردند. ساختمانهای بتن آرمه با دیوار برشی (Shear Wall) توانسته اند تا حدود زیادی قابلیت خود را برای پایداری در برابر زلزله نشان دهند.

تعداد محدودی ساختمان کوچک و یک طبقه با اسکلت فلزی دیده شد که زلزله آسیبی بآنها وارد نساخته است. اصولاً "استفاده از اسکلت فولادی در شهر ماناگوا کمتر بعمل آمده است و تنها ساختمان مهم با اسکلت فولادی - ساختمان IBM است که طبقه میباشد و گذشته از آن در تعداد محدودی از

ازکارخانه ها و ساختمان بادخانه بزرگ از اسکلت فولادی استفاده شده است. سطح آب زیرزمینی در شهر ماناگوا حدود ۲۰ متر از سطح زمین می باشد و نوع زمین همانطوریکه قبلاً بیان شد ازلا و هاو خاکسترهای آتشفشانی تشکیل یافته است.

پی سازی ساختمانهای مهم عموماً از نوع شالوده گسترده می باشد و بطور کلی هیچگونه قرینه ای در آل بر خسارت به شالوده ها در محل ملاحظه نگردیده است.

کشور نیکاراگوا فاقد آئین نامه ساختمانی و آئین نامه ایمنی ساختمانها را برابر زلزله است و طرح ساختمانی مهم شهر ماناگوا اغلب بر اساس آئین نامه ساختمانی کشور آمریکا (uniform building code) و توسط مهندسان محاسب غیر محلی انجام گرفته است و با این ترتیب تعداد زیادی ساختمان در شهر ماناگوا یافت میشود که در طرح آنها نیروی زلزله مد نظر بود است (در طرح این ساختمانها اکثر زون سوم مندرج در (uniform building code) بعنوان زون زلزله خیزی اختیار شده است).

با وجودیکه تعداد زیادی از ساختمانها برای مقابله در برابر نیروی زلزله طرح شده اند مع الوصف بپاره ای از آنها صدمات زیاد وارد گشته است، در پاره از مناطق نظیر اطراف دریاچه Tiscapa بعلمت وضع خاص محلی و پدیدار شدن گسل (Fault) در نزدیکی ساختمان و لغزش زمین (Land slide) در همان محل ساختمانها خراب گردیده اند.

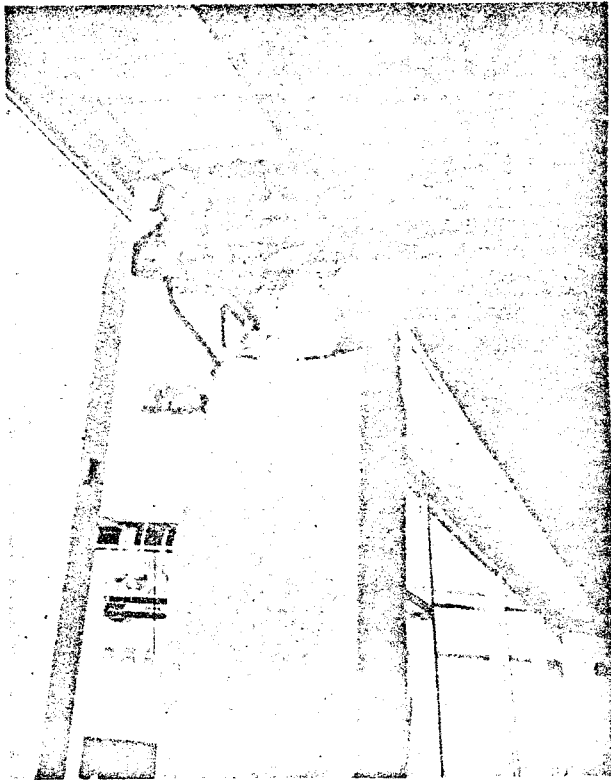
بطور کلی خسارات وارد به ساختمانهای مهم و جدید بیشتر ناشی از نقص اجرا بوده است و در ساختمانهای بتن آرمه خصوصاً بدون جنس بتن عامل عمده ای برای خرابیها می باشد، شن و ماسه مصرفی عموماً از سنگ پسا و

در پاره ای ساختمانها جزئیات بد اجرایی موجب خسارات شدیدی بساختمان شده بطور مثال میتوان عبور کانالهای تهویه را از داخل تیرپتن آرمه و یا عبور لوله نآودان از داخل ستون بتن آرمه را ذکر کرده در ساختمانهای ماناگوا خسارت وارده به دیوارهای ساخته شده با آجر مجوف اعم از دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی فوق العاده زیاد است . بدی اجرا در پاره ای از ساختمانهای بتن آرمه به نحوی است که گاه در جنب یک ساختمان خشت و گلی که از خرابی کامل در امان مانده است ساختمان بتن آرمه بزرگی خراب شده است .

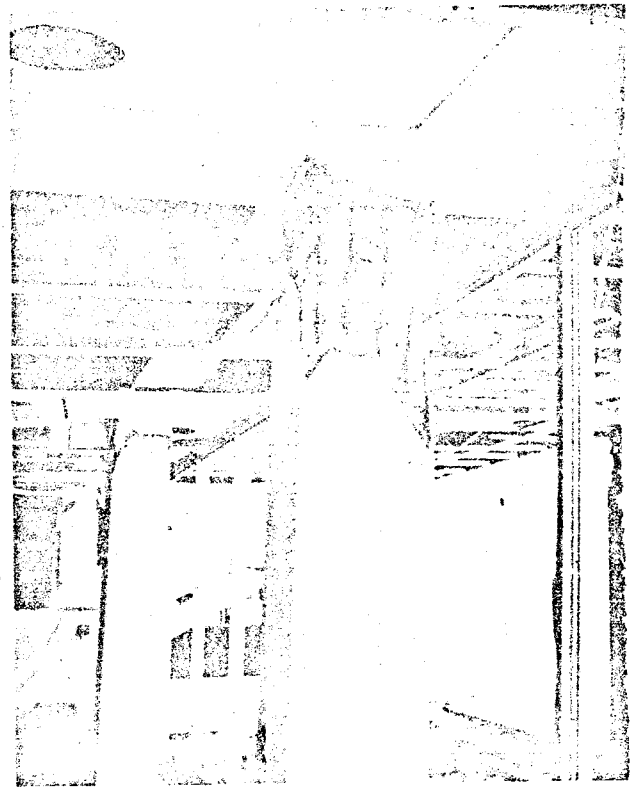
در این نشریه تعدادی از ساختمانها اعم از آنها که در اثر زلزله شدید آسیب دیده اند و یا آنها که کمتر خسارت دیده اند مورد بررسی قرار میگیرد .



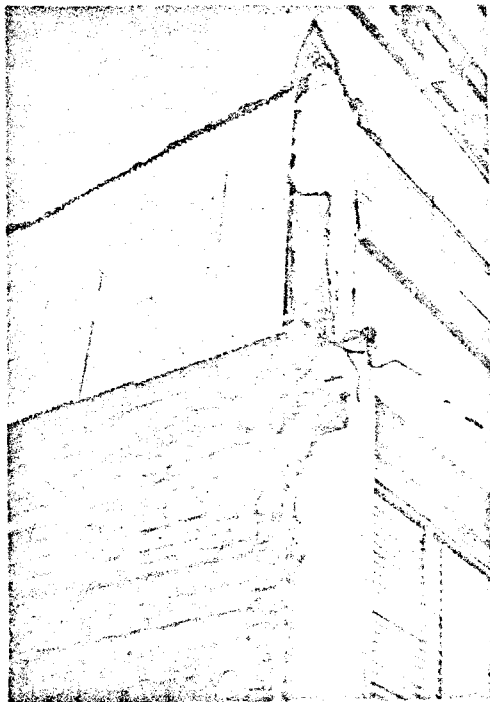
فرمان در جنب ساختمان طبقه بتن آرمه که کاملاً خراب شده است ساختمانهای خشت و گلی دیده میشود که گرچه شدیداً آسیب دیده لکن از خرابی کامل محفوظ مانده است



عبورلوله فاضلاب از داخل ستون
بتن آرمه

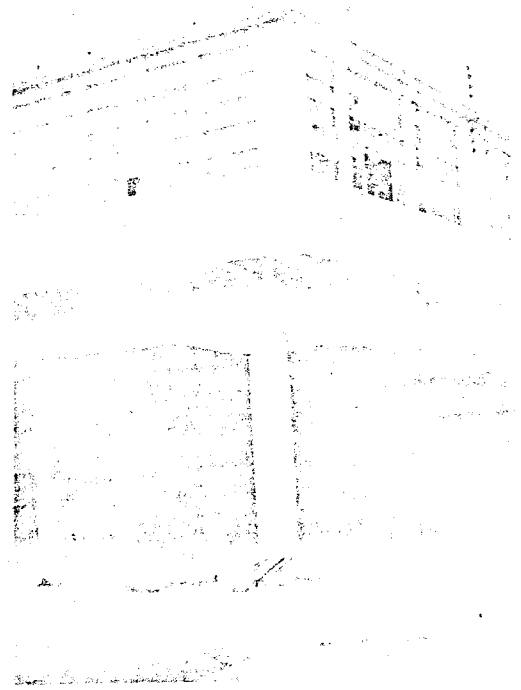


خسارت به ستونهای بتن آرمه در محل تلاقی باتیرها

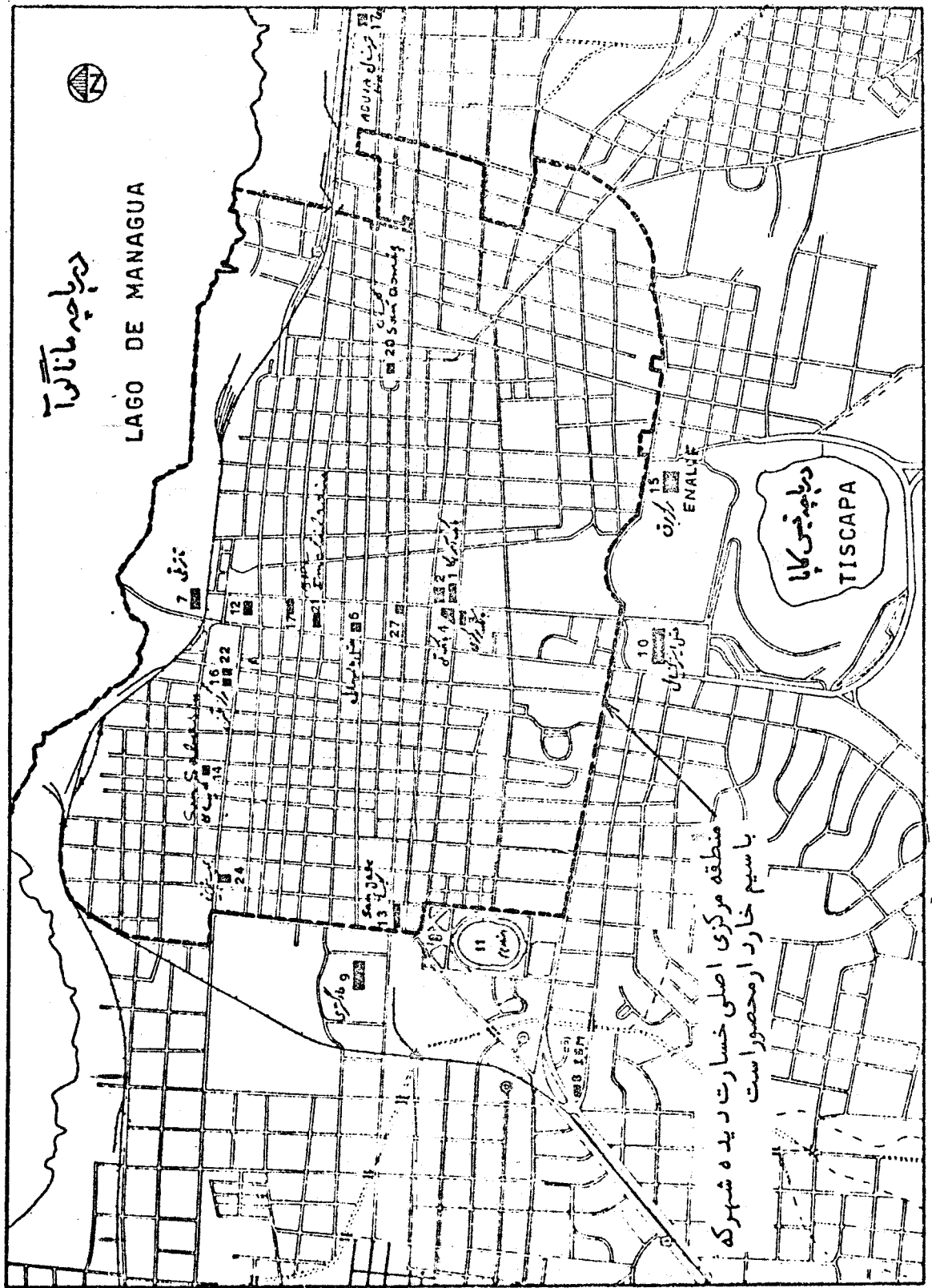


ساختمان فیلیپس

ساختمان بتن آرمه ۶ طبقه که در طبقه سوم ،
ستون گوشه ساختمان در بالا و پائین خرد شده
و قسمتی از دیوار خارجی نیز خراب شده است و



ساختمان در طبقه بتن آرمه باتیرهایی که دارای
ماهیچه است (ترك در ستون در محل تلاقی با
تیرناشی از بدی اجرای کار و عدم پیوند کافی است)



منطقه مرکزی اصلی خسارت دیده شهرکه
 باسیم خاردار ارمحصوراست

نقشه شهر ماناگوا و موقع سا خستمانها مهم

ساختمان بانك آمريكا (بانك خصوصي است كه با سرمايه مشترك سرمايه داران نيكارا گوا و سرمايه داران كاليفرنيا تأسيس شده) مهمترين ساختمان منطقه زلزله زده و حتى بلندترين ساختمان موجود در كشورهاي آمريكاي مركزي است. اين ساختمان در شديد ترين نقطه منطقه زلزله زده قرار گرفته و بخوبي از خطر خرابي در امان مانده است. ساختمان مستقيماً برروي گسل (Fault) نمي باشد ولي يك گسل اصلي در فاصله يكصد متري آن عبور نموده است.

ساختمان بانك آمريكا از بتن آرمه (باد يوارهاي برشي Shear Walls) ساخته شده است. طرح اين ساختمان بر مبناي آئين نامه كشور آمريكا (uniform Building code) توسط يك مهندس محاسب اهل كشور San Jose انجام گريده است. ساختمان در ۹ طبقه مي باشد كه در طبقه آن زير زمين و ۷ طبقه بالاي زمين است. طرح ستونهاي اطراف ساختمان بصورت صليبي است و مقطع آنها در دو امتداد ساختمان در اراي همان د ينرسي يكسان مي باشد. ساختمان بطور كلي در دو امتداد بصورت سيمتريك بوده و در قسمت وسط ديوارهاي برشي براي هسته مركزي تعبيه گريده است. بين دو قسمت ديوار برشي در هر امتداد شاه تيرهاي بتن آرمه با ارتفاع ۹ سانتيمتر قرار داده شده و با اين ترتيب چهار ديوار برشي كه در هر امتداد قرار دارد بوسيله چهار شاه تير قوي بيكد يگر متصل شده است. بمنظور عبور كانالهاي تهويه سوراخهاي بمقطع ۶۰ سانتيمتر در ۳۰ سانتيمتر در وسط شاه تيرهاي فوق تعبيه گريده است و در داخل بتن آهنهاي گرد اضافي پيش بيني وبصورت مورب در چهار گوشه هر كدام از اين سوراخها قرار داده شده است. ساختمان بانك آمريكا بهترين امتحان را در زلزله مانا گوا داد ولي در اشروع وجود

سوراخهای تهویه در داخل شاه تیر خطر عظیمی این ساختمان را تهدید نمود و بطور کلی عمده خسارتی که باین ساختمان وارد شد ناشی از وجود این سوراخها بود باین معنی که در کلیه طبقات درست در همین نقطه شاه تیرها آسیب دیده اند و اگر زلزله شدید تر بود همین نقاط ضعف باعث میگردد که کلیه سقفهای ساختمان فرود آید و ساختمان بطور کامل خراب شود و شاید در این حالت تشخیص اینکه علت اساسی خرابی ساختمان چیست کار آسانی نبود، این قبیل اشتباهات نشان میدهد که تاچه حد پاره ای نکات ساده و پیش پا افتاده میتواند در مقاومت یک ساختمان اثر گذارده ساختمان اساسی جالبی را در آستانه خرابی کامل قرار دهد.

بطور کلی در اثر تلاش برشی ناشی از نیروی زلزله کلیه شاه تیرهای طبقات در محل سوراخ تهویه خسارت دیده و بتن اطراف این سوراخها خرد شده است، این خسارت در شاه تیرهای خارجی بیش از شاه تیرهای داخلی و برای شاه تیرهاییکه در امتداد شرقی غربی قرار دارند بیش از شاه تیرهاییست که در امتداد شمال و جنوب میباشند، خسارت وارده به شاه تیرها در طبقات فوقانی بیش از طبقات تحتانی است و حتی در شاه تیر مربوط به بام که فاقد سوراخ تهویه میباشد شکافهای موربی ایجاد شد و تیغه آجری (با آجر مجوف) که در روی این شاه تیر قرار داشت خراب شد. (وقوع حریق در این قسمت ساختمان این خرابی را تشدید کرده است) با خورد شدن بتن اطراف سوراخهای تهویه تعدادی از صفحات آکوستیک پوشش سقف در همین محلها پائین افتاد و خسارت وارده به شاه تیرها مشهود شد.

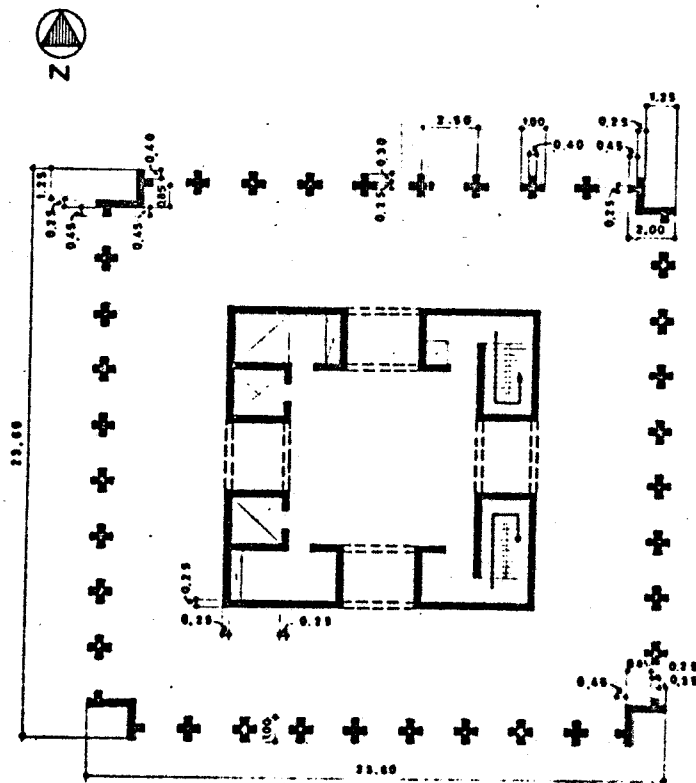
در اثر زلزله کلیه آسانسورهای این ساختمان به علت خارج شدن وزنه های تعادل از محل ریل مربوط خسارت دید و از حالت بهره برداری خارج شد و این امر نشان میدهد که با وقوع زلزله حتی در حالتی که ساختمان صدمه زیادی هم ندیده

باشد چگونه راه ارتباطی مکانیکی طبقات بالا به محوطه آزاد به سادگی قطع میشود
 و خصوصاً "چگونه" در این قبیل موارد، وقوع حریق متعاقب زلزله جان ساکنین را
 در معرض خطر قرار خواهد داد. در این ساختمان هیچگونه آسیبی به پله ها وارد
 نشد.

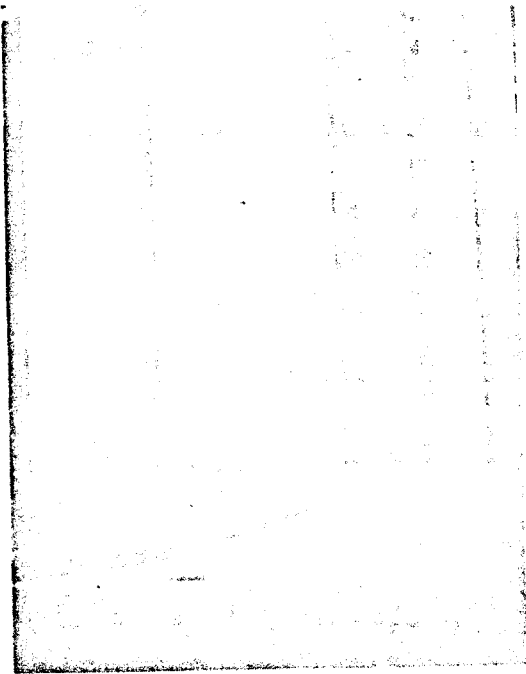
زلزله بدستگاه مولد برق ساختمان که باید برای موارد اضطراری مورد استفاده
 قرارگیرد خسارتی وارد نکرد و این دستگاه پس از زلزله قابل بهره برداری بود، این
 دستگاه بخوبی در بتن کف تثبیت و پیچ شده است.

به دیوارهای برشی این ساختمان صدمه ای وارد نگردید و تنها پاره ای ترکهای
 خیلی جزئی در پاره ای قسمتها دیده شده است.

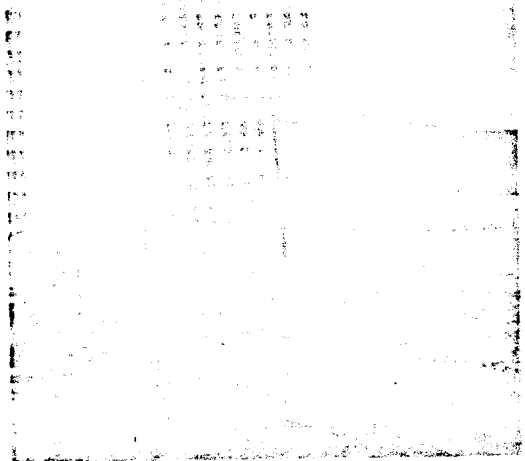
بطور کلی ساختمان بتن آرمه بانک آمریکا در زلزله ماناگوا امتحان خوبی داد و
 قابلیت استفاده از دیوارهای برشی را در ساختمان نشان داد.



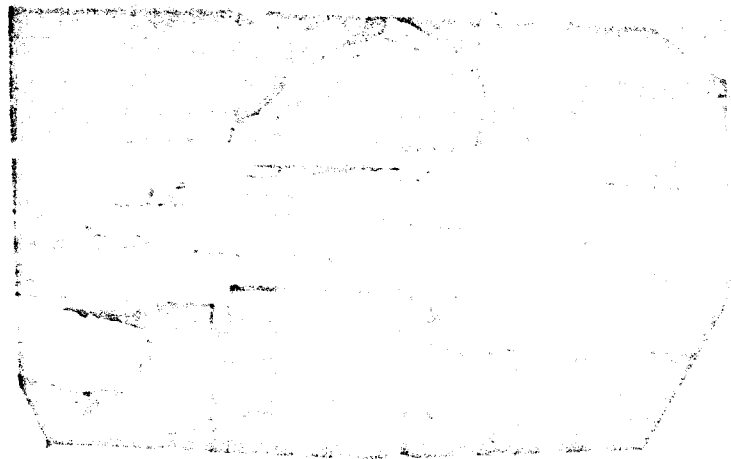
پلان ساختمان ۹ طبقه بانک آمریکا



ستونهای صلیبی بانک آمریکا



نمای ساختمان بانک آمریکا



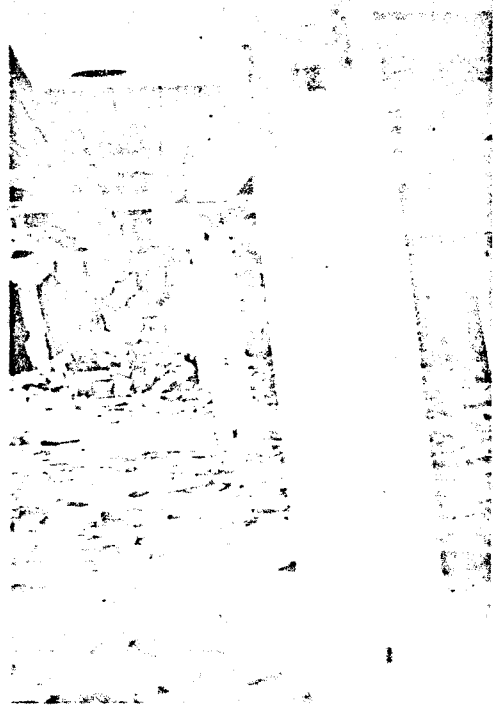
بانک آمریکا - خسارت به محل سوراخ تهویه در داخل تمبر

ساختمان جنب

ساختمان بتن آرمه سه طبقه ای است که با سیستم قاب ساخته شده است و فاقد دیوار برشی است، جدارهای طبقه هم کف ساختمان همیشه ای و در خارج از حد ساختمان قرار گرفته است. کف های ساختمان از نوع سقف با تیرک های پرفایبریکه و آجر مجوف ساخته شده است.

فاصله محورها تا محور ستونها در این ساختمان در یک امتداد ۵/۷ متر و در امتداد دیگر ۴ متر می باشد و ابعاد ظاهری تیرها بنظر کافی میرسد، ابعاد مقطع ستونها در طبقه هم کف ۰۳ سانتی متر در ۰۳ سانتی متر است.

در اثر زلزله قسمتهایی از این ساختمان به کلی خراب شده است و قسمتهایی دیگر شدیداً آسیب دیده است، عمده خرابی در ستونها ایجاد شده و این آسیب در نقاط بالا و پایین ستونها می باشد، ملاحظه محلی در نقاط شکاف خوردگی ستونها نشان میدهد که فاصله تنگ ها در این دو محل زیاد است.





ساختمان سه طبقه بتن آرمه جنب بانک آمریکا
(این قسمت به کلی خراب شده است)



خرابی دربالا و پائین ستونها

ساختمان بانك مرکزی نیکاراگوآ پس از ساختمان بانك آمریکا مرتفع ترین ساختمان منطقه زلزله زده است، این ساختمان ۶ طبقه بتن آرمه (بازیرزمین) در مقابل ساختمان بانك آمریکا و در شدید ترین نقطه منطقه زلزله زده قرار گرفته است. در زیرزمین این ساختمان يك دستگاه شتاب نگار (Strong Motion accelerograph) و يك دستگاه شتاب نما (seismoscope) و در طبقات بالای ساختمان دو عدد دستگاه شتاب نما نصب گردیده است لکن از هیچکدام از این دستگاهها نموداری که مفید باشد بدست نیامد، دستگاه شتاب نگار زیرزمین بعلمت ضعف باطری در موقع وقوع زلزله بکار نیافتاده است و صفحه زیر شتاب نماها در طبقات فوقانی بخارج از دستگاه پرت شده و اثر مفیدی بر روی صفحه رسم نشده است.

بانك مرکزی نیکاراگوآ از يك ساختمان بلند و يك سالن بزرگ يك طبقه تشکیل یافته است، تالار بانك که در جنوب ساختمان اصلی ساخته شده و آن مرتبط بوده است در اثر زلزله بکلی ویران شد، این ساختمان بصورت دایره ای بر روی ستونهای بتن آرمه و يك تیر حلقه بتن آرمه ساخته شده است، فاصله بین ستونها بوسیله دیوارهای آجری با آجر مجوف پر شده و پوشش سقف با خریای باد هانه بزرگ انجام شده، در نتیجه زلزله تمام سقف فرود آمد و همچنین تیروستونها ی بتن آرمه خراب شده است.

بلان ساختمان اصلی بانك مرکزی نیکاراگوآ بصورت يك مربع مستطیل کشیده بطول ۸ متر و عرض ۵ متر است، در امتداد طولی ۳۲ ستون که فاصله محور تا محور آنها ۵/۰ متر است قرار گرفته و ساختمان با سیستم قاب در جهت عرضی ساخته

شده است تیرهای این قاب به چهار قسمت مساوی تقسیم گردیده و در دو قسمت ابتدا و انتها عرض تیرها بیک باره پهن تر می باشد از طبقه چهارم به بالا تعداد ستونهای ساختمان اضافه شده و ستونهای داخلی بر روی تیرهای طبقه چهارم قرار داده شده است .

• ر ضلع شرقی ساختمان (در امتداد عرض) تعداد ۱۰ ستون قرار دارد که فاصله محورتا محورتا آنها ۵ / ۱ متر است و بین این ستونها پنجره قرار گرفته و در ضلع غربی تمام فاصله بین دو گوشه ساختمان با دیوار آجری در کلیه طبقات پر شده است . بطوریکه در پلان ساختمان دیده میشود در یک طرف ساختمان دیوارهای برشی (Shear Walls) بطور غیر قرینه و با توزیع غیر مناسبی در اطراف آسانسورها و قفسه پله ساخته شده است ، توزیع این دیوارها طوریست که باید نظر معلوم میشود که خروج از محور شدیدی خصوصاً در امتداد عرضی در طرح این ساختمان موجود است .

ساختمان بانک مرکزی نیکاراگوا با ضریب زلزله نسبتاً " بزرگ " (۲ درصد شتاب ثقل زمین) طرح و در سال ۱۹۶۲ ساخته شده است ، محاسبات بتن آرمه این ساختمان بر طبق آئین نامه سال ۱۹۵۶ بتن آرمه کشور آمریکا (A C I) انجام گرفته و در محاسبات چنین فرض شده است که تمام بار جانبی بوسیله قاب ها جذب شود . زلزله ۲۳ دسامبر ۱۹۷۳ باین ساختمان خساراتی وارد کرد و علاوه بر آنکه تالار بزرگ جنب ساختمان مرتفع بکلی ویران شد این ساختمان نیز صدمه هائی دید لکن از خرابی کامل در امان ماند .

وجود دیوارهای برشی غیر متناسب باعث گردید که اثر ناشی از پیچش (Torsion)

در این ساختمان خساراتی وارد سازد ، در نزدیکی دیوارهای برشی اطراف آسانسورها و قفسه پله ترکهایی در دال بتن آرمه کفها ایجاد گردید که عرض آنها گاه

تا ۵ / ۱ سانتیمتر میرسید ، این شکافها در کلیه طبقات ساختمان و درست در همین منطقه ایجاد شد . با توجه باینکه دیوارهای برشی دارای رزیدته زیادی میباشند و این دیوارها بطور غیر یکنواخت در پلان ساختمان توزیع شده اند مرکز رزیدته عناصر مختلف ساختمان با مرکز اثر نیروی جانبی فاصله زیادی داشته است و بروز این شکافها در اطراف دیوارهای برشی حکایت از وجود پیچش (torsion) شدیدی در ساختمان میکند خصوصا " اینکه خارج از محور بودن نیروی جانبی در جهت عرضی ساختمان که شرقی غربی است بیشتر است و با توجه به پرت شدن صفحات زیر سمسکوپ ها بطرف شرق و توضیحاتی که قبلا در مورد نمودار شتاب نگار تصفیه خانه سوداره شد شتاب حرکت در جهت شرقی غربی بیشتر بوده است .

در هیچیک از ستونهای ساختمان خرابی شدیدی در اثر زلزله بیار نیامد و تنها در تعدادی از آنها خراشها و ریختگی هایی در بتن ملاحظه شد . بطور کلی در تیرهای ساختمان نیز خسارتی ملاحظه نگردیده است و تنها در يك مورد در طبقه هشتم ساختمان در محل تلاقی تیر با ستون گوشه جنوب شرقی شکافی در این محل در قسمت زیرین تیوروز گردیده است .

فاصله بین کف طبقات و زیر پنجره ها در کلیه طبقات باد یوار آجری (ساخته شده با آجر مجوف) پر شده است و در اثر زلزله اغلب این دیوارها خراب گردیدند . در ضلع غربی ساختمان نیز که فاصله بین دو ستون در گوشه ساختمان باد یوار آجری از نوع آجر مجوف پر شده است این دیوارها خسارت دیده اند و در کلیه طبقات در محل کف ها شکاف خوردند .

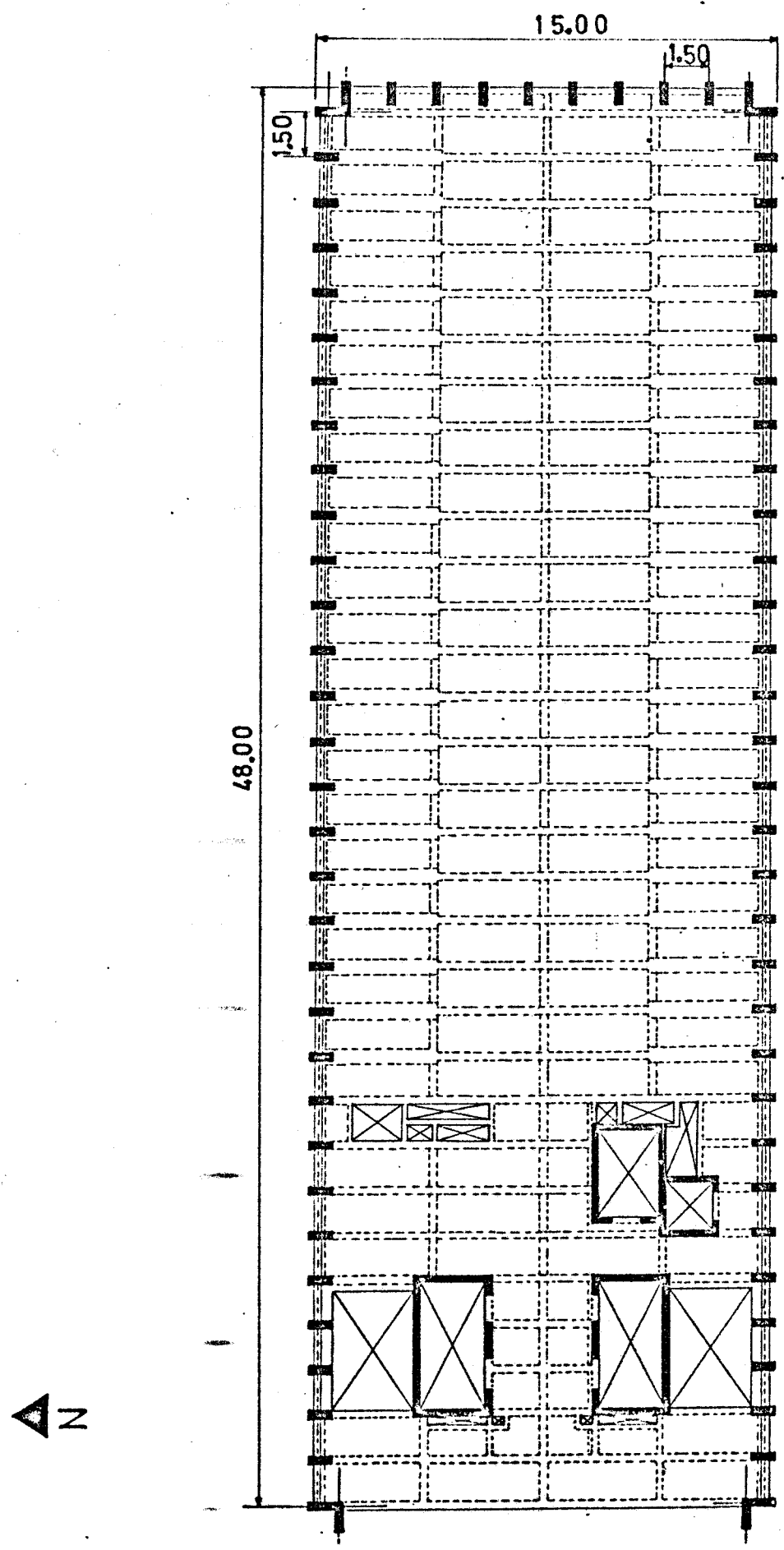
علاوه بر خسارات فوق به اطاقک روی بام این ساختمان شدیدا " صدمه وارد آمد و دیوارهای آن خرد گردید . در این اطاقک منبع آب روی ساختمان در جای

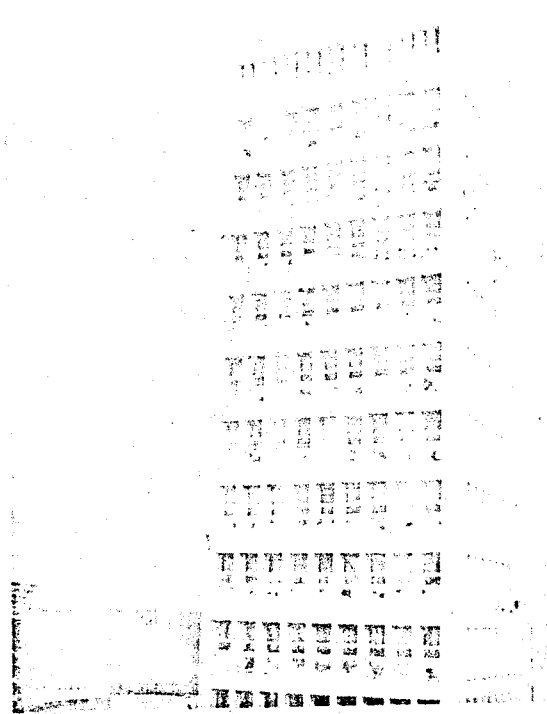
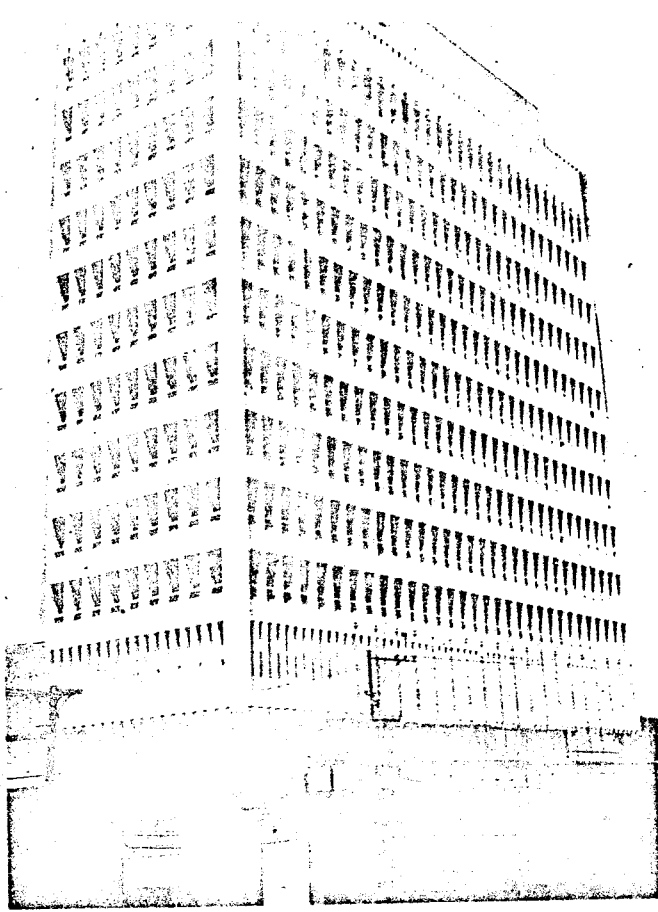
خود لغزش شدید پیدا کرده و حتی لوله متصل به منبع شکسته است ، همچنین
موتور ژنراتور سنگه آسانسور لغزش داشته است . با آسانسورهای ساختمان نیز
خساراتی وارد آمده است .

بطور کلی خسارت وارد به ساختمان بانک مرکزی نیکاراگوا (ساختمان حساب
شده با قاب های بتن آرمه) خصوصاً در مقایسه با ساختمان مقابل آن (ساختمان
بانک آمریکا - ساختمان بتن آرمه با دیوار برشی) خیلی زیاد بود و برتری طرح
ساختمان بانک آمریکا را خوبی روشن میسازد .

نکته قابل توجه در نحوه عمل ساختمان مرتفع بانک مرکزی نیکاراگوا اثری
است که بعلاقت قابل توجه بودن دامنه نوسان این ساختمان به تیرهای بتن آرمه
پشت بند ساختمان وارد آمده است ، در ارتفاع حدود ۱ متر از کف زیر زمین این
ساختمان و تیر بتن آرمه بابعاد ۳ سانتیمتر در ۳ سانتیمتر از ستونهای خارجی
طرف غرب ساختمان خارج شده و این تیرها از بالای سطح شیب دار (که محل
عبور اتومبیلهاست) عبور کرده و به شالوده دیوار مقابل بسته شده است ، گرچه
هدف از قرار دادن این تیرها معلوم نشد ولی خرد شدن هر دو آنها در محل تلاقی
با ستونها معرف حرکت قابل توجه ساختمان میباشد . آرماتورهای موجود در این
تیر عدد آهن گرد آج دار قطر ۶ میلیمتر بود و در فاصله ۵ سانتیمتر که تیر خرد
شده است اثری از رگایی در آن دیده نشد .

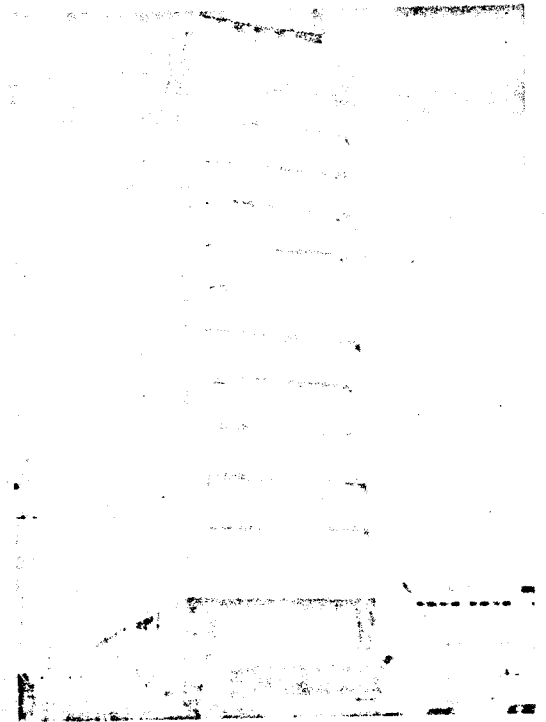
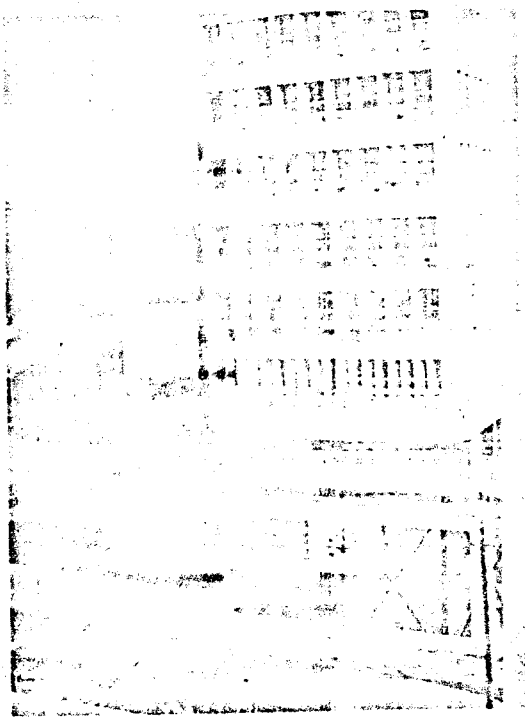
پلان طبقات زیرین ساختمان بانک مرکزی نیکاراگوئه (تا طبقه چهارم)





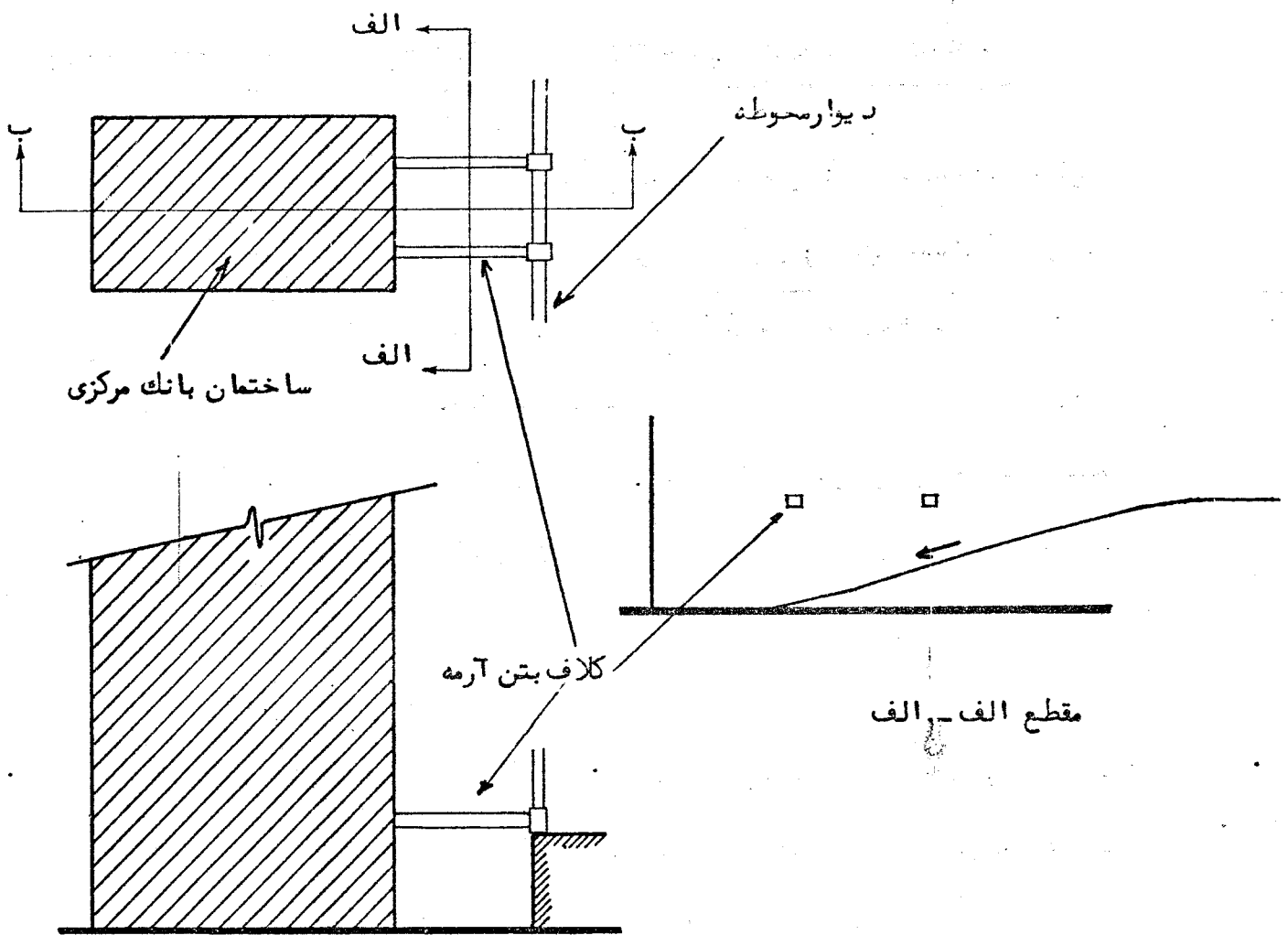
خرابی در دیوارهای مجوف زیرینجره ها
در بانك مرکزی نیکاراگوآ

بانك مرکزی نیکاراگوآ قبل از زلزله



خسارت به دیوارهای زیرینجره ها
(در این عکس سالن بزرگ بانك که سقف آن
بکلی فرود آمده است دیده میشود)

خسارت به دیوارهای خارجی در نمای غربی



مقطع ب-ب



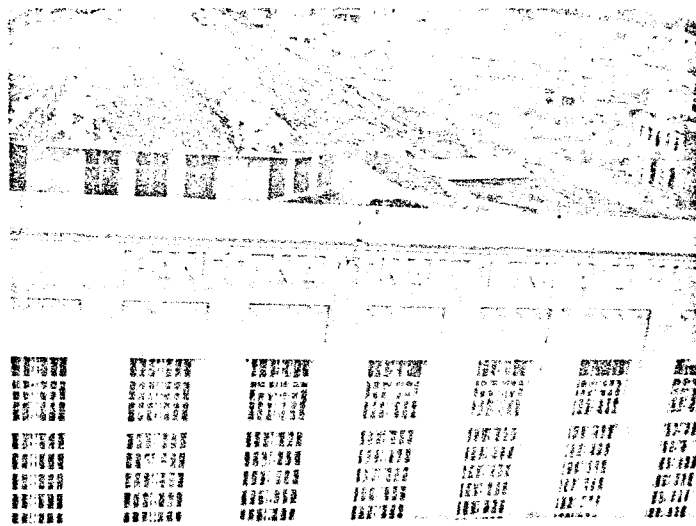
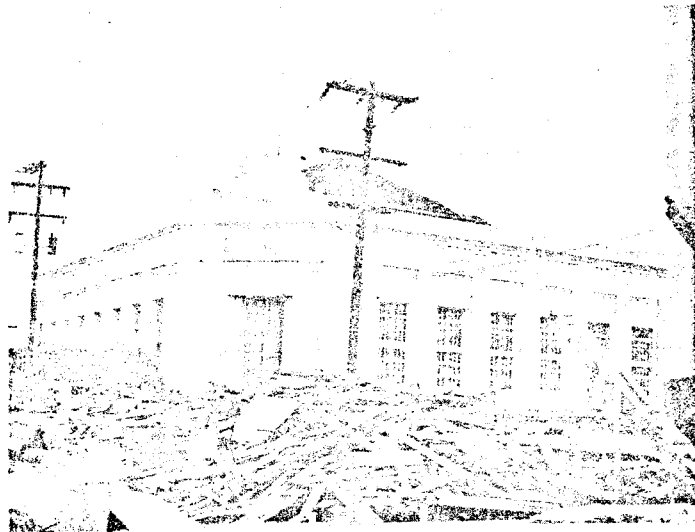
بانك مرکزی نیکاراگوا (اتصال ستونهای ساختمان اصلی به دیوار محوطه با کلاف بتن آرمه)

ساختمان يك طبقه بانك ملی در نزد یکی ساختمان بانك آمریکا و بانك مرکزی نیکارا گوا قرار گرفته است، این ساختمان در سال ۱۹۳۸ (یعنی چند سال پس از زلزله شدید سال ۱۹۳۱ ماناگوا) بنا شده در سال ۱۹۷۰ نیز یک ساختمان در طبقه دیگر به این بانك اضافه شده است.

ساختمان اصلی يك طبقه بانك ملی با ستونهای قطور بتن آرمه و سقف بلند گنبدی بتن آرمه ساخته شده و در فاصله ستونها دیوارهای بتن آرمه قرار گرفته است و بطور کلی طرح ساختمان از نظر مقاومت در برابر زلزله خوب میباشد. اجرای ایمن ساختمان بخوبی صورت گرفته است و نوع بتن مصرفی از نظر مقاومت با نوع بتن سایر ساختمانها قابل مقایسه نیست. هنگام بازدید نگارنده از این ساختمان ملاحظه شد که مشغول نمونه برداری از بتن ستونها میباشند و نوع نمونه هایشان میدان که بتن این ستونها بر مراتب بهتر از بتن ساختمانهای جدید است.

این ساختمان در برابر زلزله بخوبی مقاومت کرده است و خسارت وارده بر آن از پاره ای از ترك های جزئی در دیوارها و ریخته شدن سفال های روی بام آن تجاوز نمیکند.

ساختمان در طبقه جدید از قابهای بتن آرمه و دیوارهای با آجر مجوف ساخته شده است و گرچه زلزله موجب خراب شدن این ساختمان نگردیده لکن خسارت زیادی به ساختمان و خصوصا به دیوارهای بین ستونها وارد کرده است.



قسمت قدیمی ساختمان بانک ملی نیکاراگوا، سقف بتن آرمه گنبدی
 (خسارت وارده باین ساختمان از یاره ترکهای جزئی در دیوارها و
 ریخته شدن سفال های روی سقف گنبدی تجاوز نمیکند)

ازد و میلیون نفر جمعیت نیکاراگوآ تعداد یکصد و چهل هزار نفر کارکنان دولت در این سازمان بیمه هستند و باین جهت این سازمان ساختمانهای متعددی در مناطق مختلف کشور بنا کرده است. در شهر ماناگوآ نیز تعدادی ساختمان متعلق باین سازمان وجود دارد که عموماً "خراب شده و یا شدیداً خسارت دیده اند ولی پاره ای از این ساختمانها خسارت کمتری دیده است.

ساختمان مرکزیه های اجتماعی از ساختمانهای مهمی است که در منطقه ای از ماناگوآ که زلزله در آن منطقه شدید بود است قرار گرفته و با وجود یک زلزله خساراتی باین ساختمان وارد کرده است از خرابی کامل محفوظ مانده است.

این ساختمان خیلی لوکس و درده طبقه (بازیرزمین) از بتن آرمه با سیستم قاب سلاخته شده است و دیوارهای خارجی ساختمان شیشه ای و دیوارهای جداکننده داخلی اغلب از تخته میباشد.

فاصله ستونهای ساختمان در یک امتداد ۷ متر و در امتداد دیگر ۷ متر میباشد و رویهمرفته ساختمان خیلی انعطاف پذیر (flexible) است طبقه زیرزمین و طبقه هم کف ساختمان در سطح وسیع تری قرار گرفته و بعد از آن ساختمان در سطح کمتری ساخته شده است و در حقیقت نمای ساختمان بشکل یک T وارونه میباشد. ساختمان در روی بام دارای اتاقی بوده که قسمتهای مکانیکی مربوط با سانسورها در آن قرار داشته است.

کف های این ساختمان با استفاده از بلوکهای توخالی بتنی شطرنجی-از بتن آرمه ساخته شده و تشکیل کف های رژدی را داده است.

صرفنظر از ترک‌های ریزی که در محل اتصال تیروستون و در ارتفاع يك متری کف در یکی از ستون‌های طبقه دهم ملاحظه شد اصولاً "زلزله خسارت عمده ای به اسکلت این ساختمان وارد نکرده است ولی تیغه های آجری ساختمان (خصوصاً در طبقات بالا) خسارت زیادی دیده اند ، همچنین تعداد زیادی از شیشه های ساختمان شکسته است .

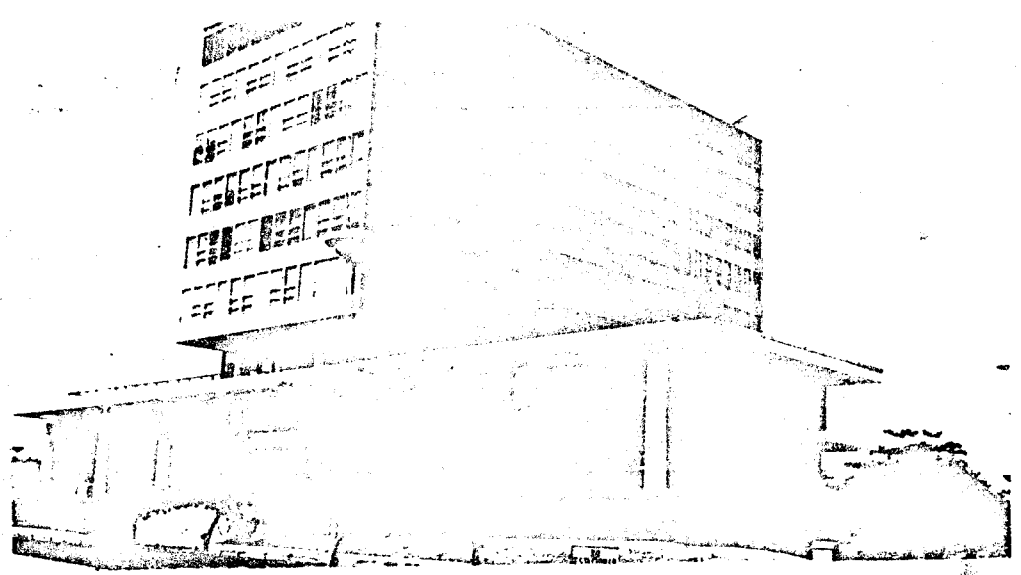
بزرگترین صدمه ای که باین ساختمان وارد شده است خراب شدن اطاق روی بام است که محل قرارگرفتن تجهیزات مربوط با سانسور و تعدادی تابلو برق بوده و تمام این تجهیزات در زیر دال بتن آرمه سنگین سقف باقی مانده است .

سقف این اطاق بر روی چهار عدد ستون که در یک امتداد با فاصله ۷ متر و در امتداد دیگر با فاصله ۵ / ۷ متر از هم قرار دارند از دال بتن آرمه سنگینی ساخته شده است . این دال همچنین در چهار طرف بصورت طره از ستونها خارج شده و دهانه طره هادر يك امتداد ۲ متر و در امتداد دیگر ۱ متر است .

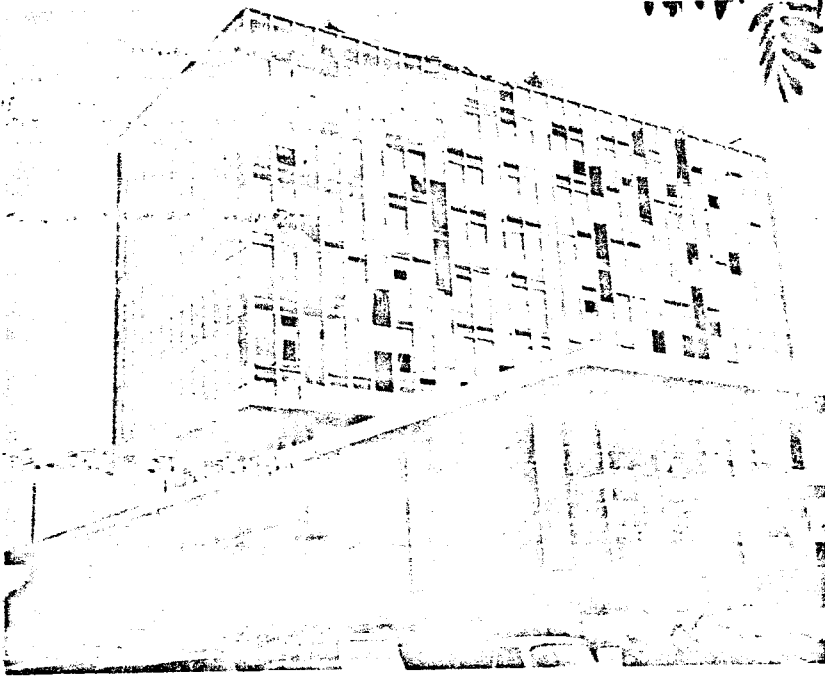
ابعاد مقطع ستونها . ۴ سانتی متر در . ۴ سانتی متر است و هر کدام دارای ۴ عدد آرماتور آج دار بقطر ۳ میلیمتر میباشند ، فاصله رگابیهای ستونها از هم حدود ۵ سانتی متر بوده و بتعداد کافی و زیاد رگابی در ستونها قرار داده شده است لکن بعد هسته داخلی ستون از ۲ سانتی متر تجاوز نمیکنند و در نتیجه مقاومت ستونها برای جذب فرم خمش چندان زیاد نمیشود .

همانطوریکه گفته شد علاوه بر این ساختمان سازمان بیمه های اجتماعی دارای ساختمانها و مراکز درمانی دیگری در شهرمانا گواکه بآنها آسیب فراوان رسیده است از جمله ساختمان ۶ طبقه بتن آرمه است که بطور کامل خراب شده و در اثر زلزله کفها روی هم چیده شده است ، ملاحظه محلی نشان میدهد که نوع بتن این ساختمان فوق العاده ضعیف است .

ساختمان مرکزیه های
اجتماعی (قبل زلزله)



ساختمان مرکزیه های اجتماعی
بعد از زلزله
(در این عکس خراب شدن اتاق
روی بام و خورد شدن جدار
شیشه ای ساختمان ملاحظه میشود)



ساختمان مرکزیه های اجتماعی

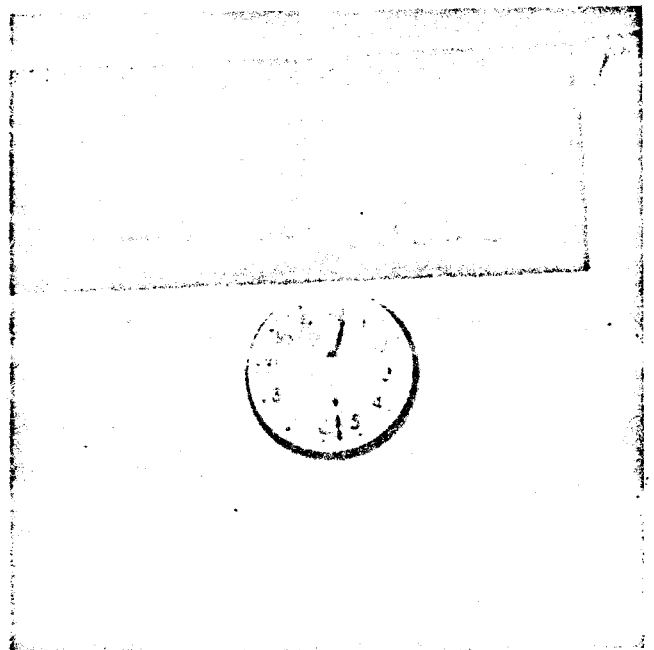
خسارت به دیواره های داخلی

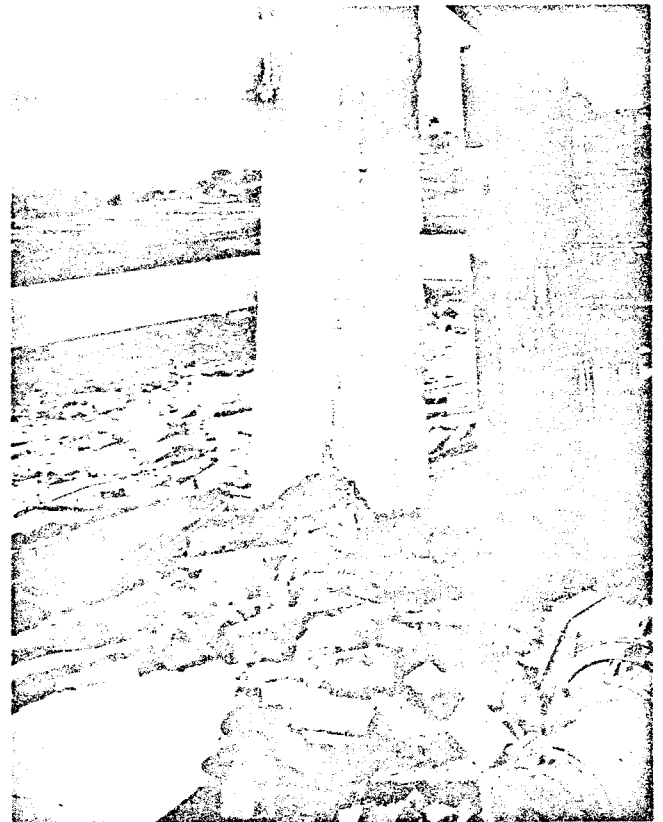
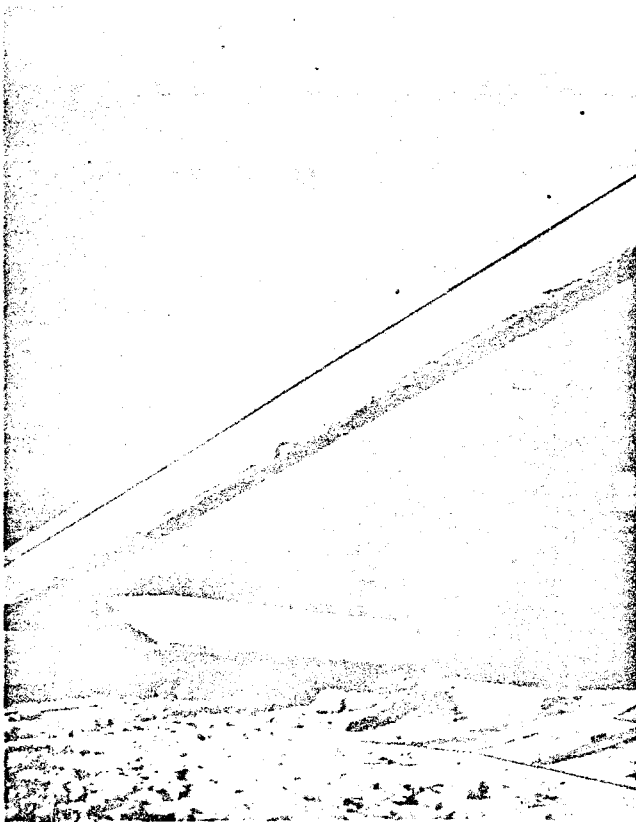
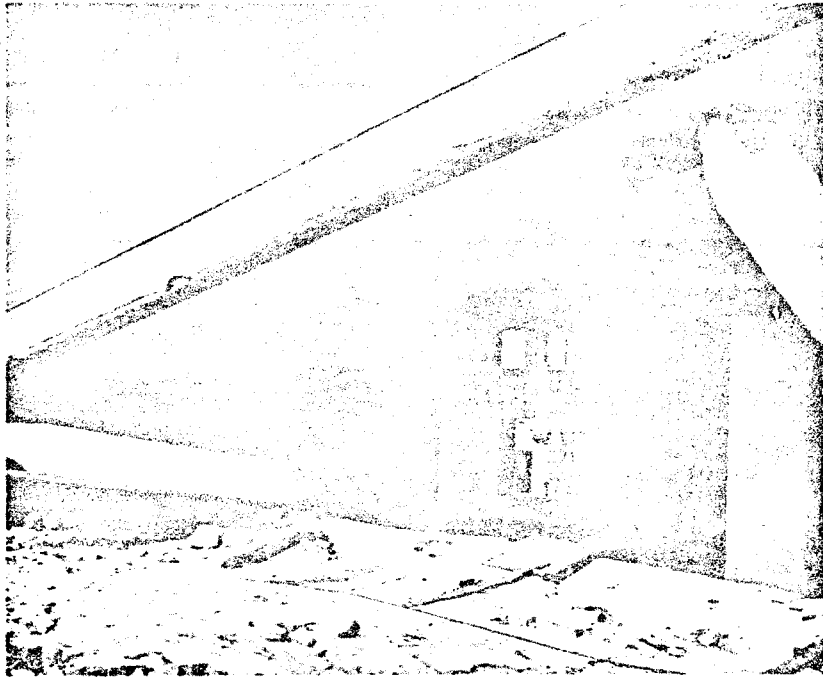
(در این عکس ساعت دیواری این

ساختمان که در اثر زلزله از کار افتاده

وساعت حد و ثقل زلزله را نشان میدهد

دیده میشود)

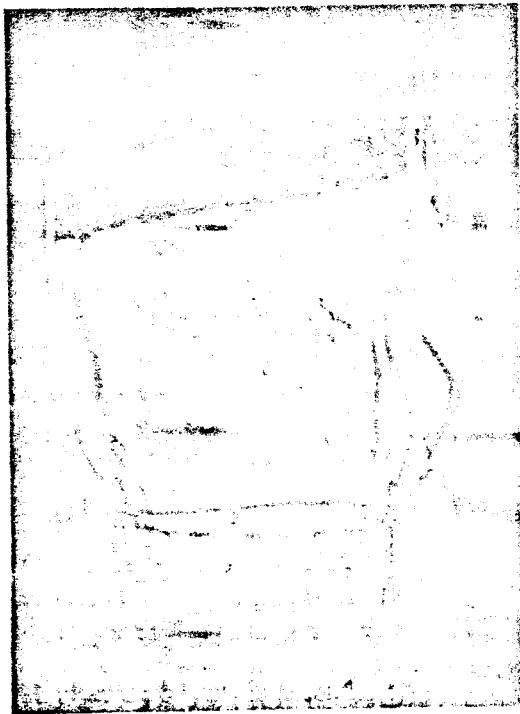




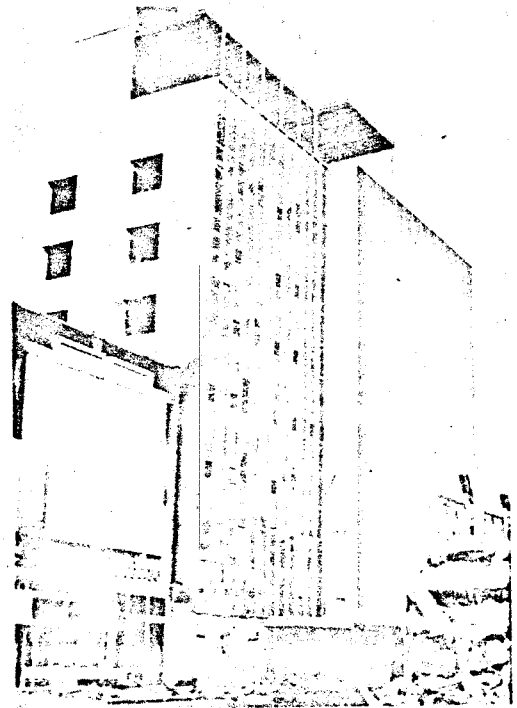
ساختمان مرکزبیمه های اجتماعی
(خرابی اطاق روی بام)

این هتل از دو ساختمان مجاور هم که اولی در ۸ طبقه (یک طبقه زیرزمین است) و دومی ۱۱ طبقه (سه طبقه زیرزمین است) می باشد. این دو ساختمان بطور مستقل و جدا از هم ساخته شده اند، هر دو ساختمان با اسکلت بتن آرمه ساخته شده است. این دو ساختمان بایک شکاف از هم جدا شده اند و در اثر وقوع زلزله این شکاف باز شده و خصوصاً در طبقات بالا فاصله دو ساختمان از هم خیلی زیاد شده است، در اثر وقوع زلزله صدماتی که قسمت عمده آن خسارت به تیغه های آجری است باین دو ساختمان وارد گردید و خصوصاً بععلت وقوع حریق در طبقه زیرزمین این خسارات تشدید گردید. در زیرزمین ساختمان ۱۱ طبقه یکی از ستونها خسارت زیادی دیده است در این ساختمان بتن قسمتی از ستون خرد شده و آرماتورها کمانه کرده است.

تیغه های این ساختمانها با آجر مجوف پرده و زلزله خسارت زیادی به آنها خصوصاً در طبقات بالا وارد آورده است.



خسارت به ستون بتن آرمه (کمانه کردن آرماتورها)



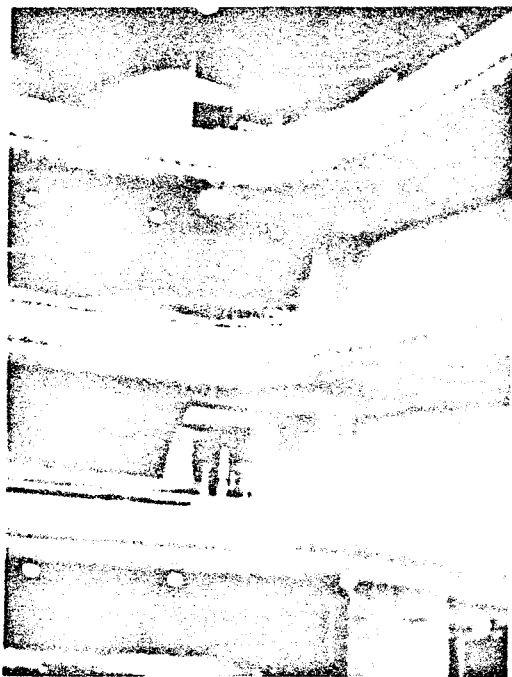
ساختمانهای هتل یالمرال

از ساختمان‌هایی است که در زلزله ماناگوا خوبی مقاومت کرده است، این ساختمان در نزدیکی دریاچه ماناگوا قرار گرفته و سالن بزرگ تئاتر شهر می‌باشد.

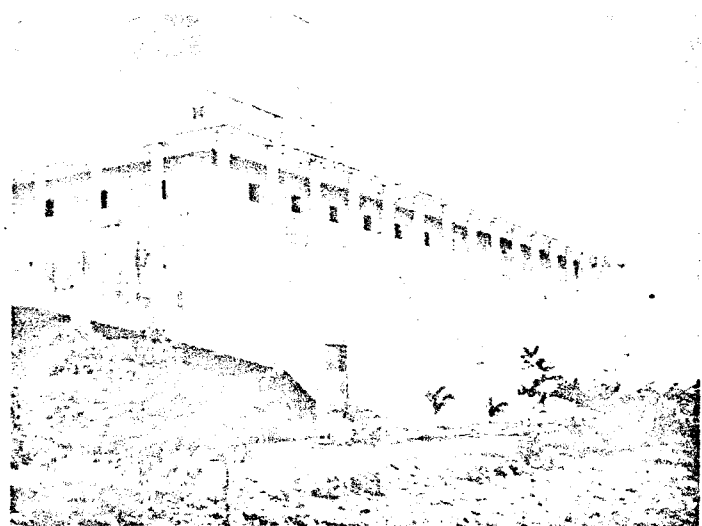
ساختمان با قاب و دیوارهای برشی داخلی بتن آرمه ساخته شده و دیوارهای خارجی از آجر مجوف می‌باشد. دهانه سالن حدود ۴ متر و ارتفاع سالن حدود ۱۸ متر است. ساختمان دارای سه بالکن می‌باشد و بطور کلی ساختمان معظم و جالبی است.

از تغییر مکان زیاد وسائل مکانیکی سنگینی که در روی سقف قرار داشته معلوم می‌شود که زلزله در این ساختمان بسیار شدید بوده است، این وسائل سنگین در یک امتداد باندازه ۱ سانتی‌متر و در امتداد دیگر به میزان ۷ سانتی‌متر تغییر مکان داده‌اند.

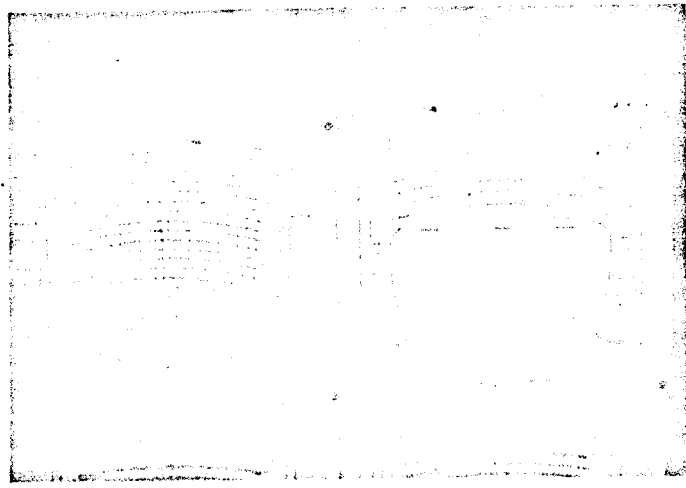
در اثر زلزله تنها اندک دیوارهای پاره‌ای از دیوارها ترک برداشته و خسارتی به ساختمان وارد نشده است، بطور کلی ساختمان‌های یاد دیوار بتن آرمه برشی در زلزله ماناگوا بهترین امتحان را داده است و ساختمان تاترملی از ساختمان‌هایی است که این مدعا را اثبات می‌کند.



ساختمان تاترملی (از داخل)

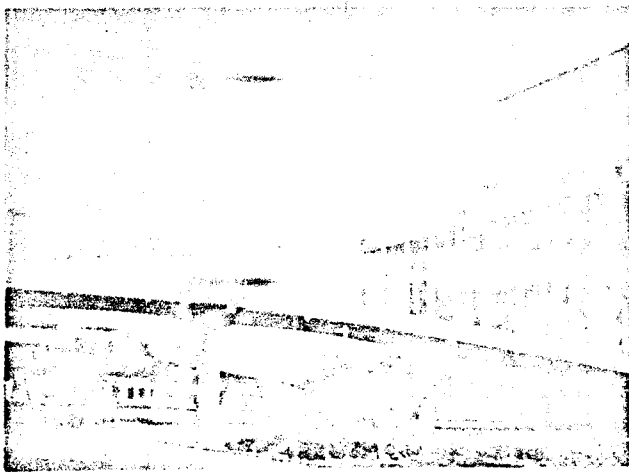


ساختمان تاترملی (نمای خارجی)

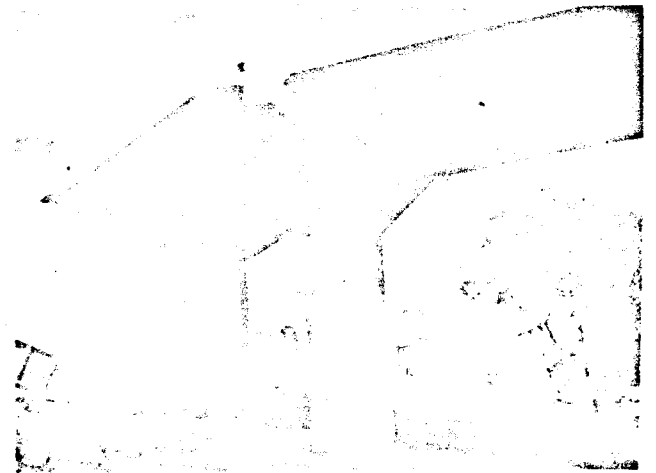


پلان سالن و بالکن ها

درد و طرف تئاتر ملی د ویل ماشین رو بزرگ چندین دهنه ساخته شده است که هر دهنه آن ۱۵ متر میباشد ، این پلها از بتن آرمه و هر کدام تنها بر روی یک ردیف ستون ساخته شده است و کف پل بصورت د و طره درد و طرف میباشد .
 در اثر زلزله فاصلهای بین کوله و کف پل ایجاد شده و همچنین ترکهای موئی در پاره ای از پایه ها بوجود آمده است .



ساختمان تئاتر ملی ویل ورودی آن



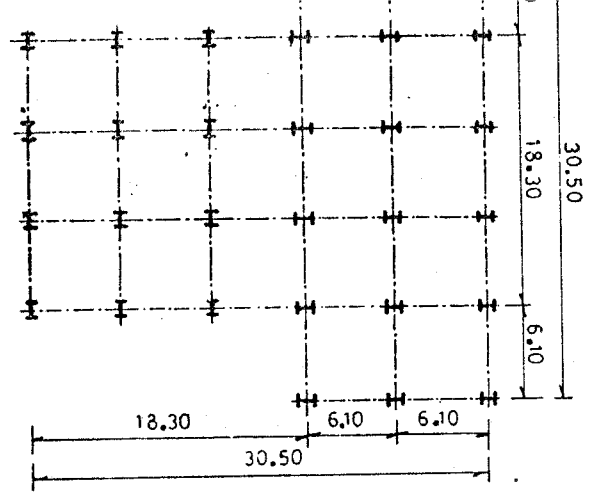
فاصله بین کوله و کف پل
 دریل ورودی ساختمان

این ساختمان در هفت طبقه (بازیرزمین) و اسکلت فلزی ساخته شده است . ستونها از آهن بانیوخ # است و فاصله محور تا محور آنها در هر دو امتداد ۶ متر میباشد ، کفهای ساختمان سبک بود و از آهن ورق (بصورت ناودانی کشیده که لبه آن با ارتفاع ۴ سانتیمتر است) برای پوشش کف استفاده شده است ، این صفحات در روی تیرهای فلزی سقف نصب شده و ناو روی صفحه با بتن پر گردیده و باین ترتیب تشکیل سقف سبکی را میدهد بنحوی که هنگام عبور از روی کف ها لرزش ایجاد میشود .

دیوارهای خارجی ساختمان از طبقه دوم به بالا از صفحات موج دار فلزی ساخته شده و دیوار سازی قسمت زیرین با بلوک پیش ساخته بتنی انجام گردیده است .

استفاده از اسکلت و دیوارهای فلزی موجب گردیده که ساختمان فعلی انعطاف پذیر (Flexible) باشد و این امر در ازدیاد مقاومت ساختمان در برابر زلزله بسیار مؤثر بوده است ، در اثر زلزله دیوارهای طبقه زیرین که با مصالح بنایی شکننده غیر مسلح (بلوک بتنی) ساخته شده خرد گردیده و در دیوارهای داخلی طبقات نیز ترک‌های ایجاد شده است .

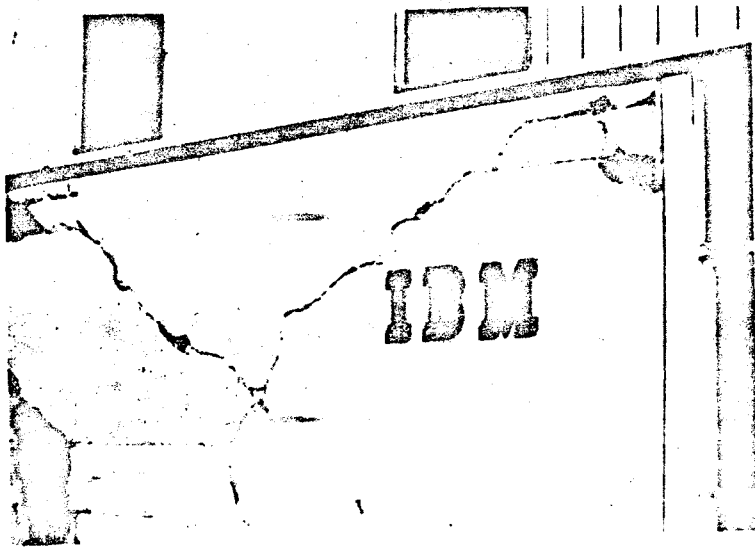
اساساً وجود دیوار در فاصله بین ستونها با انعطاف پذیری ساختمان سازگار نیست و موجب کم شدن پرید طبیعی ساختمان و در نتیجه از یاد اثر نیروی وارد از زلزله ساختمان میگرد و هرگاه این دیوارها نتوانند بصورت دیوار برشی کار کرده و بپرنده قسمتی از بار جانبی ساختمان گردند اثر منفی در مقاومت ساختمان در برابر زلزله خواهند داشت . در این قبیل موارد باید سعی کرد که حتی المقدور دیوارهای که در دیوار برشی راندارند در خارج از ستونها قرار گیرند .



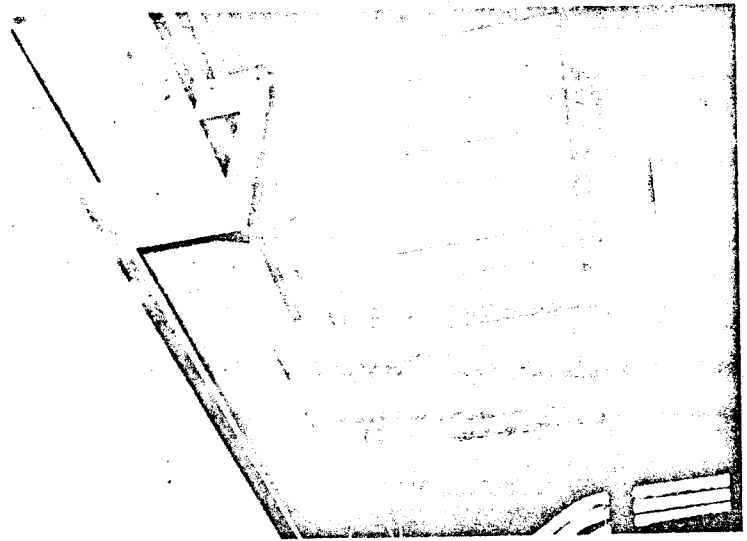
پلان تپ طبقات

دیوارهای خارجی در طبقه اول بلوک
بتنی و طبقات دیگر صفحات موج دار فلزی است

ساختمان I.B.M.



ترك در دیوار بتنی
(این عکس که بلافاصله پس از
زلزله برداشته شده از گزارش
Earthquake Engineering
Research Institute, U.S.A.
گرفته شده است)



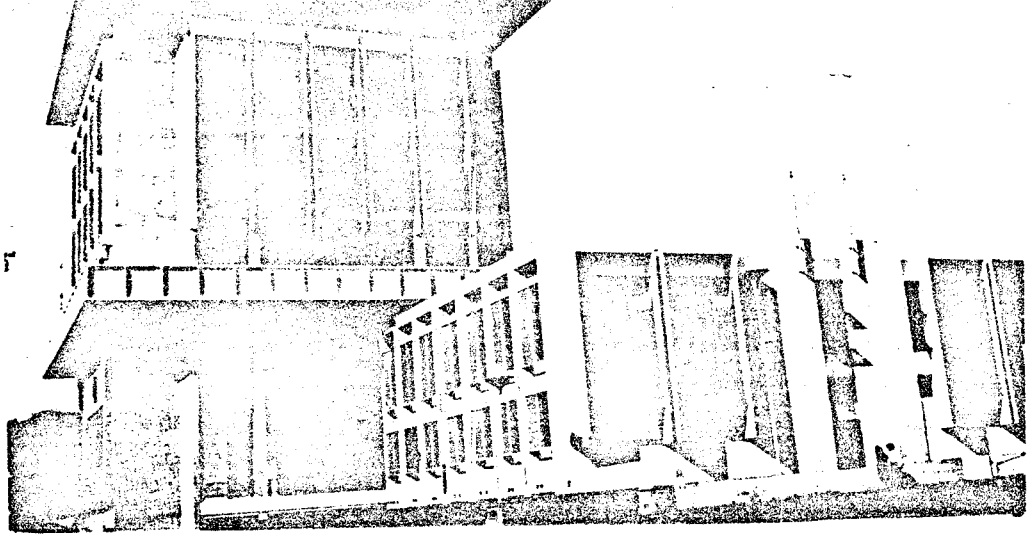
پوشش طبقات ساختمان با استفاده
از صفحات ناودانی نازک بر روی
شاه تیر
(این عکس نیز از گزارش
Earthquake Engineering Research
Institute, U.S.A.
گرفته شده است.)

ساختمان دادگستری (Palse Hotecia)

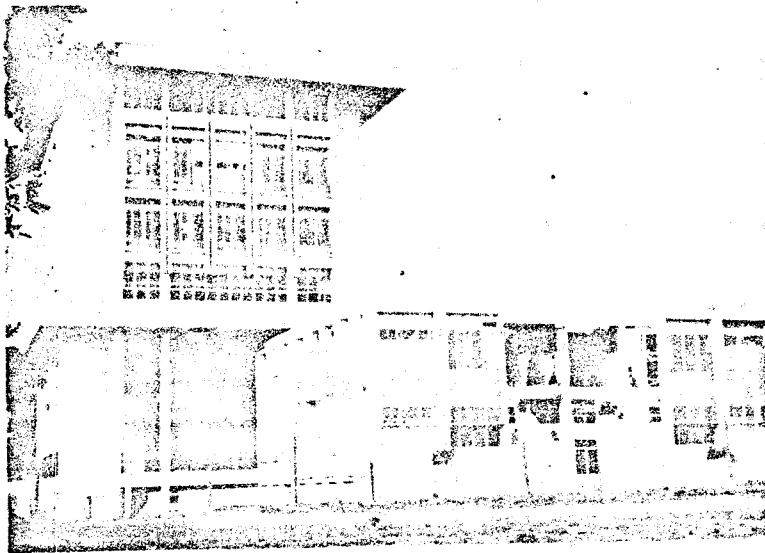
ساختمان بتن آرمه مدرن و زیبایی است که در سال ۱۹۶۷ ساخته شده است
این ساختمان که ۷ طبقه (بازیرزمین) میباشد در اثر زلزله خساراتی دیده است
قسمتی از این ساختمان با قاب بتن آرمه و در سه طبقه بنا شده و قسمتی دیگر که
مرتفع تر است باد یواربرشی بتن آرمه ساخته شده است، خسارت وارد به بیشتر
قسمت اول است و قسمتی که باد یواربرشی آرمه ساخته شده خسارت چندانی ندیده
است.

در قسمتی که ساختمان با قاب بتن آرمه ساخته شده خسارت در محل بالا و پائین
ستون طبقه سوم ایجاد شده و بتن ستونها در این نقاط ریخته شده است و علاوه بر آن
بد یوارهای خارجی که از آجر مجوف ساخته شده صدمه زیادی وارد شده است. همچنین
مینگهای نمای روی ستونها در باره ای از قسمتها کنده شده و ریخته است.

زلزله به قفسه پله ساختمان خسارت زیادی وارد کرده است و این نکته لزوم
پیش بینی ایمنی بیشتر را برای این گونه راههای خروجی از طبقات متذکر میسازد، چه
بسیار اثر خراب شدن پله (بر فرض که ساختمان سالم باقی بماند) جان عده ای از
ساکنین یا بعثت حریق و یا بعثت وحشتی که بآنها دست میدهد و خواهان فرار از
ساختمان میباشند بخطر افتد.

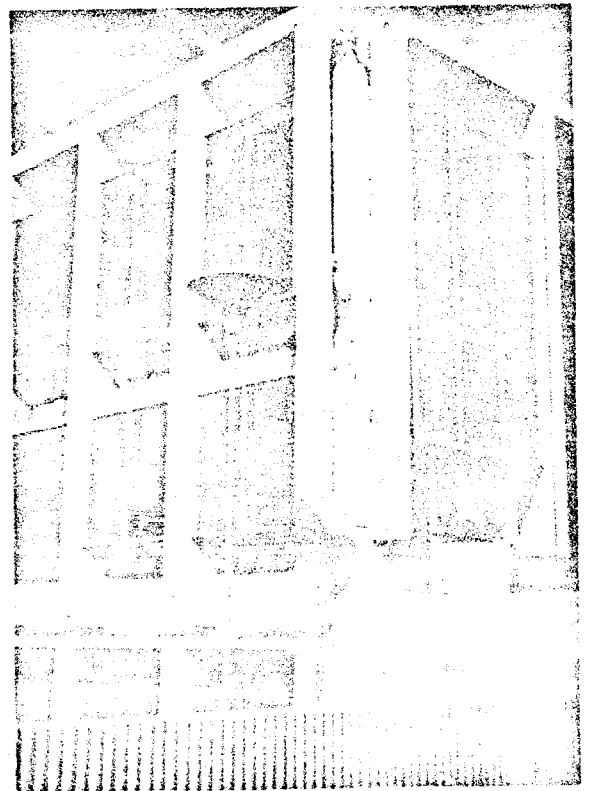


ساختمان دادگستری (قبل از زلزله)



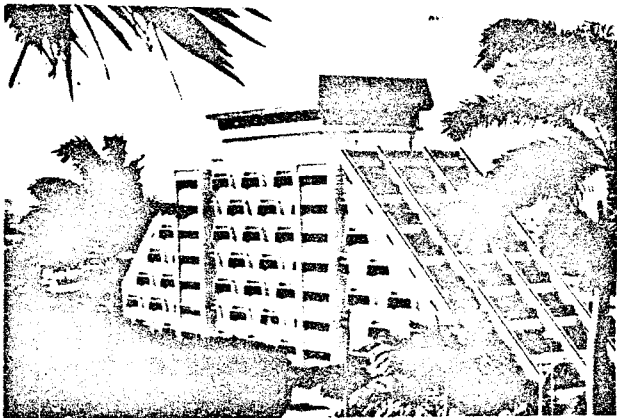
ساختمان دادگستری (بعد از زلزله)

خسارت به ستونهای ساختمان دادگستری
 (در قسمتی که با قاب بتن آرمه ساخته
 شده است) .



این ساختمان که بصورت هرم ساخته شده است در گوشه جنوبی شهر
اناکوآ واقع است ساختمان در (طبقه) (بازیرزمین) و با قاب های بتن آرمه
ساخته شده است در اثر زلزله طبقه آخر که وسایل مکانیکی آسانسورها و پنجره نیز
در آن طبقه میباشند آسیب شدیدی دید و ستون زیر سقف خرد شده سقف این قسمت
ساخته شد .

دیوارهای ساختمان از بلوک پیش ساخته شده بتنی ساخته شده است و به این
دیوارها خساراتی وارد شد و خصوصا در دیوارهای خارجی بین طبقات دوم و پنجم
در دیوارهای داخلی طبقات بالا ترك های شدیدی ایجاد شد .



ساختمان هتل اینترکنتینانتال
(قبل از زلزله) ←

ساختمان هتل اینترکنتینانتال
(۵ ماه بعد از زلزله) →

بطوریکه ملاحظه میشود طبقات بالا را
تجدید ساختمان مینمایند ، همچنین
دیوارهای با بلوک بتنی بین پنجره ها
که در اثر زلزله خسارت دیده ترمیم
کرده اند



به استاد یوم ورزشی شهره‌ناگوا خسارت زیادی وارد گردید، این استاد یوم در ناحیه ای از ماناگوا قرار گرفته که یک گسل (fault) از آن عبور می‌کند.

در پیرامون استاد یوم تریبون تماشاچی‌ها قرار دارد و پله‌ها در روی سطح شیب‌دار بتن آرمه ساخته شده و باین ترتیب یک طبقه کامل ساختمان با ستون‌ها و تیرهای بتن آرمه در زیر تریبون موجود می‌باشد. پوشش روی تریبون نیز با تیروستون بتن آرمه انجام شده و در قسمت شمالی استاد یوم این پوشش دارای طره‌ای بدنه‌ها نه حدود ۲ متر می‌باشد.

برای اجرای طره سایه بان در قسمت شمالی استاد یوم از تیرهای طره‌ای بتن آرمه و پوشش سبک با آهن گالوانیزه استفاده شده است پوشش سایر قسمت‌ها که بدون طره می‌باشد دال و تیر بتن آرمه است که بر روی ستون‌های کوتاه و ظریف بتن آرمه قرار گرفته است.

اسکلت تریبون شمالی که دارای طره و سایه بان بزرگ است از ستون‌ها و تیرهای بتن آرمه قوی تشکیل شده ولی پوشش قسمت‌های دیگر تریبون بر روی ستون‌های بتن آرمه ضعیف قرار دارد، این ستون‌ها به شکل دایره و بقطره ۲ سانتی‌متر است که فاصله محور تا محور آنها حدود ۵/۴ متر است، در داخل این ستون‌ها ۶ عدد آرماتور به قطر (۱ میلی‌متر) قرار داده شده است.

ارتفاع این ستون‌ها در طرف خارج استاد یوم حدود یک متر و در طرفی که بداخل استاد یوم است حدود ۲ متر است. جهت اصلی پوشش دال این قسمت بر روی دوتیر با ارتفاع ۸ و عرض ۳ سانتی‌متر که در دوره خارجی و دوره داخلی بر روی ستون‌ها قرار دارد انجام گرفته و در جهت دیگر ستون‌ها را متداوم شعاعی استاد یوم بوسیله تیرهایی

به ارتفاع ۰۴ سانتیمتر و عرض ۰۲ سانتیمتر بیکدیگر بسته شده اند . با این ترتیب نحوه تعمیریزی سقف بطرز قابل قبولی انجام گرفته لکن قرارداد آن چنین سقفی بر روی ستونهای ضعیف نقطه ضعفی برای ساختمان ایجاد کرده است .

خساراتی که زلزله باین استاد یوم وارد کرده است بشرح زیر خلاصه میشود :

— یکی از برجهای نورافکن از وسط خم گردیده و موجب خراب کردن قسمتی از سقف سبک قسمت طره تریبون شمالی شده است .

— قسمتهای زیادی از سقف تریبون که بر روی ستونهای گرد قرار گرفته است خراب شده است . علت اصلی خرابی این قسمتها ضعف بودن ستونهاست و بتن این ستونها در بالا و پائین ستون بکلی خرد گردیده حتی در پاره از قسمتها که بدون آنکه علت خاصی داشته باشد بجای یک ستون دو ستون جدا از هم در کنار هم گذارد شده و بتن هر دو ستون در این نقاط خرد گردیده و سقف ساختمان تنها بر روی آرامتورهای ستون باقی مانده است .

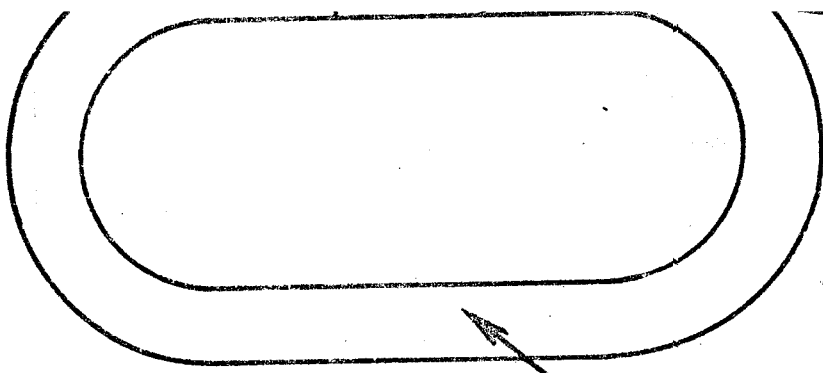
بطور کلی خرابی ستونهای خارجی که بر روی دیوار قرار گرفته اند و دارای ارتفاع کمتری هستند بیش از خرابی ستونهای داخلی است و این امر نشان میدهد که در وجه خارجی سقف بعلمت وجود دیوار نسبتاً قوی و وجود ستونهای کوتاه حامل بار جانبی زیادتری از نیروی زلزله بوده است .

— در زیر تریبون شمالی در محل تلاقی تیرهای شیب دار با ستون و همچنین در سقف این قسمت خرابیهائی در محل تلاقی تیر و ستون ایجاد گردیده و ملاحظه دقیق نشان میدهد که زیاد بودن فاصله بین رکابیها در این قسمت و بدی جنس بتن عامل عمده این خرابی است .

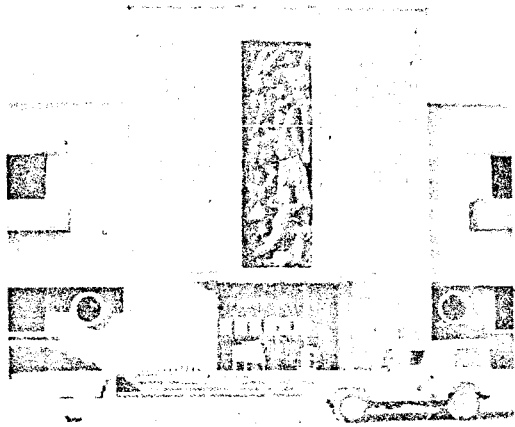
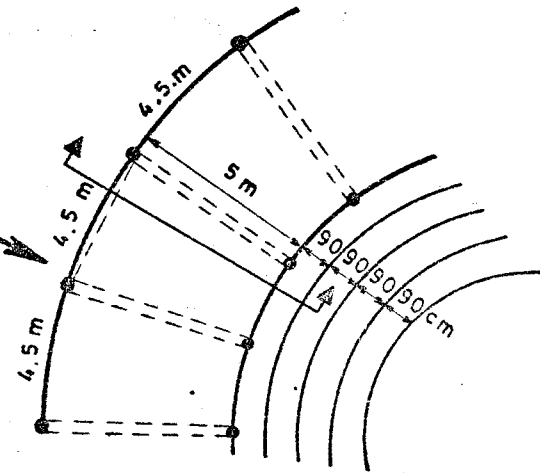
— اطاق کنترل استاد یوم در اثر زلزله کاملاً خراب شده است .

علاوه بر آنچه گذشت زلزله در دیوارهای خارجی نیز خرابی هائی ایجاد کرده است .

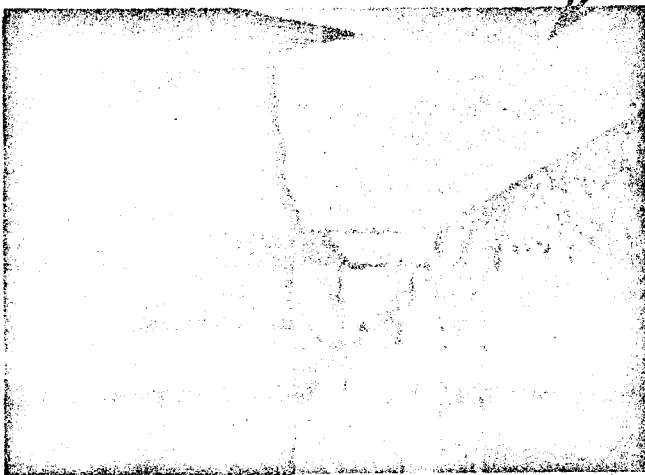
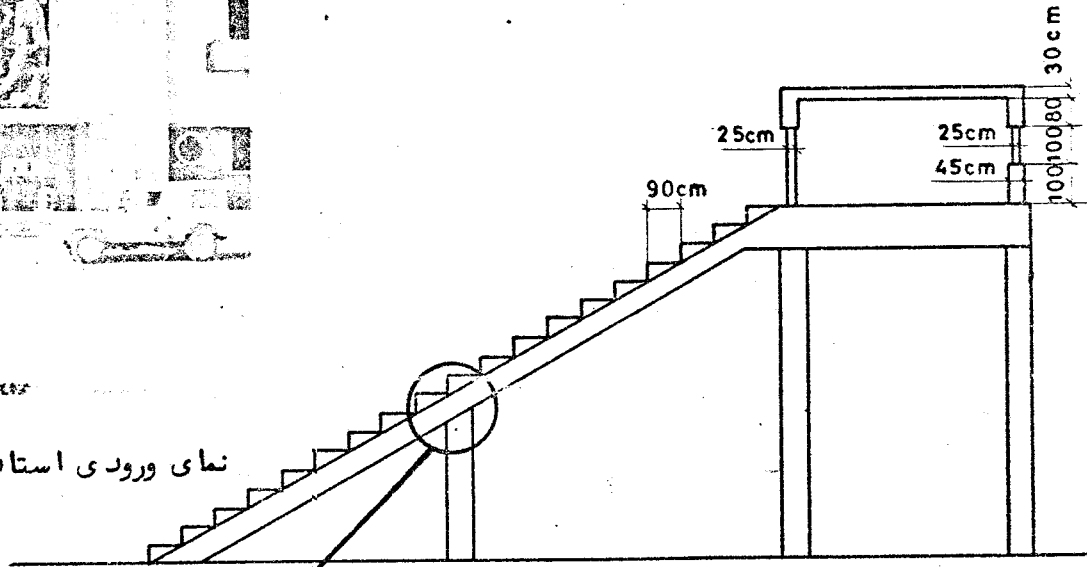
ناملا پوشیده است و دارای
 طره ای بدنه ۲۰ متر می باشد



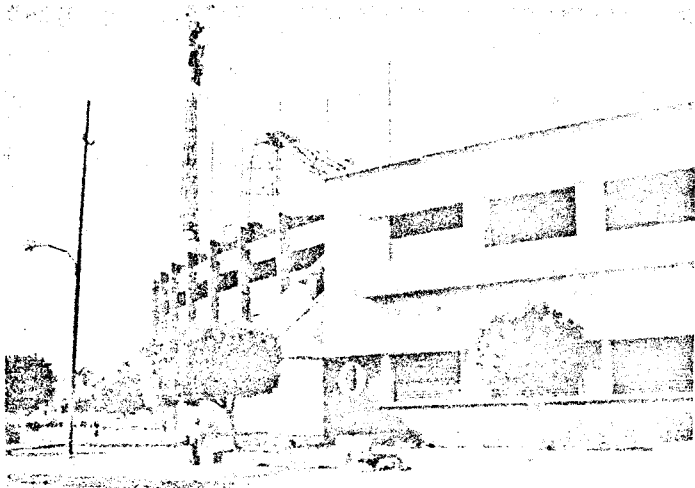
قسمتی از تریبون استاد یوم که به عرض ۵ متر دارای پوشش است



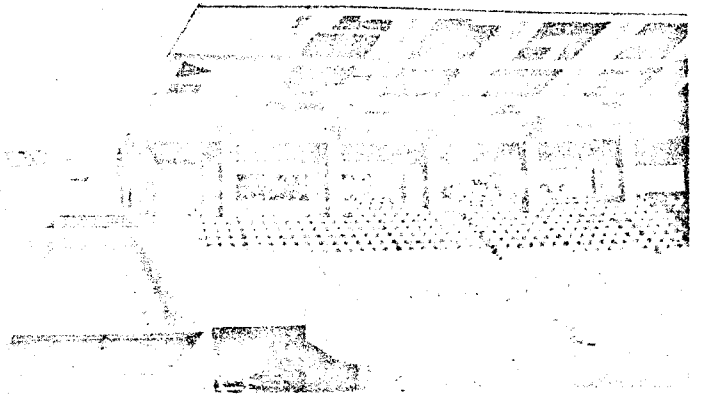
نمای ورودی استاد یوم مانا گوا



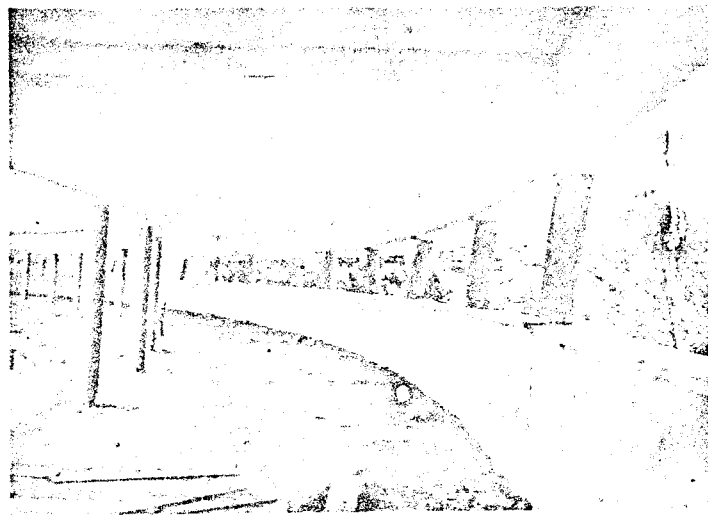
خسارت به ستون بتن آرمه
 در محل تلاقی با تیر شیب دار



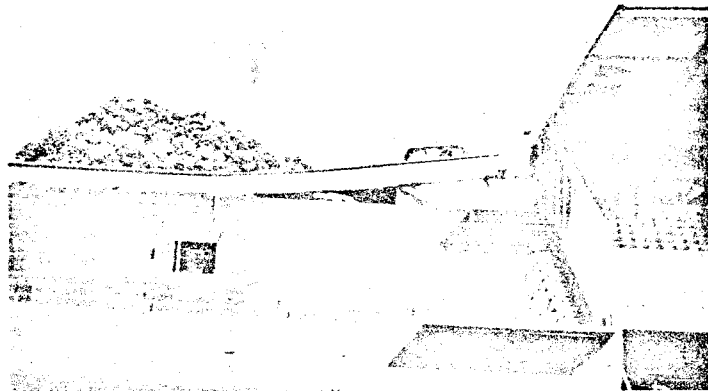
سقوط برج نورافکن استاد یوم



جایگاه مخصوص استاد یوم با طره های ۲۰ متری

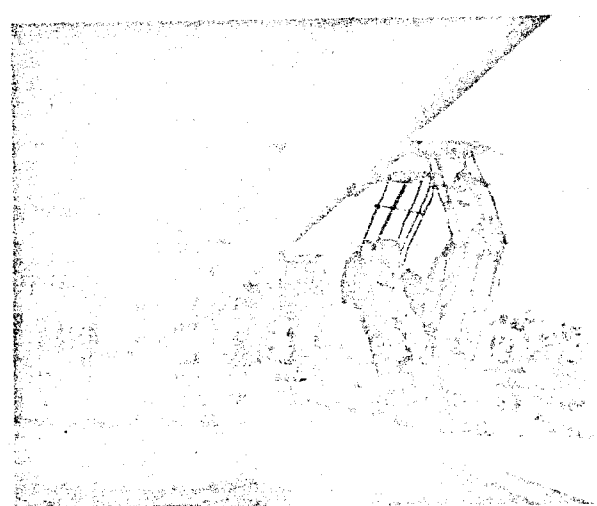
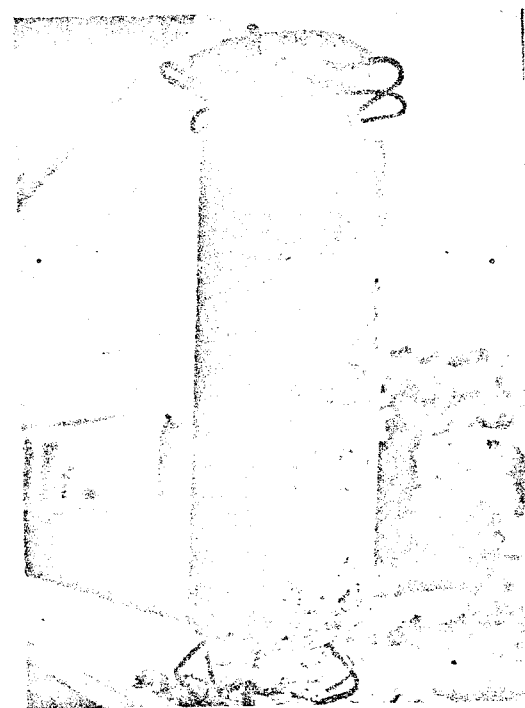
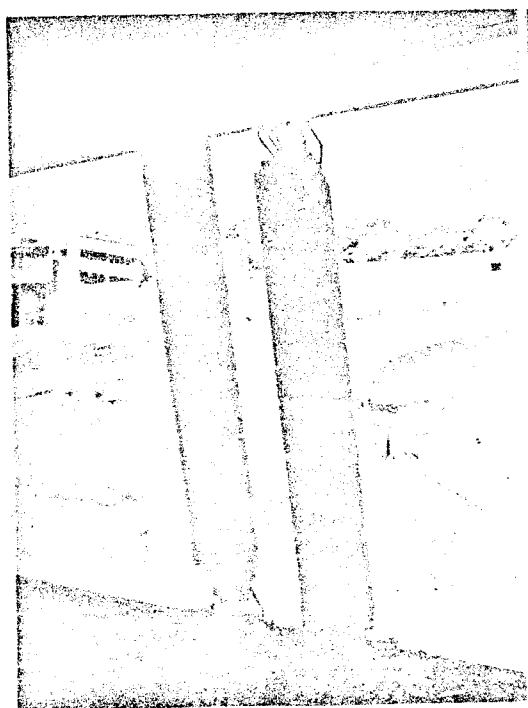
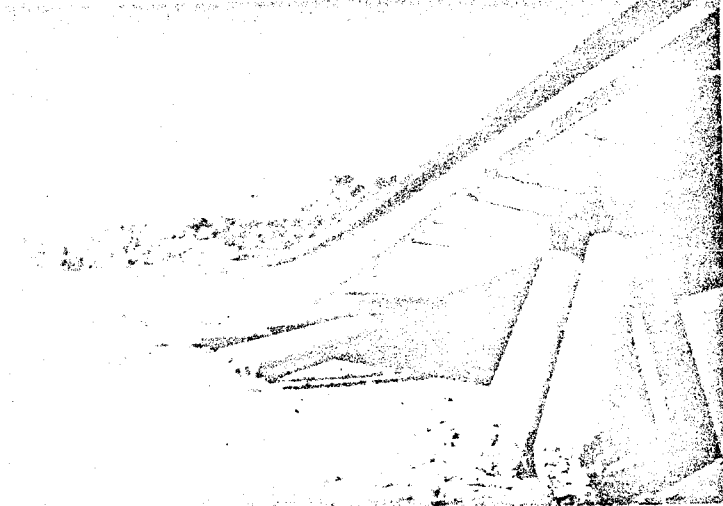


قسمتی از تریبون که بعرض ۵ متر پوشش شده است



خرابی قسمتهائی از تریبون که بعرض ۵ متر با سقف بتن آرمه پوشش شده است

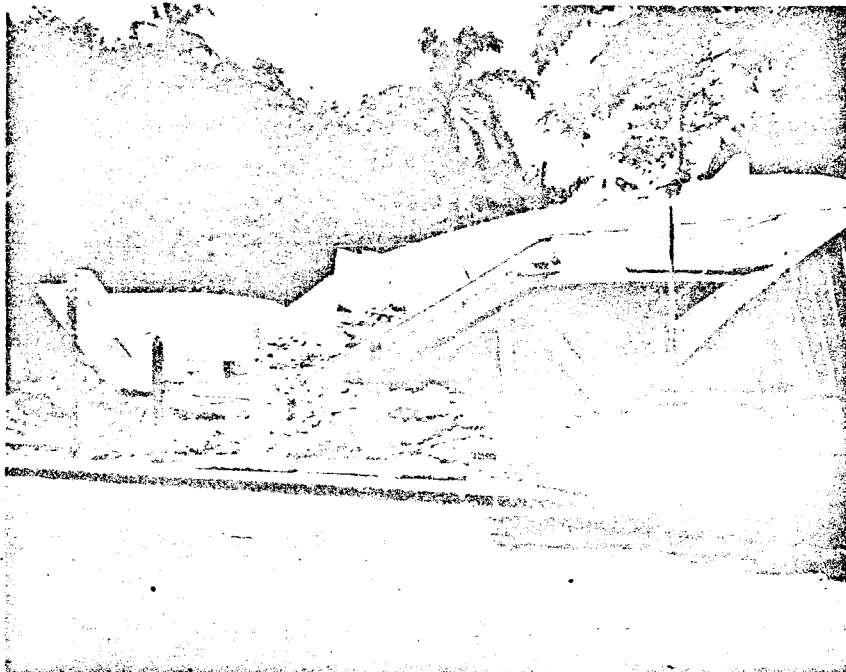
خرابی ستونهای ظریف بتن آرمه
 که در پوشش سقف قسمتی از تریبون
 استاد یوم بدارفته است



خرابی در ستونهای قسمت پوشش شده تریبون

ساختمان باسقف سنگین بتن آرمه و ستونهای فلزی است که بر اثر زلزله سقف این

ساختمان فرود آمد و عنقراب کشت



دهانه سالن این کلیسا ۲ متر است که با سقف بتن آرمه پوسته نازک موجی (بصورت shell) پوشش شده است، ساختمان از ردیف ستون بتن آرمه با مقطع با همال در ۷۵ سانتیمتر در ۳ سانتیمتر ساخته شده و ارتفاع ستونها ۶/۵ متر است، فاصله محور تا محور ستونها در جهت طولی ۵/۵ متر است و این ستونها در بالا بوسیله تیرهای بتن آرمه قوی افقی و تیرهای قوسی قوی بتن آرمه بیکدیگر متصل شده اند، دهانه ۲ متری ساختمان بصورت استوانه ای با خیز حدود ۱/۲۵ متر در روی این قوسها قرار گرفته و از دو طرف حدود ۱/۵ متر پیشکله طرح خارج شده است.

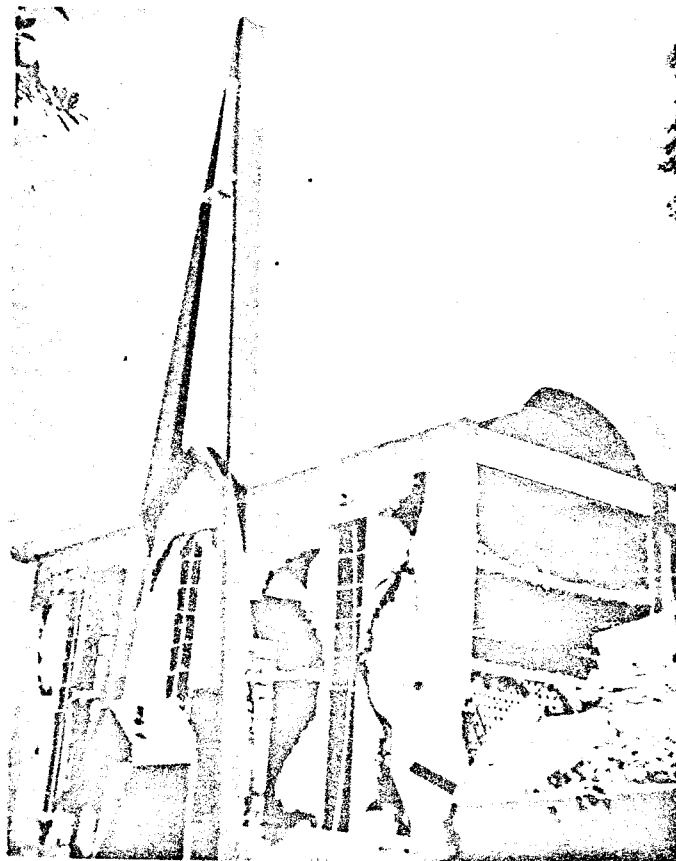
جدار ساختمان از دیوارهای با آجر مجوف ساخته شده و این دیوارها دارای تعداد زیادی پنجره با ارتفاع ۵/۴ متر میباشند، پنجره ها در داخل قاب بتن آرمه بمقطع ۵ (۱ سانتیمتر در ۱ سانتیمتر محصور است، سردر سنگین بتن آرمه ورودیه کلیسا نیز کله بصورت طره ای از یک سایه بان با شیب دو طرفه ساخته شده است به یکی از همین قابها متصل شده است.

بطور کلی اسکلت این ساختمان سقف موجی آن در زلزله مقاومت کرده است و خسارت وارده باین کلیسا عبارت از خراب شدن دیوارهای اطراف آن بخصوص دیوارهاییست که دارای بازشوی بیشتری میباشند، سایه بان ورودیه نیز از جای کنده شده است. خسارت وارده به دیوارهای عرضی بیش از دیوارهای طولی است.

در جنب این کلیسا مدرسه Divina Postara قرار دارد که با اسکلت بتن آرمه در سه طبقه و دو قسمت ساخته شده است، قسمت اول در سال ۱۹۴۸ و قسمت دوم در سال ۱۹۵۹ بصورت توسعه ساختمان قدیمی و با قرارداد آن در زمانقطاع با قسمت اول بنا شده،

در اثر زلزله قسمت قدیمی کاملاً خراب و به قسمت دوم خسارت وارد آمده است. سقفهای این ساختمان با استفاده از تیرکها و آجرهای مجوف ساخته شده و در خانه اطاقها در ساختمان جدید حدود ۸ متر میباشد. خسارت اصلی در این قسمت به دیوارها وارد گردیده است.

بطور کلی آنچه در آثار خرابیهای قسمت اول این ساختمان بچشم میخورد عدم چسبندگی کافی فولاد و بتن میباشد و حتی این عدم چسبندگی در فولادهای آج دار مصرفی ساختمان نیز ملاحظه میشود بطوریکه اثری از زرات باقیمانده بتن در روی فولاد دیده نمیشود.



خسارت به دیوارهای ساخته شده با آجر مجوف و سردر ورودی

کلیسای San jose

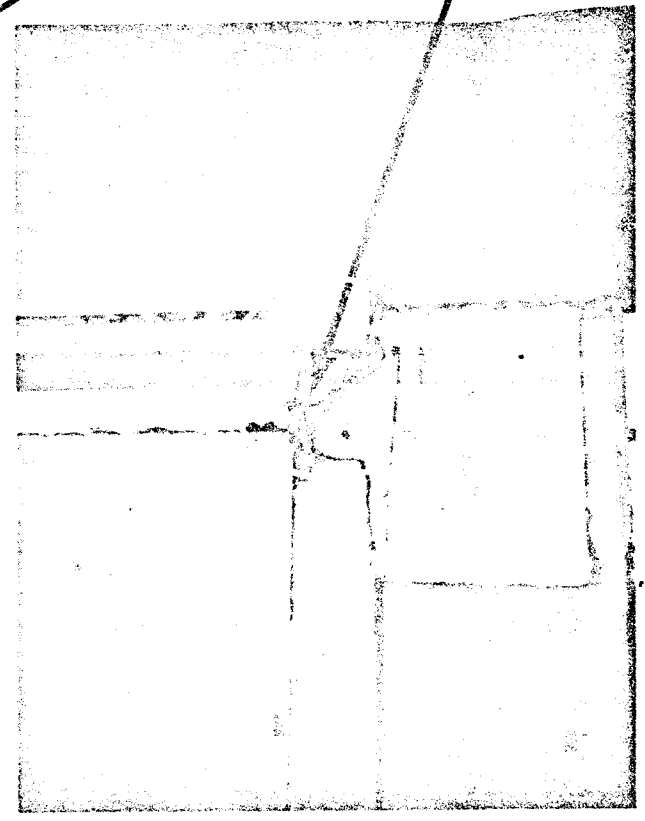
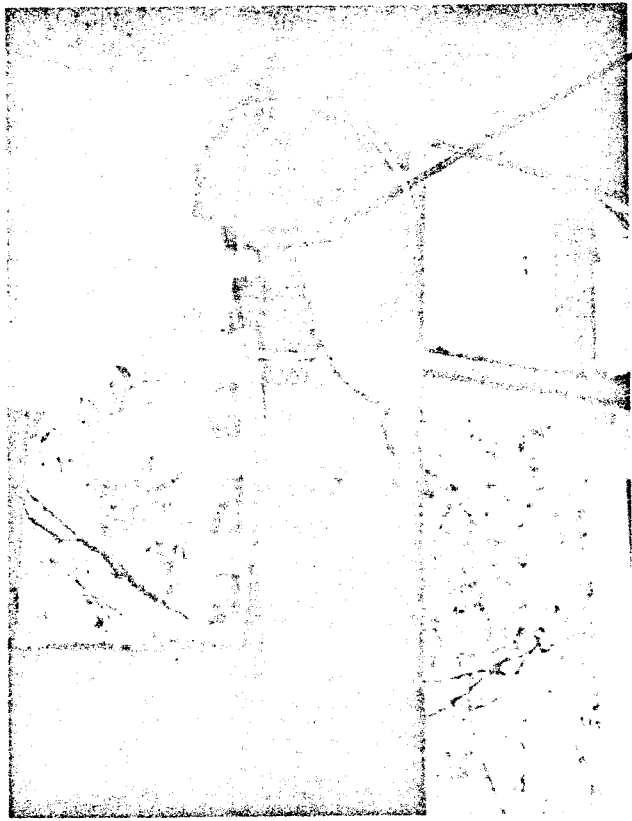
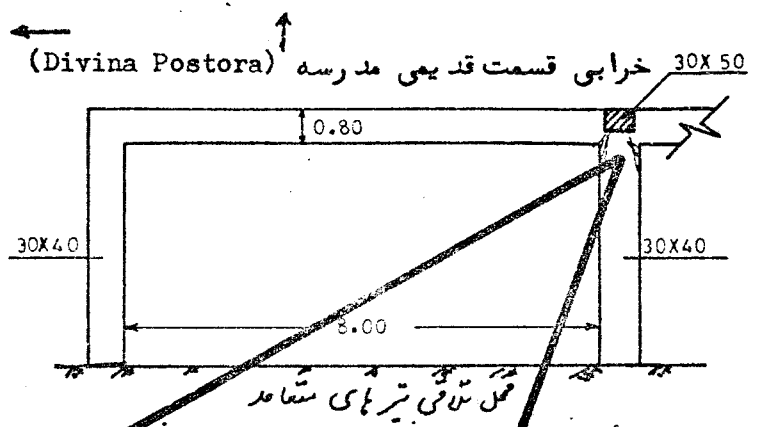
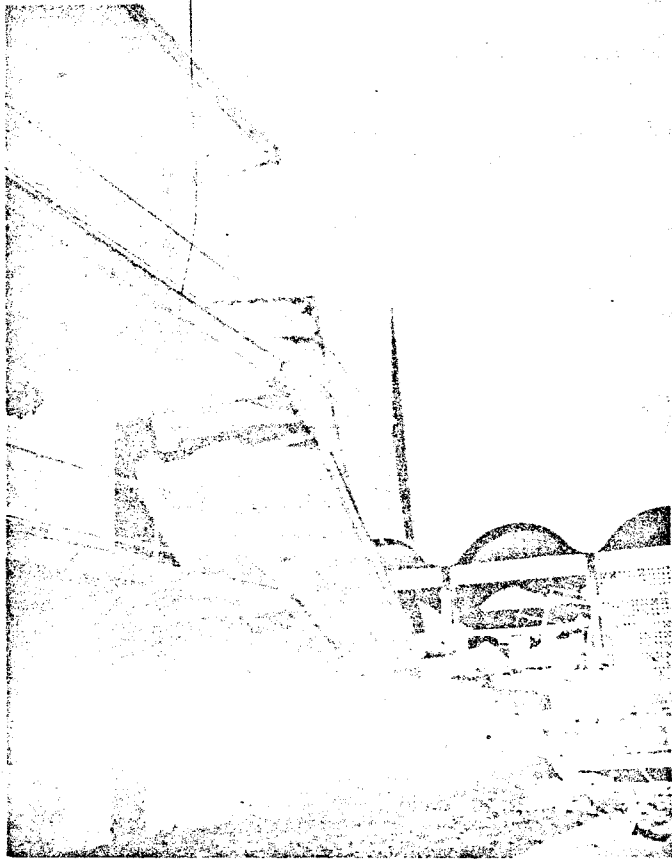
کلیسای بزرگ San Sebastian و مدرسه متعلق بآن (مدرسه Calazan)

که حدود هزار دانش آموز در آن تحصیل میکردند، در نقطه ای قرار گرفته است که خسارات وارده بآن نقطه شدید است، کلیسا از قاب بتن آرمه و با سقف خاص "کنگسره" مانند ساخته شده و ساختمان مدرسه سه طبقه دارای سه طبقه و از قاب بتن آرمه میباشد (قسمتی از ساختمان مدرسه در طبقه است).

در اسکلت کلیسا خرابی ملاحظه نشد ولی شکاف های زیادی در پیارهای از دیوارها ایجاد شده است.

در اثر زلزله قسمت چهار طبقه مدرسه که در سال ۱۹۵۶ ساخته شده بکلی خراب گردیده است و قسمت سه طبقه آن که در سال ۱۹۶۴ ساخته شده کاملاً خراب نشده ولی صد متری بآن وارد شده است. در این ساختمان نکته قابل ذکر شکاف محل تلاقی تیروستون میباشد، به ستون بابعاد ۳۰×۴۰ سانتیمتر در جهت عرضی تیروستون با ارتفاع ۸ سانتیمتر (وید هانه حدود ۸ متر) و در جهت طولی تیروستون حدود ۵ سانتیمتر متصل شده است و شکاف ستون در محل تلاقی ستون با تیروستون در زیر تیروستون حاصل شده است و نشان میدهد که سقف بطوریکه پارچه حرکت کرده و موجب شکستن ستون در محاذات تیروستون گشته است.





خسارات وارده به ستونهای بتن آرمه در قسمت جدید مدرسه (San Sebastian)
 (عدم کفایت تنگه‌ها در محل تلاقی ستون با تیر بخوبی مشاهده می‌شود)

ساختمان ENALUF شامل ۶ طبقه با ضافه يك طبقه زیرزمین از ساختمانهای قابل توجه شهر ماناگوا است، این ساختمان با قاب بتن آرمه و دیوارهای برشی بتن آرمه ساخته شده است و دیوارهای برشی بصورت دوهسته در پلان ساختمان بنحویلی منطقی توزیع شده اند.

در طبقه هم کف بجز دیوارهای برشی متعلق به دوهسته دیوار دیگری قرار داده نشده و این طبقه کاملاً بازمیباشد، ابعاد مقطع ستونهای این طبقه بتدریج اضافه شده و ستونها بصورت قوس نیم دایره در هر دو امتداد ساختمان بیکدیگر متصل میگردد. در سایر طبقات قابها بصورت ستون مربع و تیرهای افقی میباشند و اطاقها بوسیله پانلهای تخته ای از هم جدا شده اند، جدا ر خارجی ساختمان در این طبقات کلاً از شیشه است و بطور کلی عناصر مقاوم ساختمان در برابر زلزله متحصربه قاب و دوهسته مرکزی است و در حقیقت اثر عناصر فرعی از قبیل تیفه ها و غیره که عموماً در واکنش ساختمانها در برابر زلزله تأثیر دارند در این ساختمان به صفر تنزل کرده است.

پوشش تیب سقفهای این ساختمان با استفاده از تیرکهای پرفابریکه (قرار داده شده بین تیرهای بتن آرمه قابها) و بلوکهای بتنی بشکل قوس دایره انجام شده است و روی بلوکها را بتن ریزی کرده اند.

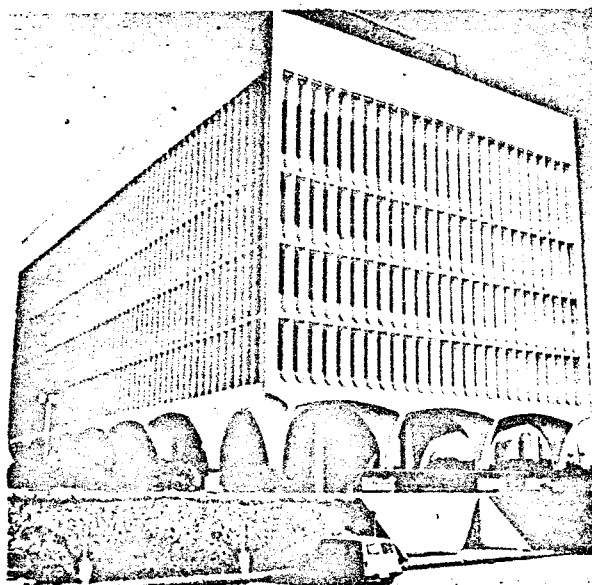
خسارات وارده در این ساختمان عبارتست از ایجاد پاره ای ترکها در دیوارها و پانلهای سقفهای طبقه هم کف و ریخته شدن قسمتی از آن دوها.

در اثر بروز زلزله خساراتی به دیوارهای برشی و همچنین به ستونهای طبقه هم کف (که ابعاد مقطع آنها متغیر است) وارد شده، در چند محل بتن دیوارهای برشی ریخته و حتی منجر به کمانه کردن آرماتورهای قائم شده است، این عیب خصوصاً در محل تلاقی دیوار متعامد و یا در کناره محل باز شو پیش آمده است و همچنین در پاره ای

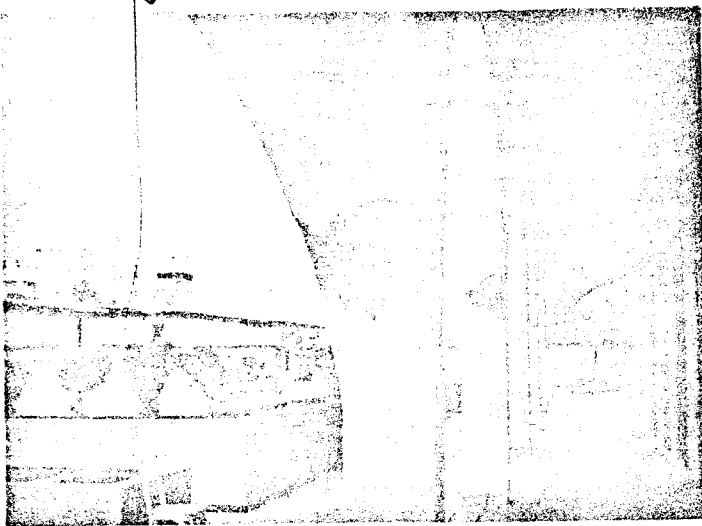
از دیوارها ترک‌های ضریبی مختصر ملاحظه میشود. در طبقه هم‌کف نیز در محل تماس قوسها با ستون (که تغییر مقطع ستون شدید تراست) و همچنین در $\frac{1}{4}$ دهانه قوس و گاهی در وسط قوس ترک‌هایی بوجود آمده است.

در طبقات بالا در محل تلاقی تیرهای اصلی با دیوارهای بتن آرمه مقدار قابل توجهی از بتن زیر تیر ریخته است و این امر ممکن است ناشی از وجود عزم معکوس قابل توجه زلزله در این نقاط باشد.

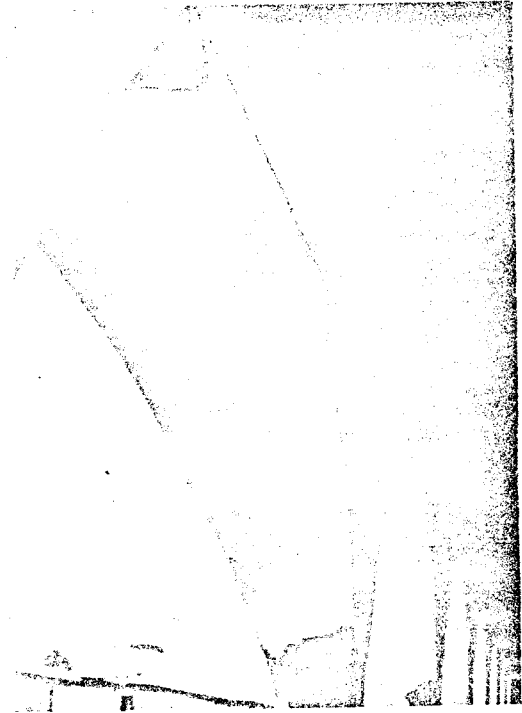
بطور کلی دیوارهای برشی در ساختمان ENALUF قابلیت خود را برای مقاومت در برابر زلزله نشان داده‌اند و این ساختمان از نمونه‌های جالب کیفیت رفتار ساختمان باد دیوار برشی در برابر زلزله است و از مجموع ملاحظات میتوان گفت که این نوع ساختمانها در زلزله ماناگوارا امتحان خوبی داده‌اند.



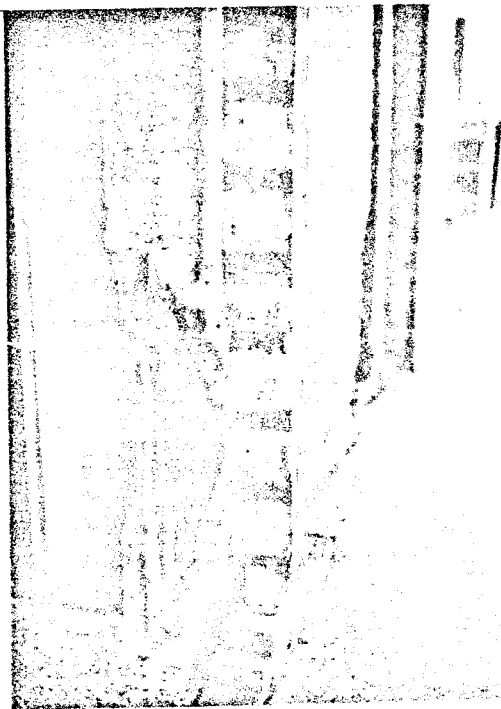
ساختمان ENALUF قبل از زلزله



خسارت به پایه های طبقه هم کف در محل شروع قوس



خسارت در محل شروع قوس و در تارک قوس



خسارت به دیوار برشی بتن آرمه



خسارت به طبقه هم کف

(ENALUF)

ساختمان مرکز برق

این ساختمان با قاب های بتن آرمه که دارای يك دهانه ۵ (متری است در ۷ طبقه بنا شده است ، تیرهای اصلی بتن پیش تنیده (Prestressed) میباشد و فاصله قاب ها از هم حدود ۴ متر است (دهانه اول و آخر هر يك ۳ متر است) .

ساختمان جمعا ۶ از قاب اصلی تشکیل شده است و در جهت طولی نیز ستونها به وسیله تیر بتن آرمه بهم بسته شده اند ، ابعاد مقطع ستونها با ستونهای چهارمستون چهار گوشه در تمام طبقات یکسان و برابر ۸ سانتیمتر در ۵ سانتیمتر است ، ابعاد ستونها ی چهار گوشه ساختمان در طبقه هم کف ابتدا ۲۰ سانتیمتر در ۵ سانتیمتر است و بتدریج در ارتفاع طبقه هم کف کم شده و به ۵ سانتیمتر در ۵ سانتیمتر میرسد و از آن بعد در تمام ارتفاع ساختمان ثابت است . تیرهای ساختمان با ارتفاع ۹ سانتیمتر و عرض ۵ سانتیمتر میباشد .

قفسه پله و محل آسانسور ساختمان در خارج از قابهای فوق در يك گوشه ساختمان بطور مجزا قرار دارد و تعدادی از دیوارهای اطراف پله و آسانسور بتن آرمه و بقیه آجری با آجر مجوف میباشد .

ارتفاع طبقه هم کف حدود ۵ متر میباشد و این طبقه در خارج از حد ردیف ستونها ی شمالی حدود ۵ / ۳ متر ادامه یافته و به وسیله دیوار ساخته شده با بلوک بتنی بسته شده است و در حقیقت در این طبقه خارج از حد ساختمان میباشد ، در این طبقه همچنین يك نیم طبقه پیش بینی شده است که حد شمالی آن دیوار ساخته شده با بلوک بتنی است و حد جنوبی آن بصورت طره باندازه حدود ۲ متر از ستونها ی شمالی ساختمان بجلو آمده است و در دو طرف ساختمان نیز این نیم طبقه بر روی چهار تیر اصلی که در محورها ی ۱ و ۲ و ۳ و ۴ قرار گرفته است و تا حد ۲ از دهانه این تیرها را اشغال کرده و بقیه دهانه تیرها فاقد

کف میباشد .

در بالا و در وسط دیوار شمالی طبقه هم کف کلاف بتن آرمه قرار داد ، شد ناست
و همچنین این دیوار با آرماتورهای قائم که از داخل بلوک های بتنی عبور داد شد مانند
مسلح گردیده است .

ساختمان در طبقه هم کف و نیم طبقه آن بجز دیوارهای مربوط به قفسه پله و
دیوار بلوک بتنی فوق که در خارج از ستونهای شمالی قرار دارد فاقد دیوار میباشد
همچنین طبقات دیگر ساختمان نیز بصورت سالن به دهانه (متروفاقد دیوار یا تیغه
داخلی است ، پنجره های طبقات در دو امتداد طولی ساختمان بین ستونها قرار
گرفته و فاصله کف پنجره ها تا کف های ساختمان با دیوار آجری با آجر مجوف (با ارتفاع
حدود یک متر) پر شده است . دیوارهای عرضی خارجی نیز با آجر مجوف است
(با استثنای بدنه ای که متصل به برج قفسه پله و آسانسور است و قسمتی از دیوارهای
آن بتن آرمه و قسمتی با آجر مجوف است) .

بطور کلی این ساختمان با دهانه قابل توجه خود و با نداشتن هیچگونه دیوار یا
تیغه داخلی خیلی انعطاف پذیر (Flexible) است و حرکت ساختمان بهیچوجه
هماهنگی با قسمت قفسه پله جنب آن که رژیم میباشد ندارد و با این ترتیب آنچه در نظر
اول ضروری بنظر میرسد لزوم پیش بینی در زانبساط با فاصله کافی بین ساختمان اصلی
و برج پله و آسانسور است و در این قبیل موارد در صورتیکه این درز پیش بینی نشده باشد
باید در انتظار وقوع یک حالت پیچش (torsion) شدید در ساختمان بود .

پوشش کفهای طبقات با استفاده از روش تیرکهای پیش ساخته شده و آجرهای
مجوف انجام شده که روی آنها را بتن ریزی کرده اند ، این تیرکها عموماً در جهت
طولی ساختمان و در فاصله بین قاب ها قرار گرفته اند ولی در پوشش مربوط به قسمت

شمالی نیم طبقه تیرکها در امتداد عرضی قرار گرفته و انتهای آنها بر روی دیوار بنائی که بابلوک بتنی و بطور مسلح ساخته شده گذارده شده است ، استفاده از این دیوار در حقیقت ساختمان را در این قسمت از صورت ساختمان با اسکلت بتن آرمه خالص خارج ساخته است .

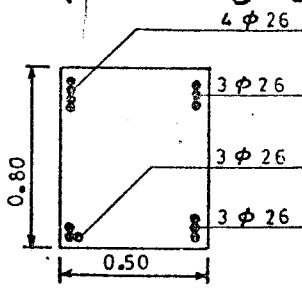
گرچه در داخل دیوار بنائی شمالی ساختمان آرماتورهای قائم قرار داده شده و در محل کفها نیز کلاف افقی پیش بینی شده است لکن از آنجا که این دیوار حامل بار و کف (کف نیم طبقه و سقف آن) است حرکات کف ها که در چنین ساختمان انعطاف پذیری قابل توجه است عیناً^۲ باین دیوار منتقل میشود و با این ترتیب بروز خسارت و یا خسراب شدن دیوار در موقع حدوث زلزله امری غیر منتظره نمیباشد کما اینکه در اثر زلزله این دیوار شدیداً^۳ خسارت دیده آرماتورهای قائم داخلی دیوار کمانه کرده اند .

در اثر وقوع زلزله ساختمان (TELCOR) شدیداً^۴ صدمه وارد گردید ، گذشته از خرابیها^۵ که در دیوارهای این ساختمان وارد آمد خسارات قابل توجهی به اسکلت ساختمان وارد گشت که قسمت عمده آن ناشی از وجود دیوارهای برشی در گوشه جنوب غربی ساختمان است که خارج از محور شدیدی را برای ساختمان فراهم کرده است و این نکته خصوصاً^۶ از شکافهایی که در کف ها (درست در منتهی الیه ساختمان در جنب قفسه پله) بوجود آمده است روشن میشود .

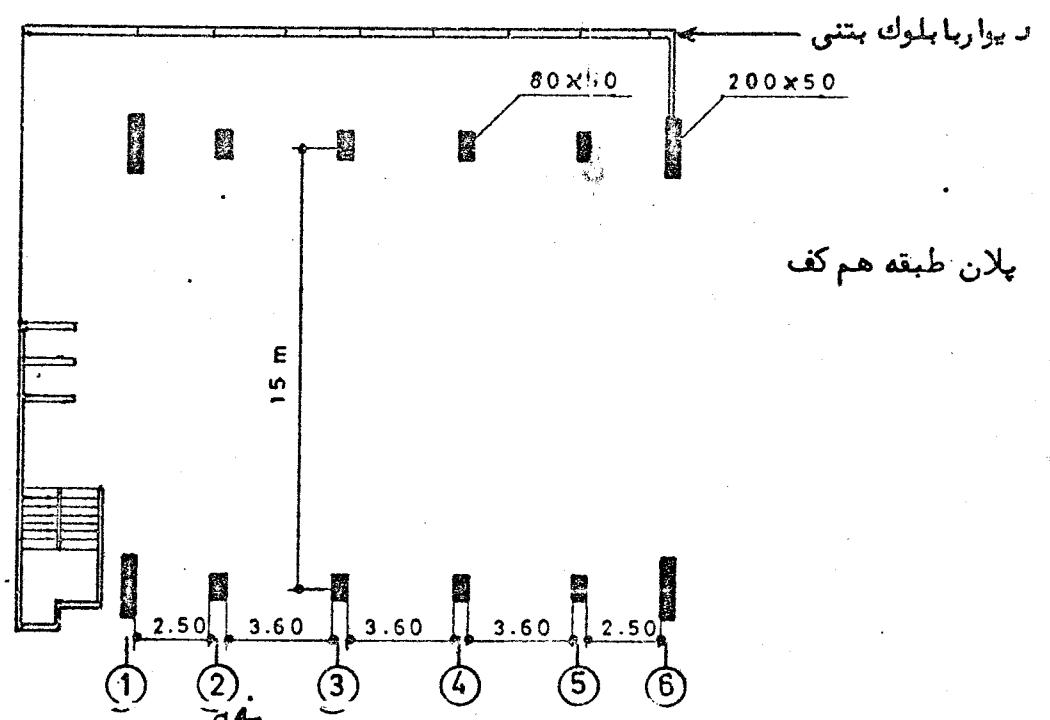
در طبقه هم کف هر چه تیر که حامل نیم طبقه میباشد در محلی که کف ها خاتمه می پذیرد شکاف برداشته اند و در سایر طبقات نیز تیرها در ناحیه ای نزدیک تکیه گاه شمالی ترکهایی خورده اند و هر چه تیرها بطرف قفسه پله نزد یکتر میباشد این ترکها مختصرتر است .

در ستونهای ساختمان نیز صد ماتی وارد شده است و بتن چند ستون در طبقات فوقانی خرد شده است ، بررسی این ستونها نشان میدهد که علاوه بر آنکه نوع بتن مصرفی

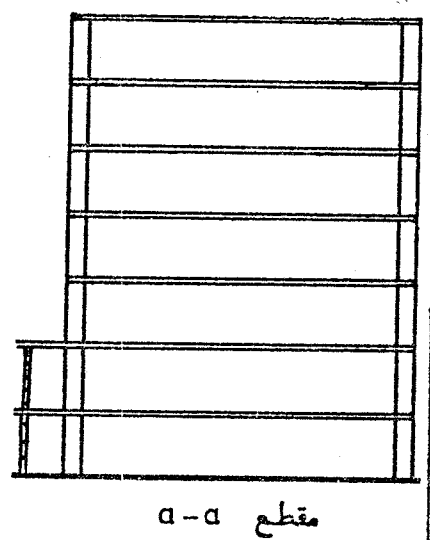
ضعیف بود ما ست در تعبیه تنگ ها نیز مراقبت بعمل نیامده و گاه فاصله تنگ ها از هم ۶ سانتیمتر می باشد ، ملاحظه آهن گذاری ستون خرد شده نشان میدهد که در مقطع ستون آرماتورها بصورت دسته ای اجرا شده است و با این ترتیب چسبندگی زیادی بین بتن و آرماتورها موجود نبوده است و جالب آنکه در اجرای این ستون قاعده خاصی برای توزیع آرماتورها در نظر گرفته نشده و نحوه آرماتور گذاری ستون بمقطع ۸ سانتیمتر در ۵ سانتیمتر طوری است که نشان میدهد از نظر اجرایی وقت کافی مبذول نشده است (زیرا نمیتوان قبول کرد که در طرح ساختمان چنین آهن گذاری پیش بینی شده باشد)



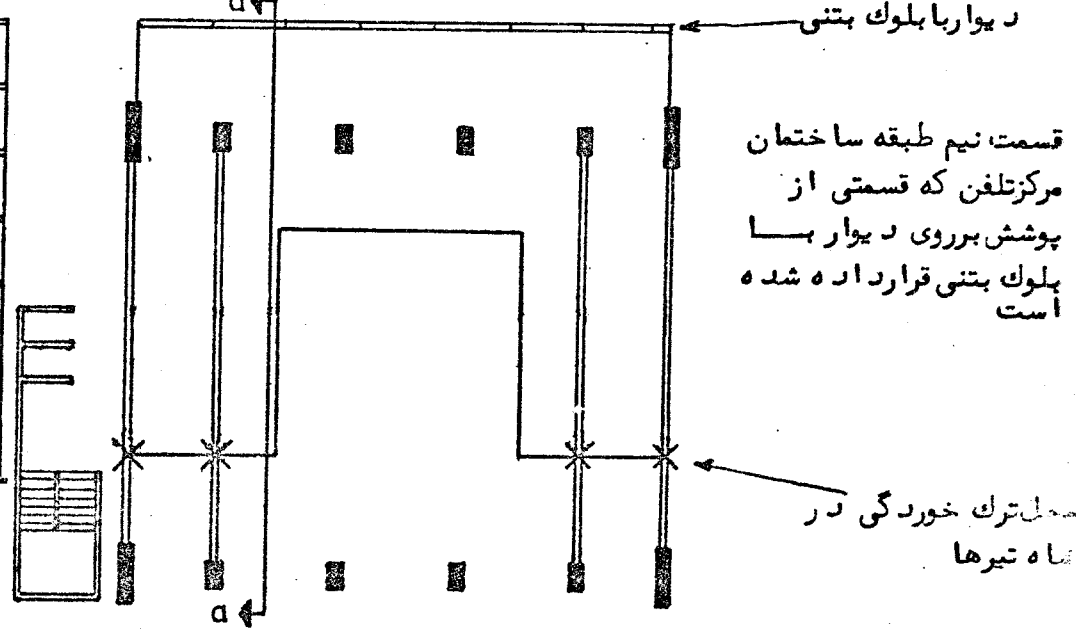
نحوه آرماتور گذاری ستون بتن آرمه در ستونی که بعلت خرد شدن بتن قابل رویت بود



پلان طبقه هم کف

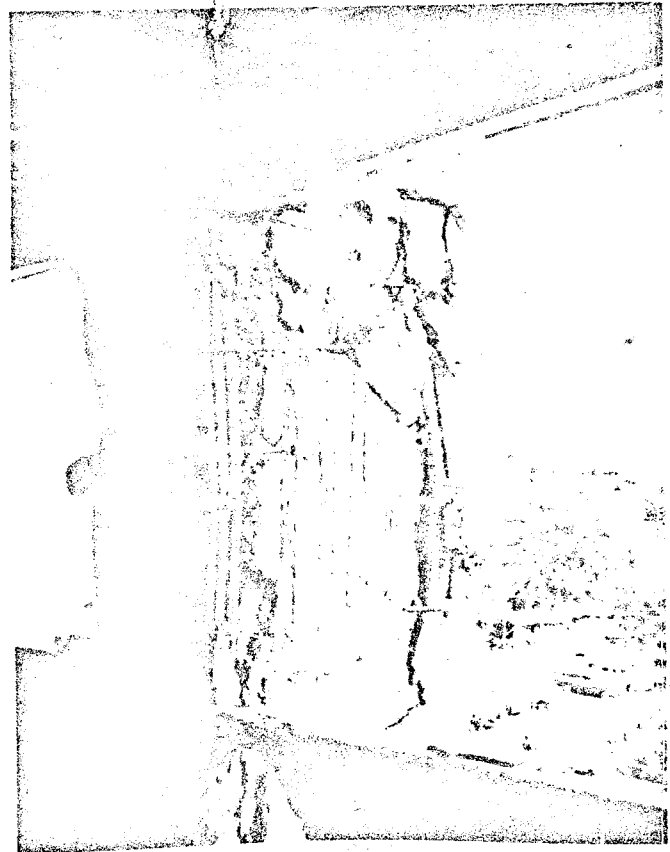
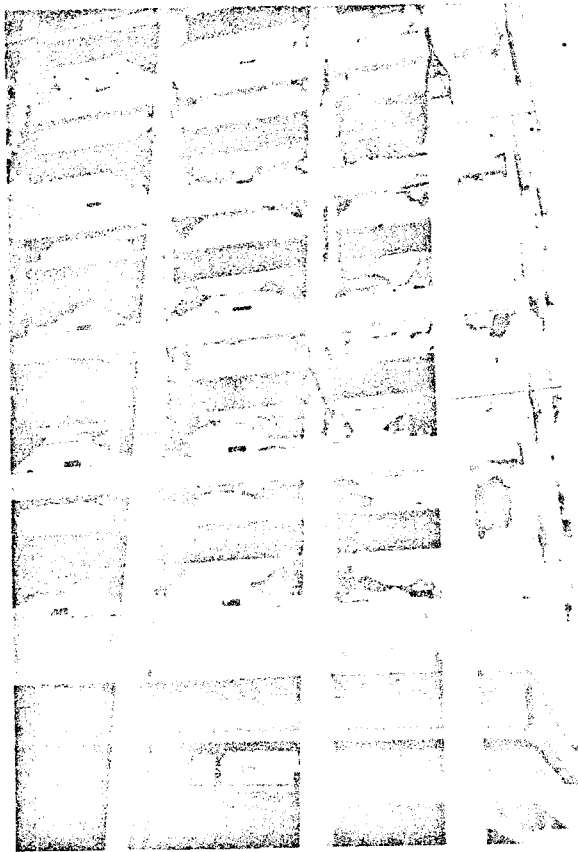
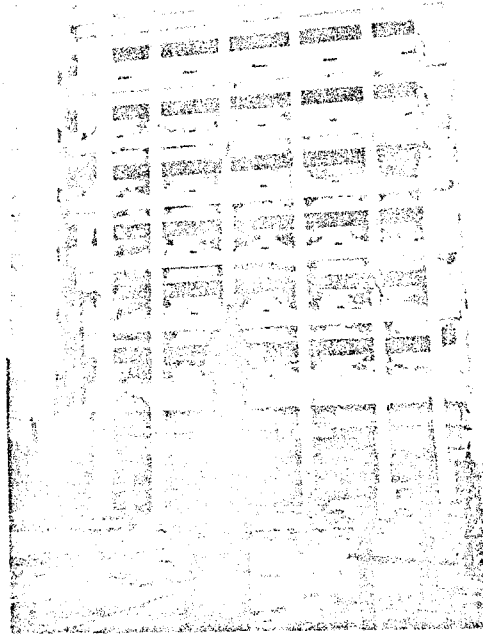


مقطع a-a



قسمت نیم طبقه ساختمان مرکز تلفن که قسمتی از پوشش بر روی دیوارها بلوک بتنی قرار داده شده است

محل ترك خوردگی در ستاه تیرها



ساختمان مرکز تلفن و خسارات وارده به
دیوارهای با آجر مجوف زیر پنجره‌ها
(در این عکس خسارت وارده به ستون
طبقه سوم نیز ملاحظه میشود)

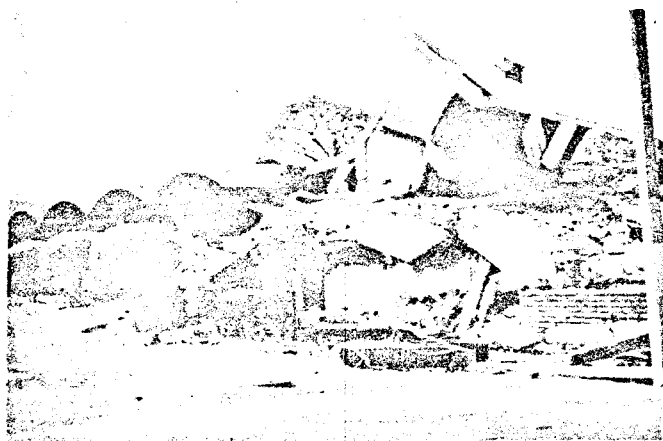
خسارت به ستون طبقه سوم ساختمان مرکز
تلفن (از نزدیک)

ساختمان بزرگی است که بر روی ستونهای بتن آرمه و سقف پوسته نازک بتن آرمه ساخته شده است، ساختمان در یک امتداد دارای ده دهنه و در امتداد دیگر دارای ۷- دهنه است و فاصله محورها محور ستونها در هر دو امتداد ۶ متر میباشد.

پوشش ساختمان بصورت نیم استوانه هائی در امتداد طولی است و مولدهای استوانه در امتداد عرضی ساختمان قرار گرفته اند، ساختمان در این امتداد دارای طره ای بدهنه ۶ متر میباشد. در امتداد طولی ساختمان، ستونهای بتن آرمه بوسیله قوسهای بتن آرمه بیکدیگر متصل شده اند و این قوسها حد مولدهای طولی استوانه هر دهنه میباشد ولی در جبهه ساختمان علاوه بر این قوس تیرافقی بتن آرمه بصورت کش نیز گبازده شده است.

در اثر بروز زلزله قسمتی از طره که در گوشه ساختمان قرار دارد خراب شده است همچنین نیروی زلزله در جهت طولی ساختمان به سقف فشار آورده و قوسهای روی ستونها را در محل ستونها حرکت داده است. ولی هیچگونه حرکتی در جهت عرضی ساختمان که در امتداد مولدهای استوانه است ملاحظه نشد.

در کنار این ساختمان قسمت اداری ترمینال که ساختمان بتن آرمه سه طبقه ای است ساخته شده است و در اثر زلزله این ساختمان کاملاً فرود آمد.



در این عکس خرابیهای قسمت اداری

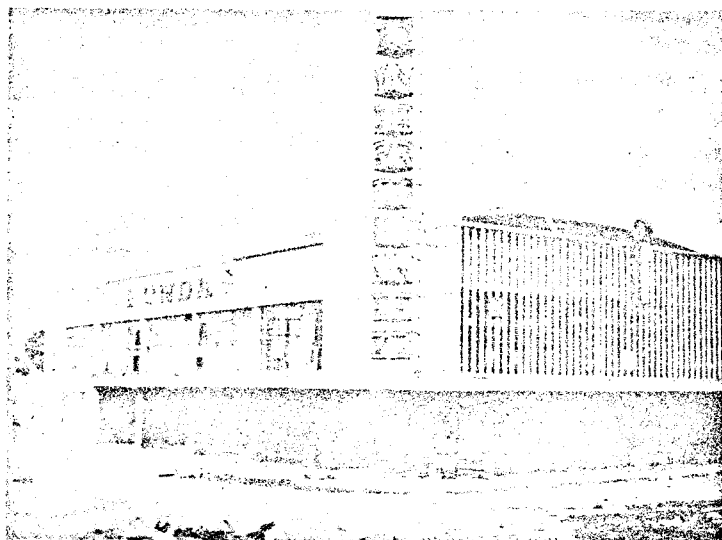


طره ۶ متری ترمینال Aduvana

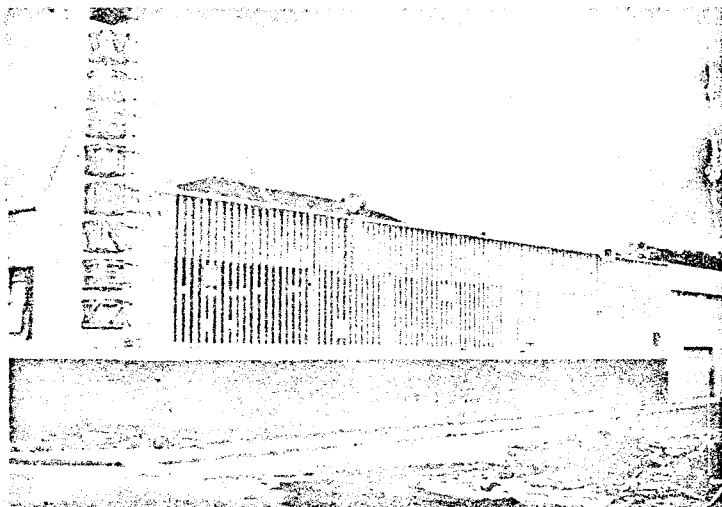
این ساختمان که سالن نمایشگاه موتورسیکلت Honda است ساختمان مربع شکل بزرگی است که در منطقه آسیب دیده اصلی شهر قرار گرفته است، ابعاد ساختمان ۳۰ متر در ۳۰ متر بوده و ساختمان بوسیله گنبد بتن آرمه پوشش شده است، ارتفاع ساختمان در حد و ارتفاع یک ساختمان سه طبقه است و در داخل سالن برای اجرای نیم طبقه تعدادی ستون موجود است که نیم طبقه و بالکن داخلی بر روی آنها ساخته شده است. بطور کلی خسارت عمده ای در اسکلت اصلی و در سقف این ساختمان ملاحظه نشد ولی در دیوارهای خارجی ترکهایی دیده شد و همچنین تعدادی از ستونهای بتن آرمه که بین پنجره ها در نمای غربی ساختمان موجود است آسیب دیده اند، ارتفاع این ستونها کم و از ۷ سانتیمتر تا وزن نمیکند و شکافهایی که در این ستونها ایجاد شده از نوع شکاف ناشی از تلاش برشی است. ملاحظه نزدیک این ستونها، عدم کفایت تنگهای راکه در ستون گذارده شده است اثبات میکند.



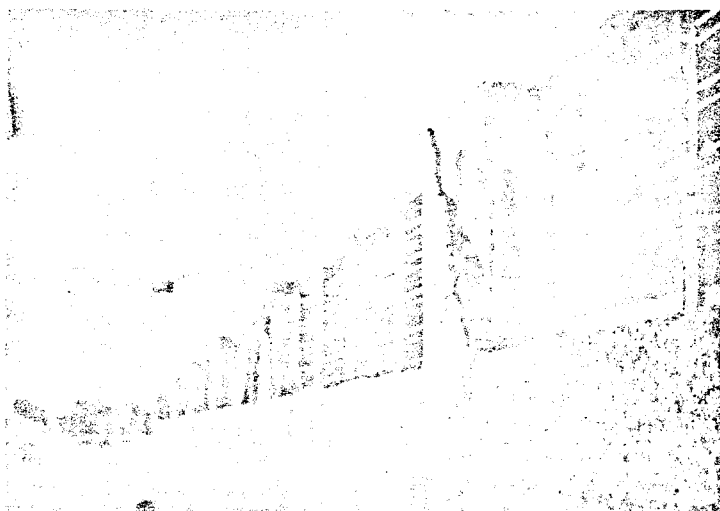
ساختمان نمایشگاه موتورسیکلت هوندا
با سقف گنبدی بتن آرمه



نمایشگاه هوندا



نمای غربی نمایشگاه هوندا (با ستونهای کوتاه در طبقه همکف)



ساختمان بتن آرمه در طبقه سینگر بر قاب های عرضی يك دهانه (به دهانه ۶ متر) که در يك طرف دارای طره ای به دهانه ۲ متر و در طرف دیگر دارای طره ای به دهانه يك متر است ساخته شده است و ساختمان در جهت طولی فاقد قاب میباشد .

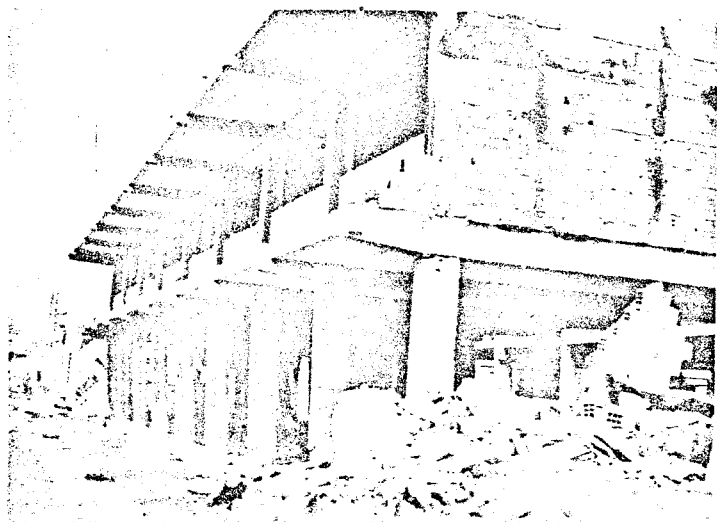
پوشش های ساختمان با استفاده از تیرکهای پرفایبریکه (در جهت طولی ساختمان) و آجر مجوف انجام شده است .

دهانه های مربوط به امتداد طولی ساختمان در طبقه هم کف بدوین دیوار چینی و در طبقه دوم دارای دیواری با ارتفاع حدود ۸.۰ سانتیمتر است (تأزیر پنجره) و دهانه های عرضی ابتدائی و انتهائی در هر دو طبقه آجر چینی شده است ، در این محصل و ساختمان دیگر مانند همین ساختمان و بموازات آن با فاصله کافی از این ساختمان ساخته شده است که عیناً همین نقشه اجرا گردیده با فرق اینکه در این ساختمان کلیه دهانه های طبقه هم کف در امتداد طولی دارای دیوار آجری با ارتفاع حدود ۲ متر میباشد . بطور کلی قاب های عرضی برنده بار در این ساختمانها با اندازه کافی قوی میباشند و ساختمان در این امتداد خاصیت تغییر شکل پذیری کمتری را دارد بالعکس در امتداد طولی که ساختمانها فاقد قاب هستند بسیار ضعیف بوده و خصوصاً در ساختمان اول که فاقد دیوار طولی میباشد قابلیت تغییر شکل پذیری زیادی را دارا میباشد .

در اثر زلزله این ساختمانها در امتداد طولی تغییر شکل داده اند و ساختمان اول تقریباً يك متر از قائم منحرف شده است و باین جهت در محل تلاقی تیروستون شکافهائی ایجاد گردیده است (در دو ساختمان دیگر شکاف در محل تلاقی خط بالای دیوار با ستون و در محل تلاقی کف با ستون است) .

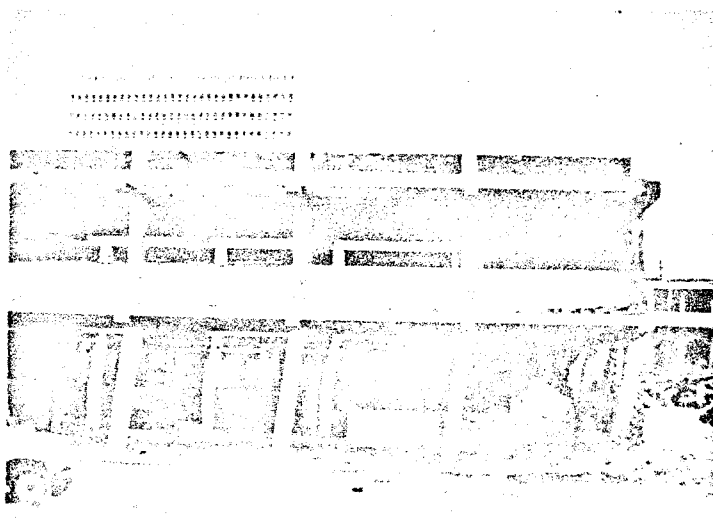
بطور کلی در این قبیل پوشش ها که جهت تیوریزسی در يك امتداد ساختمان میباشد

عملاً شاه تیرها به علت آنکه باید بار قاع زیاد را تحمل کنند قوی اختیار میگردند و چنانچه در امتداد دیگر که موازی با امتداد تیرریزی است عامل برنده بار جانبی پیش بینی نشده باشد همواره امکان این قبیل خسارات و حتی خراب شدن کامل ساختمان موجود است. علاوه بر خسارتی که در جهت طولی باین ساختمان وارد گردید دیوارهای عرضی طرفین نیز خراب شدند که این امر ناشی از تغییر شکلی است که در جهت عمود بر دیوار به این دیوارها وارد گردیده است.



ساختمان سینگر که در یک امتداد دارای قابهای قوی و در امتداد دیگر فاقد عنصر برنده بار جانبی است

تغییر شکل در جهت طولی در ساختمان سینگر



از ساختمانهای جالبی است که زلزله خساراتی بآن وارد ساخت ولی از خرابی محفوظ مانده است. این ساختمان از دو ردیف ستون بتن آرمه ساخته شده است که فاصله محورها محور آنها را متداده عرضی ۲۶ متر و در امتداد طولی ۶/۵ متر است. سقف این ساختمان از پوشش پوسته نازک بتن آرمه بشکل نیم استوانه‌هایی که در خارج ساختمان نیز از هر طرف با اندازه ۶ متر حالت طره دارد انجام شده است، دیوار طولی ساختمان در فاصله ۳/۲ متر از محور ستونها و خارج از آن ساخته شده و با این ترتیب ستونها در داخل سالن نمایان بوده و بین آنها بیژاری قرار نگرفته است. دیوارهای طولی مشبك میباشد.

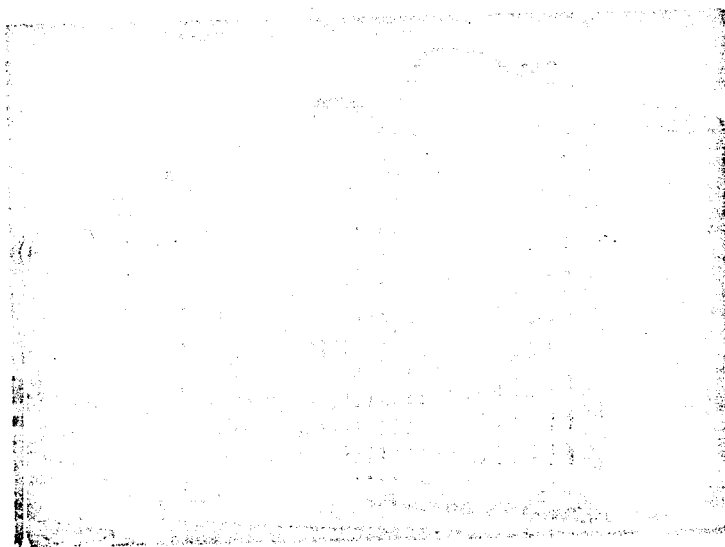
در امتداد طولی در دو طرف ساختمان دو ربع استوانه که دهانه هر یک ۳/۲ متر است در سقف ساخته شده است که بصورت طره میباشد.

ستونها در امتداد طولی در ارتفاع ۶ متری با تیر بتن آرمه پهنی بهم متصل شده اند و این تیر تاج خارجی ساختمان از آنه میباشد و دیوارهای طولی شبکه ای ساختمان را در بر میگیرد، علاوه بر آن ستونها در امتداد طولی بوسیله تیرهای قوسی شکل نیز بیکدیگر متصل شده اند که تکیه گاه نیم استوانه های سقف میباشد.

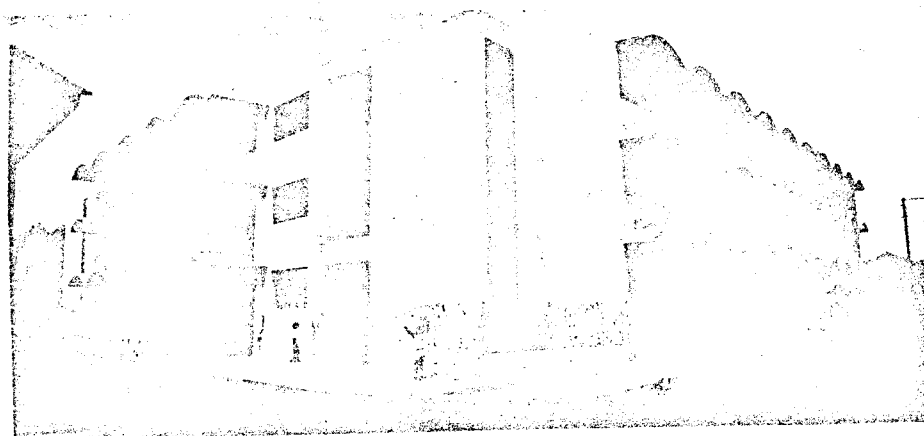
بطور کلی ساختمان در برابر زلزله مقاومت کرده است و تنها یکی از ربع استوانه های طره ای سقف خراب شده است همچنین علامت صلیب ورودیه کلیسا که از بتن آرمه ساخته شده شکسته شده است، به سقف ساختمان در داخل سالن هیچگونه خسارتی وارد نشده و تنها در پیاره ای قسمتها سقف استوانه ای در محل قرار گرفتن بر روی تیرهای قوسی بین ستونها در جای خود حرکت کرده و فاصله ای ایجاد شده است، این فاصله خصوصاً در دهانه اول که مجاور ربع استوانه طره ای که شکسته شده است بیشتر

بچشم میخورد که بععلت خراب شدن طره و یکپارچگی طره با این تهنه بوجود آمده است .

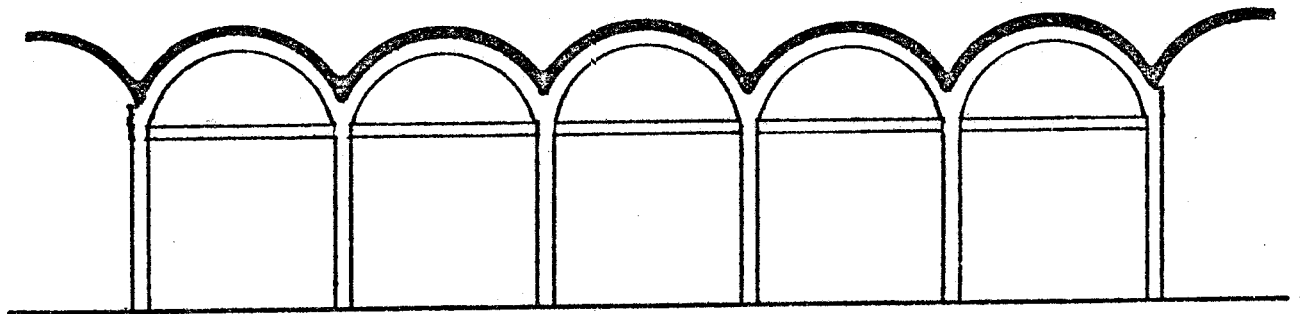
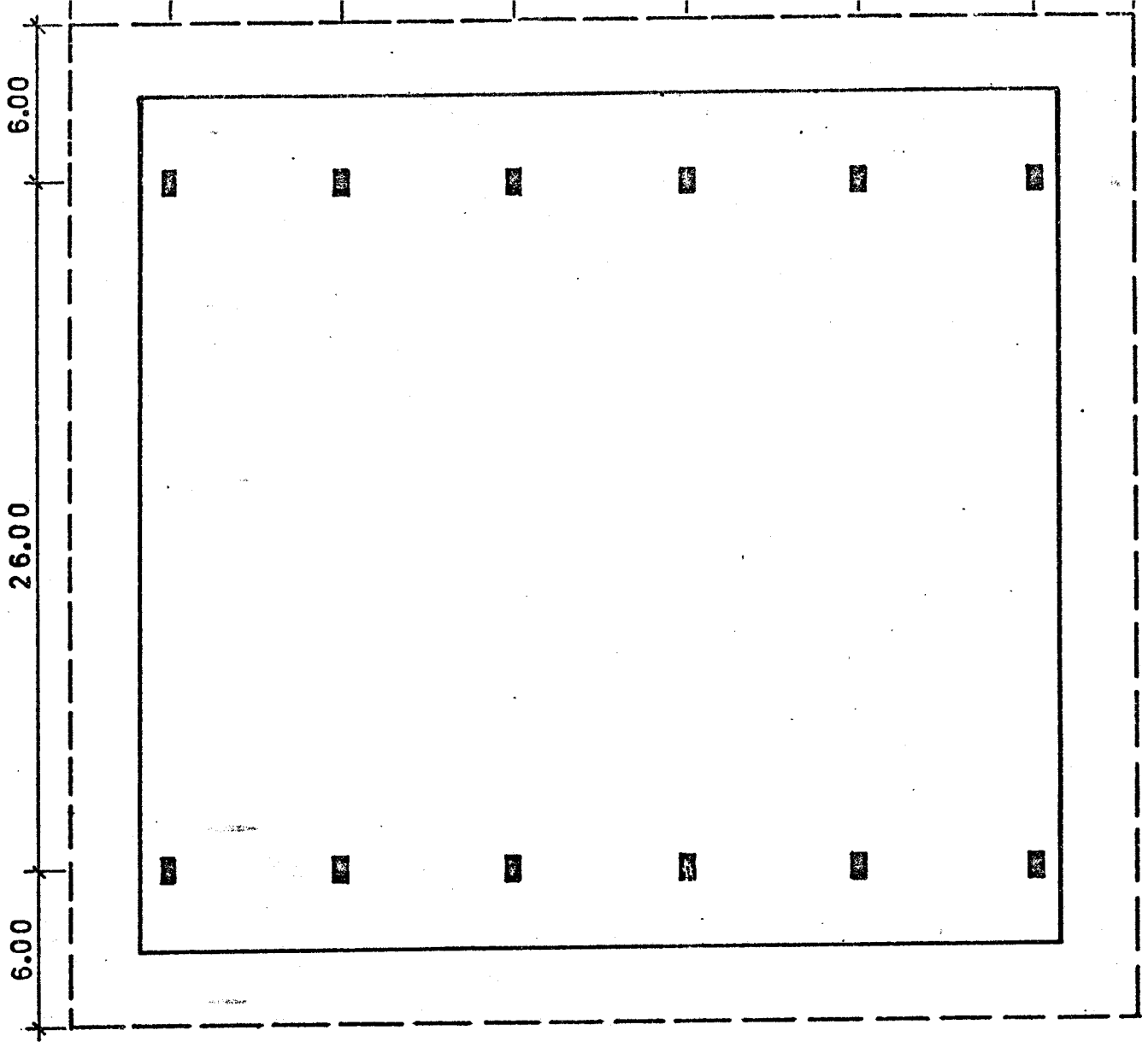
مدرسه متعلق باین کلیسا که در فاصله یکصد متری کلیسا بطور مستقل ساخته شده است ساختمان سه طبقه ایست که از بتن آرمه ساخته شده و نوع کف های آن نیز پوسته ای نازک بشکل نیم استوانه است ، خسارات وارد به باین مدرسه نیز در حدود خراش و ریخته شدن بتن در پاره ای از ستونها و ایجاد شکافهایی در دیوارهای جدا کننده داخلی است .



San Domingo کلیسای

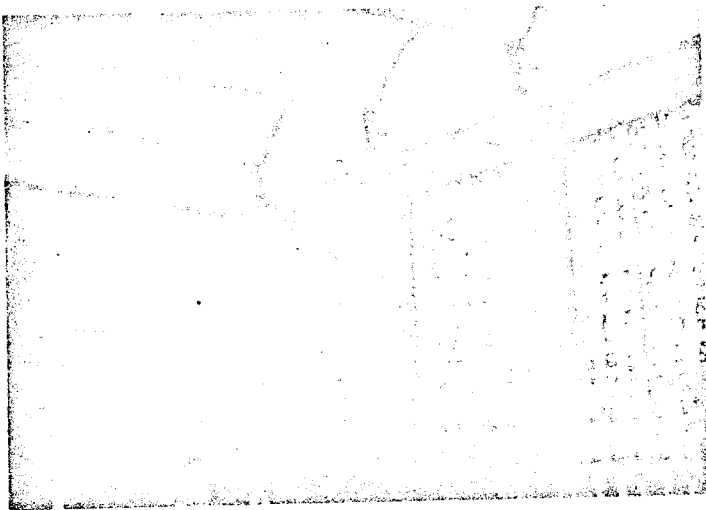


San Domingo مدرسه متعلق به کلیسای



San Domingo

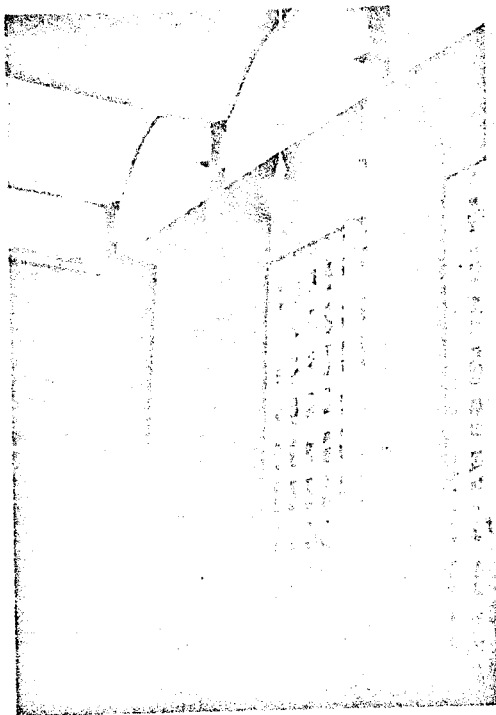
کلیسای



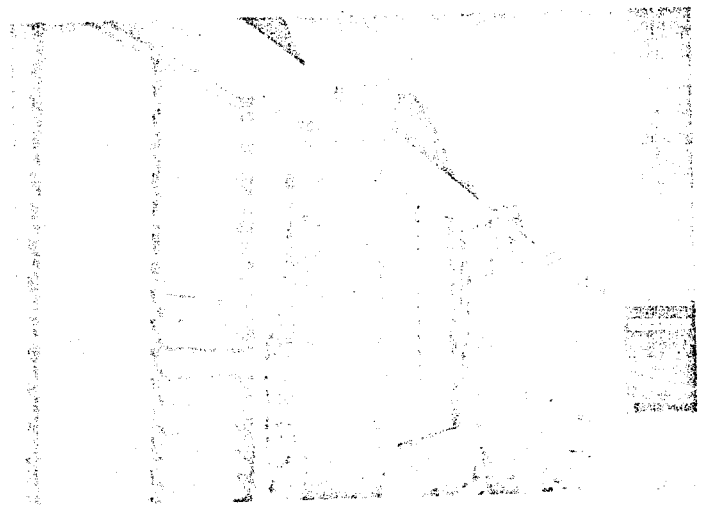
تخمیر مکان سقف استوانه در روی تیرقوسی



شکسته شدن علامت صلیب کلیسای San Domingo
که از بتن آرمه ساخته شده است



کلیسای San Domingo
(تیر طولی پهن بین ستونها)



خسارت به ستونهای
بتن آرمه در مدرسه متعلق
به کلیسای San Domingo

ساختمان ۷ طبقه ای است که با قابهای بتن آرمه ساخته شده و دارای دیوارهای
برشی بتن آرمه است، پلان ساختمان مربع مستطیل بوده و در امتداد طولی دارای دو ردیف
ستون است که فاصله محور تا محور این دو ردیف ستون از هم ۸ متر میباشد، ستونها در
جهت طولی با فاصله ۵ / ۴ متر از هم قرار گرفته اند.

کف های ساختمان از دال بتن آرمه ریخته شده در محل ساخته شده و از طبقه
هم کف به بالا در جهت عرضی در دو طرف بصورت طره بد ها نه ۵ / ۱ متر خارج شده است
و دیوارهای طولی خارجی ساختمان بر روی این طره ها قرار گرفته است، این دیوارها
در یک طرف کلا شیشه ای است و در طرف دیگر ارتفاع کوتاهی از بلوک بتنی ساخته
شده و روی آن پنجره قرار گرفته است.

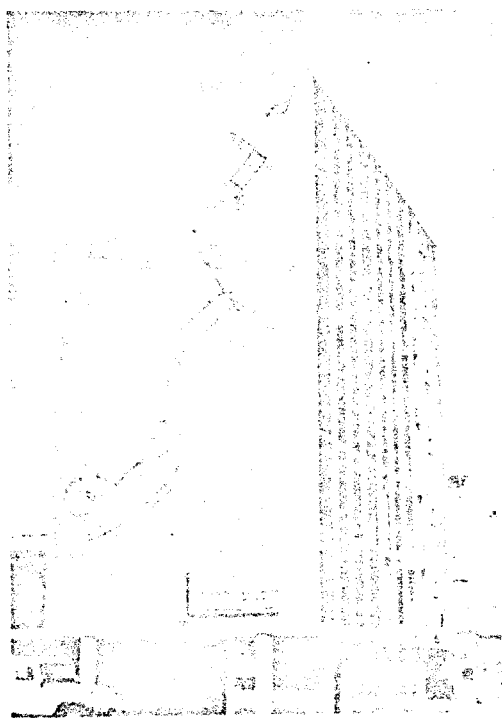
ساختمان در جهت عرضی در یک طرف دارای دیوار برشی بتن آرمه است و این دیوار
از طبقه روی طبقه هم کف به بالا و در منتهی الیه ساختمان ساخته شده است و در طبقه
هم کف ادامه نیافته و بجای آن دیوار برشی در دهانه مجاور دهانه آخر ساخته شده
است. در طرف دیگر منتهی الیه ساختمان همچنین یک دهانه بلافاصله قبل از آن
دیوار آجری در کلیه طبقات ساخته شده است که محل پله ساختمان میباشد، در گوشه ای
از این قسمت آسانسورهای ساختمان قرار دارند که دیوارهای اطراف آن بتنی است.

ساختمان در بیشتر طبقات فاقد تیغه بندی داخلی و بصورت سالن است و در بعضی
از طبقات با تیغه های چوبی جدا شده است. در اثر زلزله شیشه های جبهه اصلی
ساختمان عموماً شکسته و به دیوارهای کوتاه یا بلوک بتنی که در زیر پنجره های جبهه دیگر
ساختمان است خسارت وارد گردیده است.

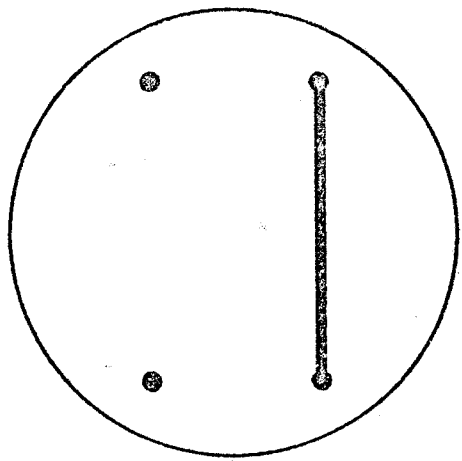
نکته قابل توجه در این ساختمان اثری است که تغییر محل دیوار برشی عرضی

ساختمان در طبقه زیر داشته است ، همانطوریکه گفته شد در یواربرشی در طبقه هم کف در امتداد در یواربرشی طبقات دیگر نیست و در یواربرشی این طبقه در دهانه مجاور قرار گرفته است و با این ترتیب تلاش زلزله مستقیماً " از یوار فوقانی به پائین منتقل نشده و در ال سقف طبقه هم کف واسطه انتقال تلاش در یواربرشی طبقات بالا به در یواری است که در طبقه هم کف قرار گرفته است و در نتیجه در زیر در ال سقف این طبقه ترك هائسی بوجود آمده است همچنین در این طبقه در ستون زیر یواربرشی طبقات بالا ترك های مختصری دیده میشود

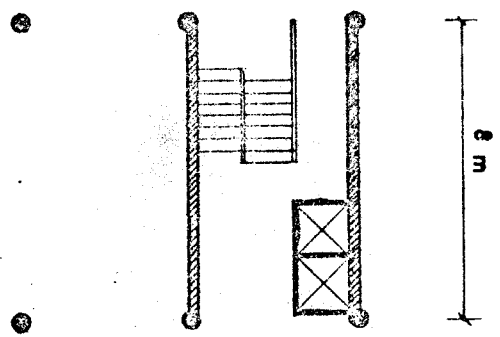
بطور کلی این ساختمان در برابر زلزله خوب پایداری کرده است و خسارات وارده به آن چندان قابل توجه نمیباشد .



ساختمان
 Immoiliaria
 (در یواربرشی طبقه هم کف در دهانه دوم و در یوار
 برشی سایر طبقات در دهانه اول است)

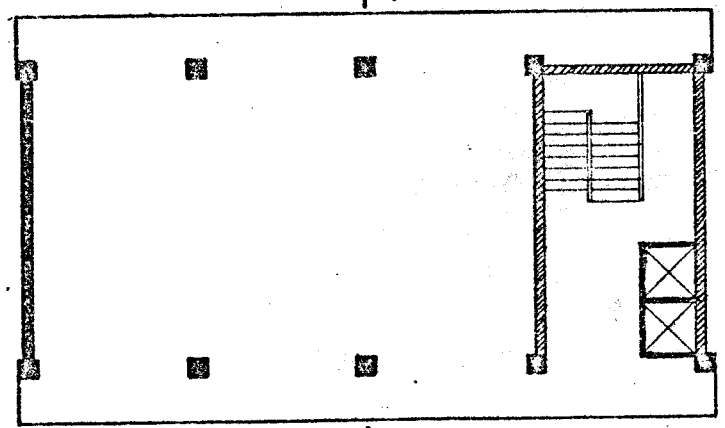


b-b



طبقه هم کف

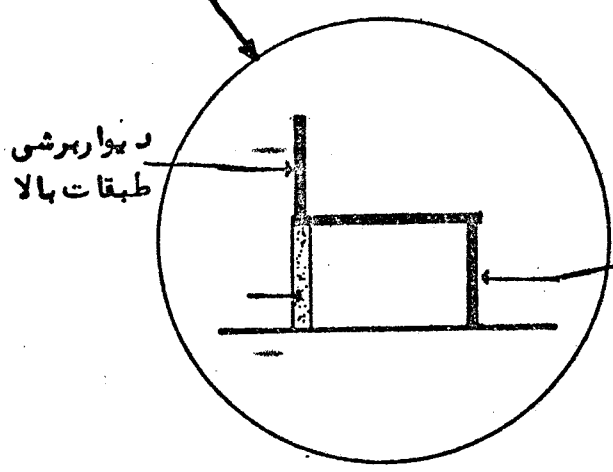
→ a



→ a

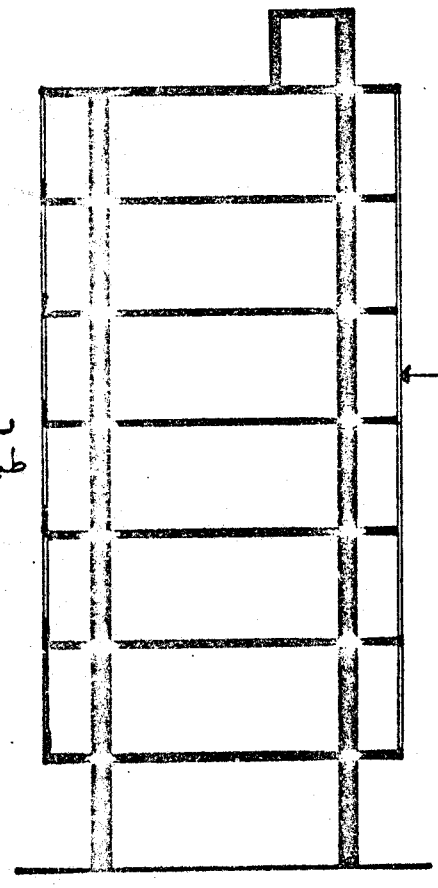
طبقات تیسپ

تغییر محل د یواربرشی



b-b

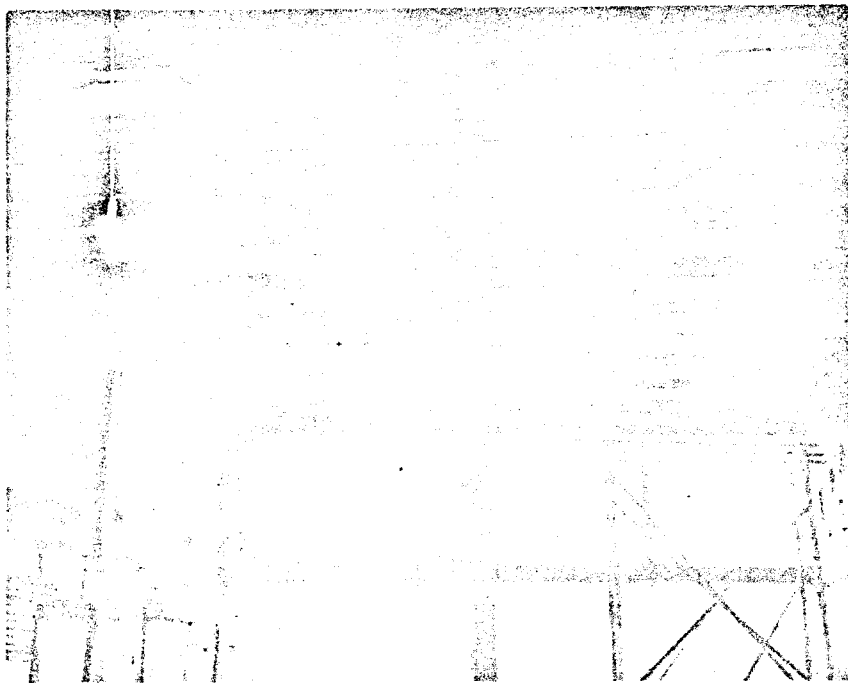
ساختمان Immobilaria



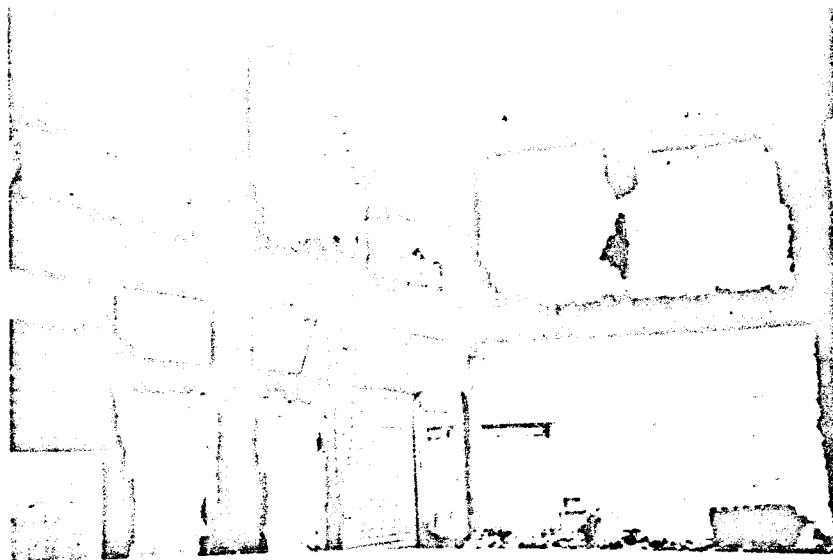
a-a

ساختن بتن آرمه يك طبقه چاپخانه كه بلافاصله در عقب ساختن ایومیلاریسا قرار گرفته است باد هانه حدود ۳ متر با سقف از بتن پرفابریکه پیش تنیده ساخته شده است، تیرها بشکل **TT** میباشد و در زیر تیغه های آن صفحات آهن گذارده شده و همچنین در تکیه گاهها نیز صفحه آهن پیش بینی و اتصال بین تیرها و تکیه گاهها با جوش تأمین شده است.

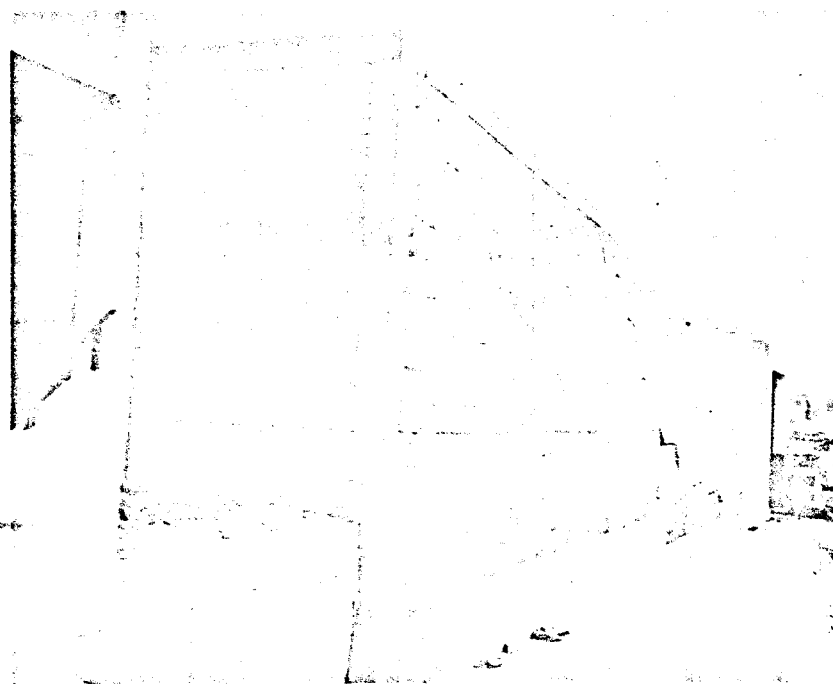
دیوارهای ساختمان از آجر مجوف میباشد و این دیوارها عموماً در اثر زلزله خراب شده اند و خرابی این دیوارها ناشی از مولفه عمود بر سطح دیوار میباشد. دیوار خارجی محوطه این چاپخانه با بلوک پرفابریکه بتنی و با ارتفاع ۴ متر ساخته شده است، دیوار در سه محل دارای کلاف بتن آرمه و در فاصله هر سه متر دارای يك عنصر قائم میباشد و با این وصف در اثر زلزله بصورت محدب درآمده است.



ساختن چاپخانه LA PRENSA با سقف بتنی پیش ساخته شده پیش تنیده



خسارت به دیوارهای اطراف ساختمان چاپخانه LA PRENSA به طوریکه ملاحظه میشود
 با وجود تقویت هایی که در داخل دیوار انجام شده خسارات وارده شدید است



دیوار با بلوک بتنی محوطه چاپخانه پشت ساختمان مرکز تلفن با کلافهای بتن آرمه قائم و
 افقی (به طوریکه ملاحظه میشود نیروی زلزله عمود بر سطح دیوار موجب انحنا در سطح دیوار
 شده است)

ساختمان سه طبقه بتن آرمه ای است که دارای پیش آمدگی طره ای (حدود ۳ متر) میباشد. این ساختمان بر روی سه ردیف ستون بتن آرمه که فاصله هر ردیف از ردیف دیگر ۶ متر است ساخته شده است. تعداد ستونها در ردیف جلو و عدد در ردیف وسط ۳ عدد است که در ستون آن در دو طرف و یک ستون در داخل سالن است در ردیف آخر فقط در ستون در طرفین گذارده شده و از دیوار آجری قفسه پله برای پوشش طبقات استفاده شده است.

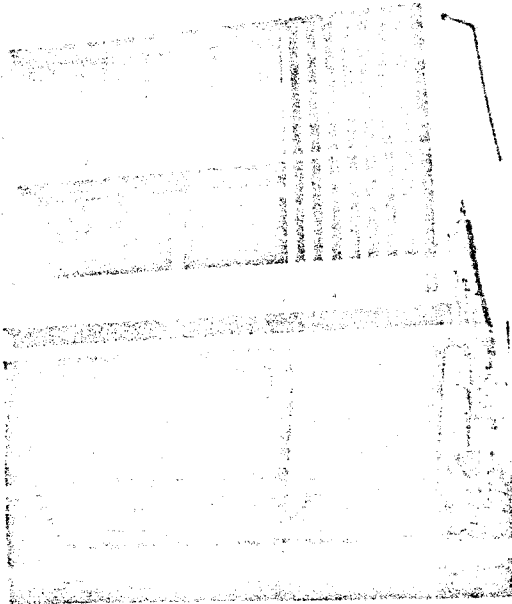
ستونهای ساختمان عموماً ضعیف وابعاد آنها ۳۰ سانتیمتر در ۲۰ سانتیمتر است و ستون وسط سالن بمقطع دایره و قطر ۳۰ سانتیمتر میباشد.

طبقه هم کف دارای دو طره است که یک طره آن در امتداد سقف نمیشود و بمحاذات قسمت زیرین تیرقوی است. طره هابطور کلی سنگین میباشد و حتی در طبقه سوم دیوار کاملاً پر در جلوی طره گذارده شده است.

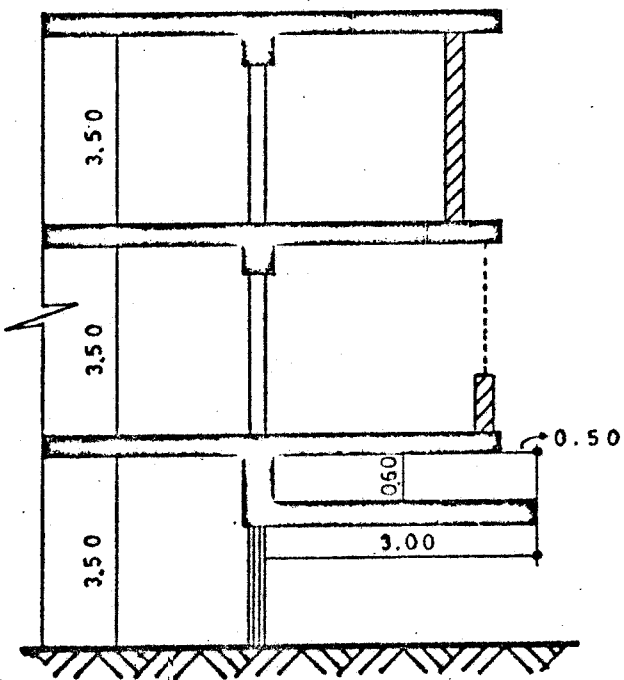
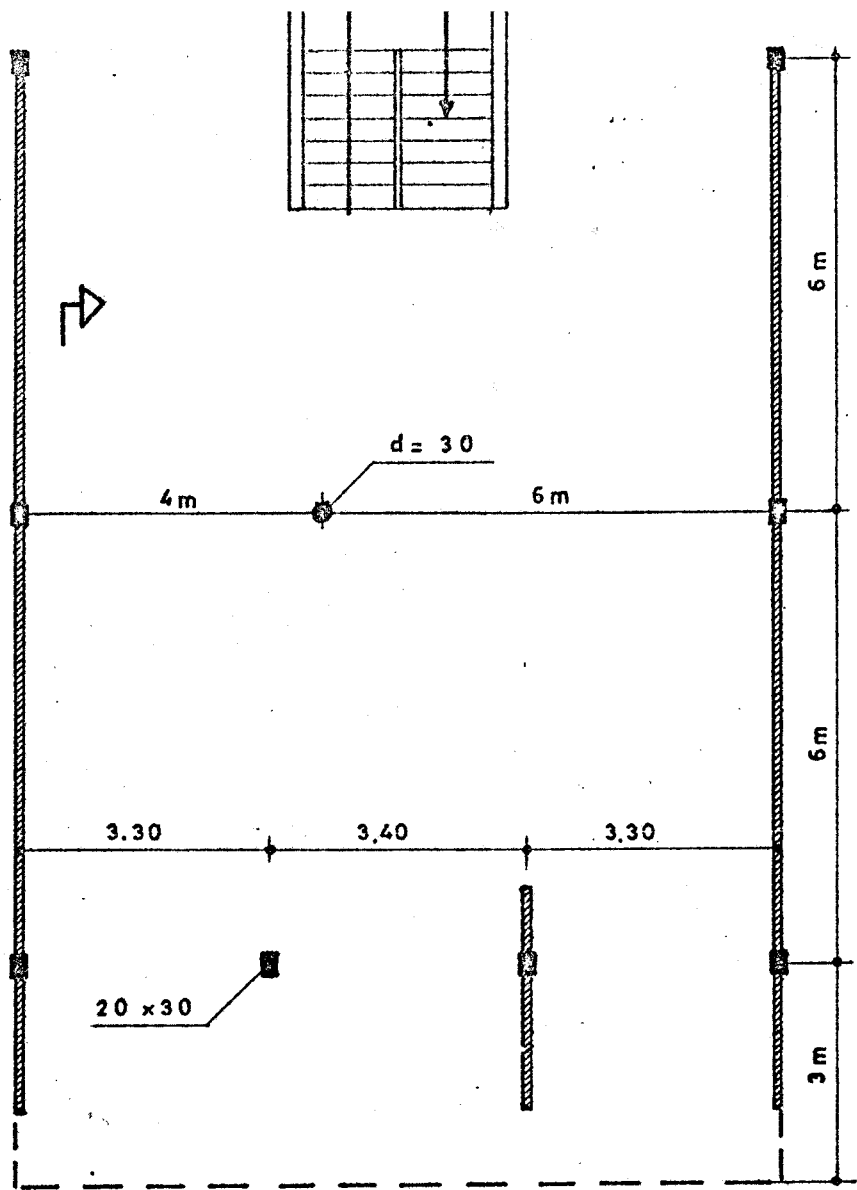
دیوارچینی ساختمان با آجر توپر و با ملات خوب انجام گرفته است.

در اثر زلزله ستونهای بتن آرمه خسارت

دیده اند و بتن بالا و پائین ستونها خرد شده است. ستون گرد وسط سالن با اندازه ۹۰ سانتیمتر و ستونهای ظریف ردیف جلو با اندازه یک متر از حالت قائم منحرف شده اند و ساختمان در جهت عرضی کج شده است.



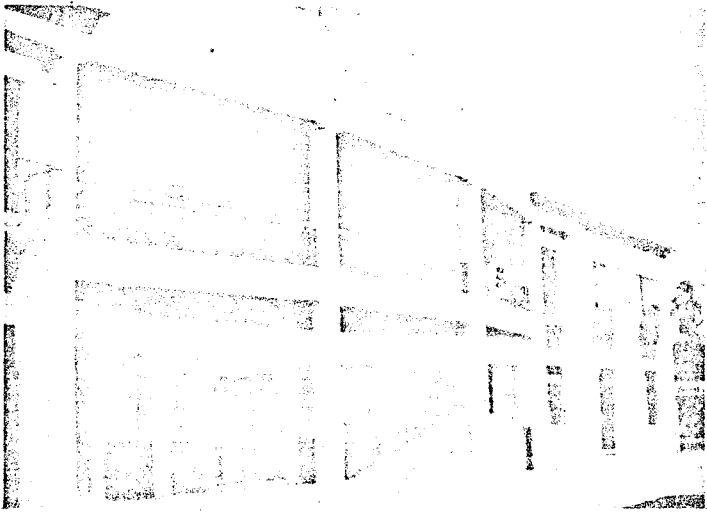
(*) A نام قراردادی است که در اینجا بکار برده ایم



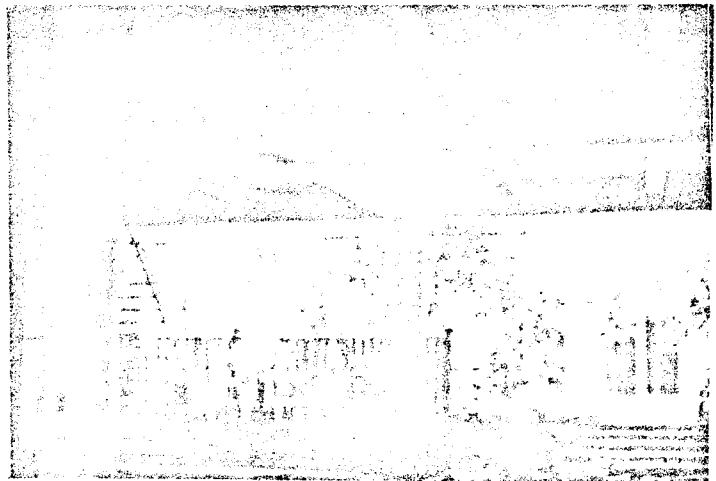
78

ساختمان گراند هتل

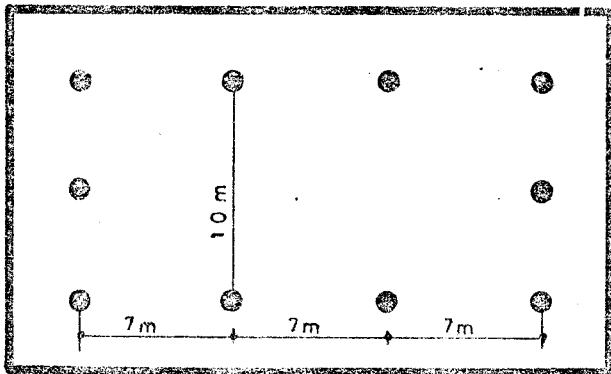
ساختمان در طبقه پنجم آرمه ایست که پوشش بام آن با خریای فلزی انجام گرفته است
پوشش بام در اثر زلزله خراب گردیده است ولی سقف طبقه هم کف باد خانه های بزرگ و
از شاه تیروبرودان بتن آرمه ساخته شده است و خسارتی بآن وارد نگردیده است .



ساختمان گراند هتل

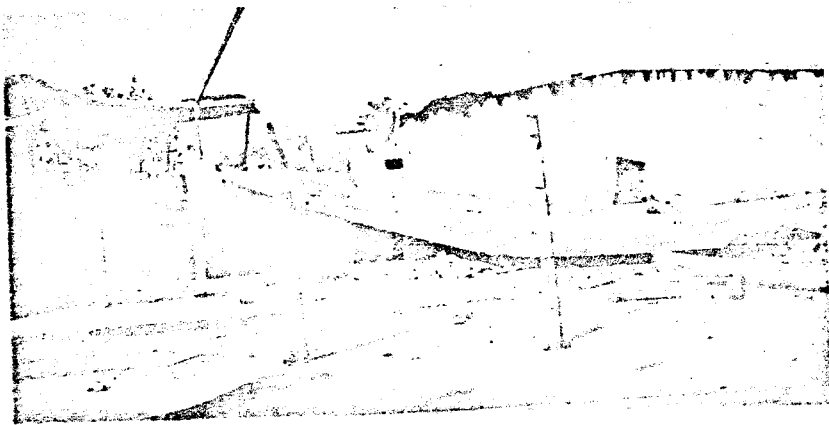


پوشش طبقه هم کف

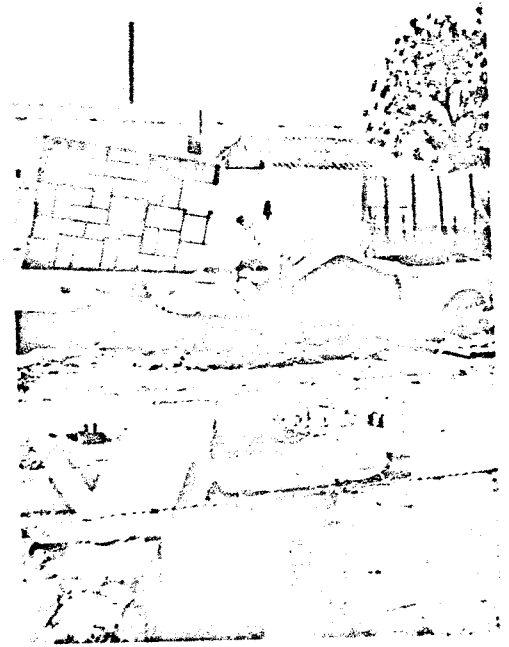


پلان طبقه هم کف

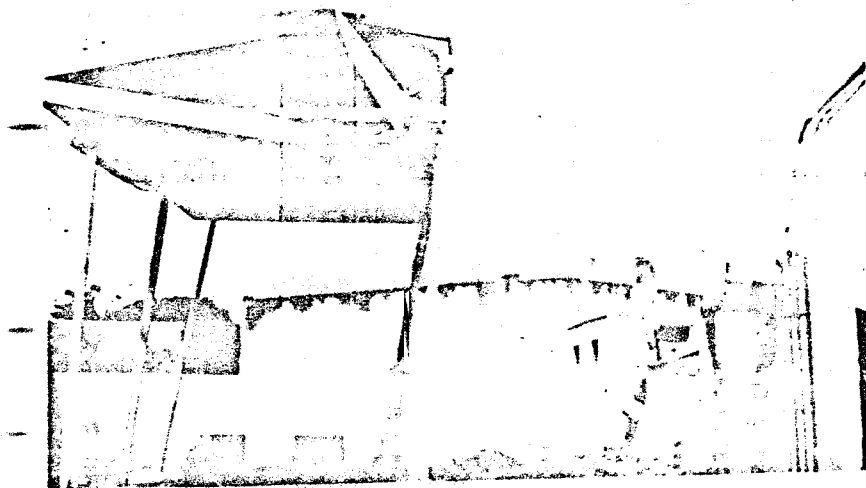
سربوش بتن آرمه سنگینی است که بصورت دال يك پارچه بر روی چهارستون بتن آرمه بابعاد ۳۰ سانتیمتر در ۳۰ سانتیمتر (با عدد آهن گرد ۱۸ آج دار) ساخته شده است ، فاصله ستونها در يك امتداد ۵ متر و در امتداد دیگر ۲ متر است . در اثر زلزله سقف ایستگاه ساختمان بکلی فرود آمده است . مشابه این ساختمان در محل دیگری ساخته شده است که خراب نشده ، ملاحظه محلی نشان داد که در داخل هر يك از ستونهای بتن آرمه ساختمان اخیرستون فلزی قرار داده شده که بخوبی به سقف اتصال داده شده است و وجود همین ستونها ی انعطاف پذیر موجب گردیده است که سقف فرود نیاید .



سقوط دال سنگین



در کنار این ساختمان سربوش دیگری است که با سقف سبك آهن ورق ساخته شده و بر روی لوله‌های آهنی با ارتفاع ۴ متر قرار گرفته است ، در اثر زلزله ستونها کج شده و سقف درهم پیچیده شده است



ساختمانهای سنتی

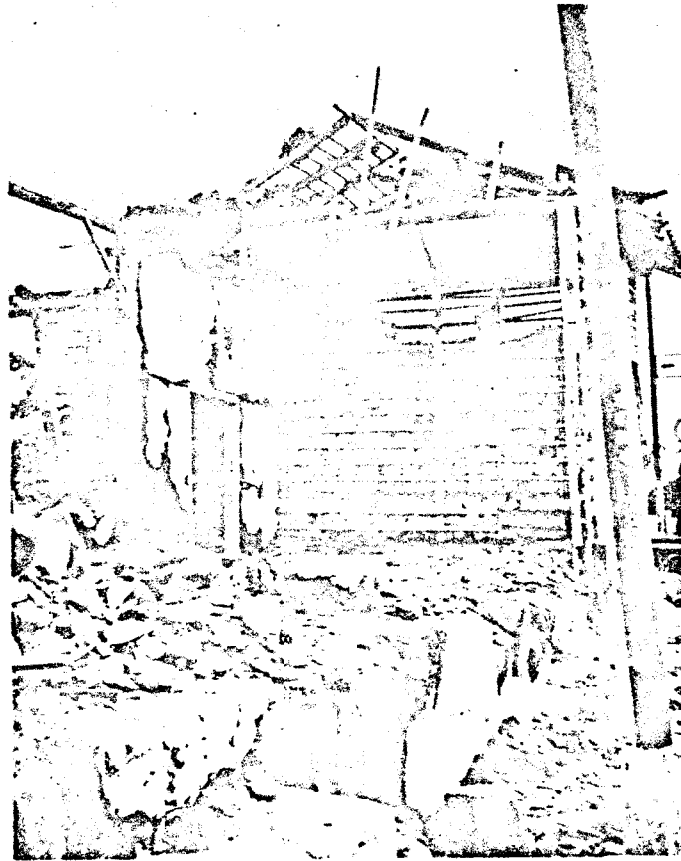
نوع ساختمانهای سنتی کشور نیکاراگوآ خشت و گلی و یا سنگ و گل است، پس از زلزله شدیدی سال ۱۹۳۱ (شهر ماناگوآ) در این نوع ساختمانها تغییراتی داده شد و به تبعیت از روشهایی که از کشور اسپانیا با رمفان آمد تقویتهایی در طرح این ساختمانها صورت گرفت که تا حدود زیادی ناشی از توجه به مقاوم بودن آنها در برابر زلزله است ولی در عمل بعلاوت بدی اجرا خسارت زیادی در زلزله اخیر باین ساختمانها وارد شد و در حقیقت عامل عمده تلفات سنگین زلزله ماناگوآ وجود این ساختمانها بوده است.

در این نوع ساختمانها که بنام Torquezal معروف است بفواصل هر یک متر یک تیر چوبی گرد یا چهار تراش بطور قائم قرار داده و به دو طرف این چوبها تخته های افقی که فاصله آنها از هم حدود ۲۵ سانتیمتر است میخ شده و وسط را با سنگ و گل پر کرده اند، باین ترتیب گرچه دیوارها خشت و گلی است ولی دارای استخوان بندی چوبی میباشد که چنانچه در اجرای آنها وقت شود تا حدود زیادی در برابر زلزله مقاوم خواهند بود.

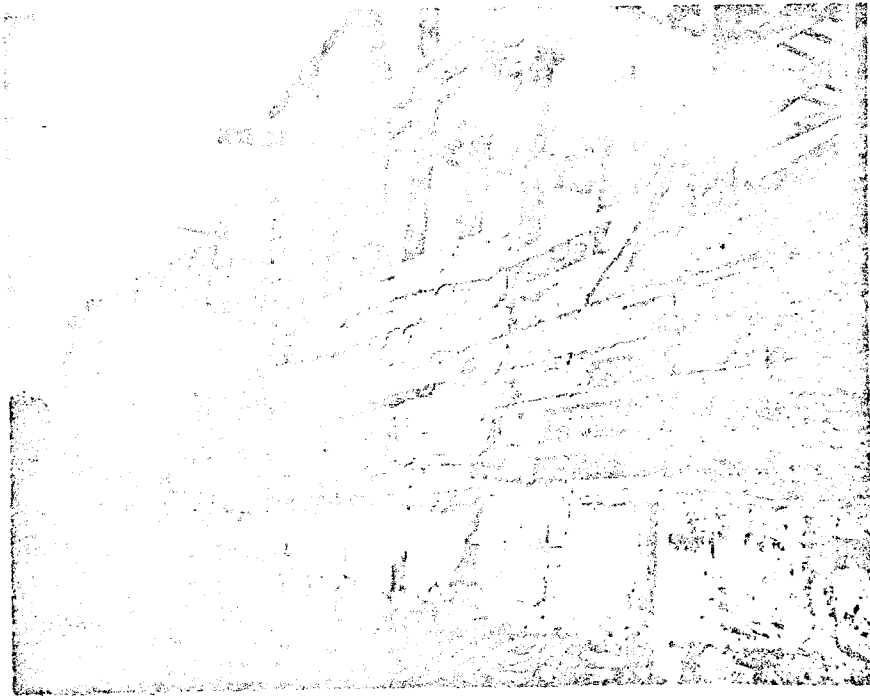
پوشش این ساختمانها عموماً "باخراهای چوبی و صفحات سفال است و خریاها مستقیماً بر روی دیوارهای گلی قرار گرفته اند، اتصال خریاها با دیوارها بنحو مطلوب صورت نگرفته و باین علت اغلب سقفها سقوط کرده است. قسمت عمده خسارت باین نوع ساختمانها ناشی از سقوط سقفها میباشد در حالیکه با استفاده از وجود تیرهای قائم در داخل دیوارها ممکن بود خریاها بای سقف را بطرز قابل قبولی باین تیرها تثبیت کرد.

بطور کلی هدمات و خسارات وارد به باین ساختمانها بنحوی است که در نظر اول هر بیننده ای را معتقد میسازد که باید این قبیل ساختمانها در منطقه زلزله خیز گلی منسوخ گردد لکن توجه بمسائل اقتصادی و درآمد مردم وعدم امکان تهیه مسکن برای طبقات کم درآمد موجب میگردد که در این باره با واقع بینی بیشتری برخورد گردد، نگارنده با

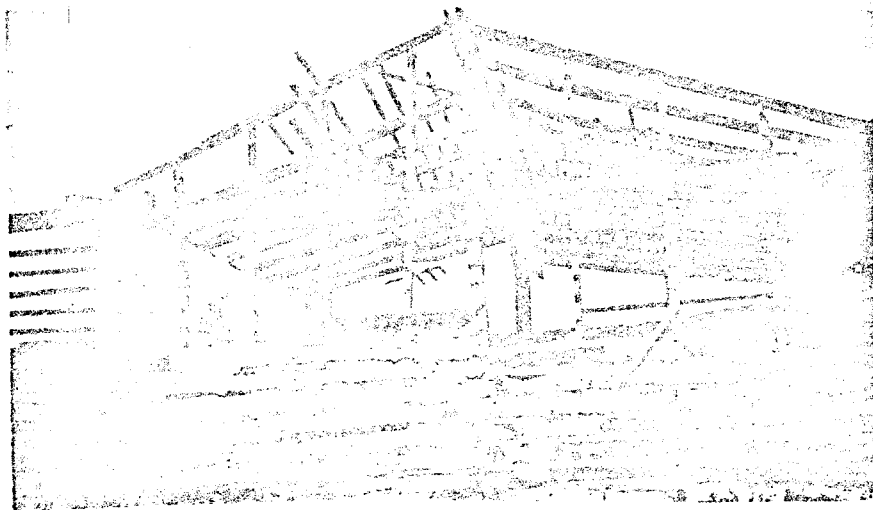
بیشتر بدون آنکه هزینه ساختمان بالا رود امکان داشت که از بروز خسارات عمده کسبه
موجب تلفات میگردد جلوگیری نمود و بنظر میرسد کاربرد این نوع ساختمان برای طبقات
کم درآمد در صورتیکه با کمک دولت و بکارگماشتن کارگرم تخصص کارهای چوبی و اتصال و تثبیت
سقفها انجام و با خود یاری مردم و استفاده از کارگران غیرمتخصص دیوارها ساخته شود
میتواند بعنوان راه حل مسکن ارزان قیمت و تا حدودی مقاوم در برابر زلزله تلقی گردد.



نوع ساختمان سنتی Torquezal.

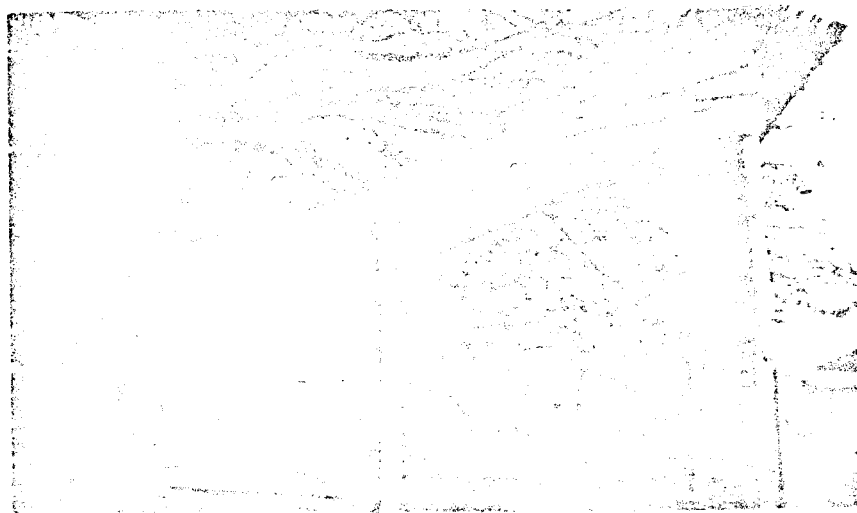


استخوان بندی چوبی ساختمان Torquezal



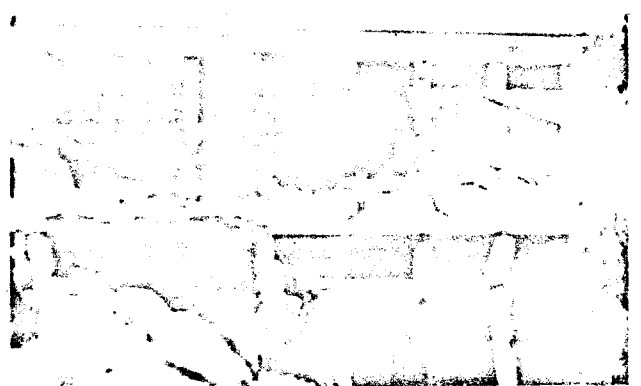
ضعیف بودن سقفها وعدم اتصال صحیح باد بوارها موجب خسارات زیادی در ساختمانهای معروف به Torquezal شده است (بطوریکه در این عکس دیده میشود خرابیهای داخلی حتی فاقد کسش

میشوند)

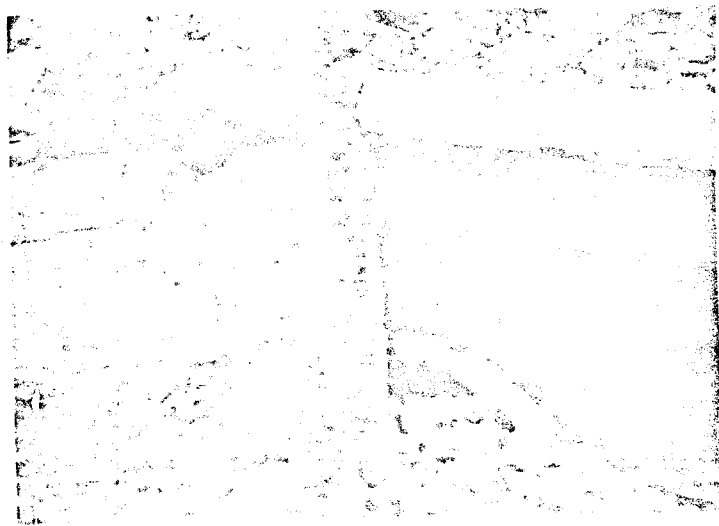


در شهرماناگواتعدادی ساختمان آجری وهمچنین تعدادی ساختمان بابلوک بتنی موجود بود که در اثر زلزله صدمات سنگینی دیده است وخصوصاً این خسارات و صدمات به ساختمان های ساخته شده بابلوک بتنی بیشتر است .

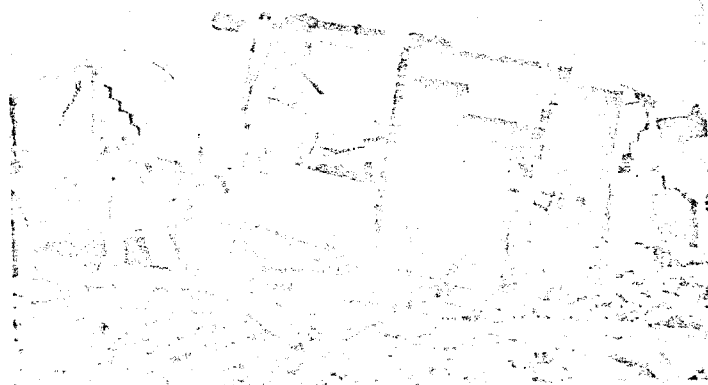
در عکسهای زیر ساختمان آجری در طبقه با سقف بتن آرمه ملاحظه میشود که دیوار حمل کناری یک طرف آن وهمچنین دیوار وسطی، ضخامت ۳۰ سانتیمتر و با ملات نسبتاً خوب اجرا شده است ولی دیوار کناری طرف دیگر وهمچنین دیوار جبهه ساختمان با ضخامت ۱۱ سانتیمتر است و گرچه دیوارهای اخیر دارای عناصر قائم تقویتی بتن آرمه هستند ولی این دیوارها بکلی خراب شده و موجب خرابی ساختمان شده اند .



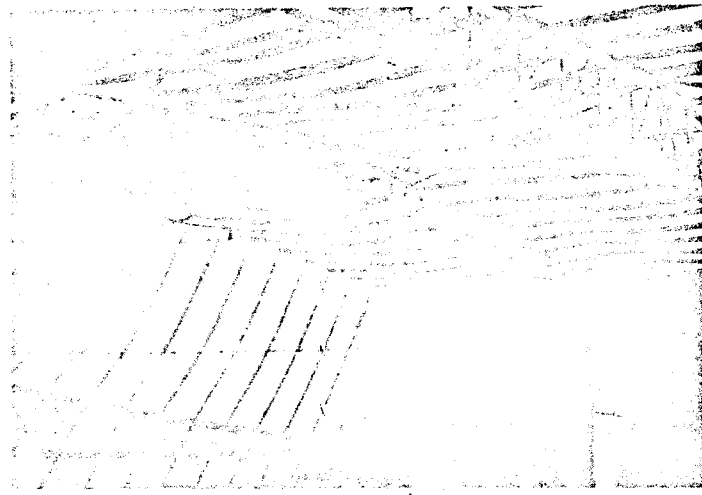
عکس زیر ساختمان قدسی آجری در مقابل هتل بالمورال را نشان میدهد که بکلی خراب شده است این ساختمان سه طبقه و با سقف بتن آرمه است و پیوارهای آجری این ساختمان که با آجرهای قدیمی مربع شکل ساخته شده است با عناصر قائم بتن آرمه (ولی خیلی ضعیف) تقویت شده اند، ضخامت پیوارها ۲۰ سانتیمتر میباشد و مسلات آجرچینی نسبتاً خوب است و هانه سقف حدود ۶/۵ متر میباشد.



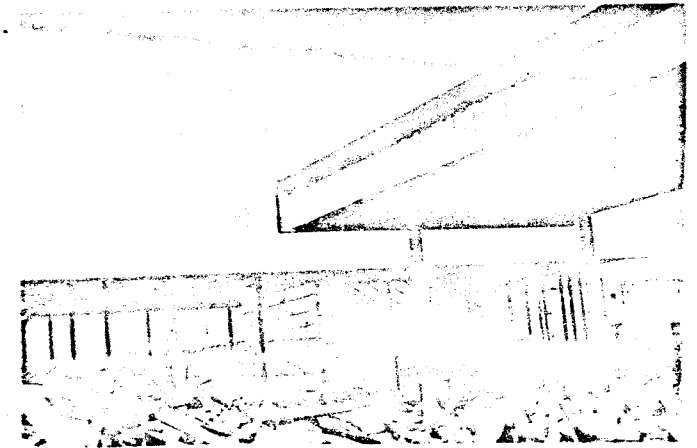
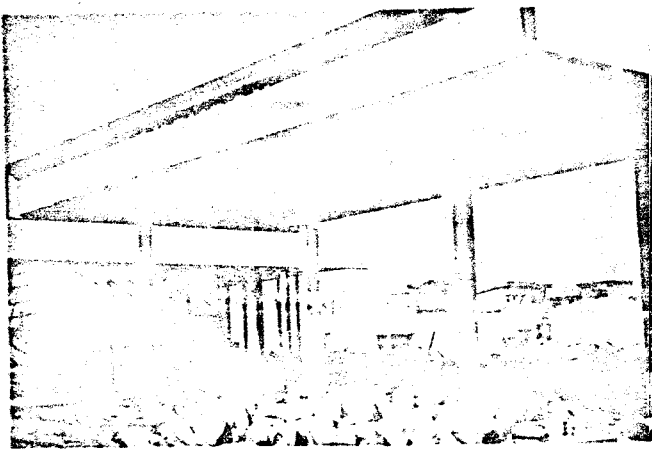
بطور کلی ساختمانهای آجری که با استفاده از آجرهای توخالی ساخته شده اند صدمه بیشتری دیده اند عکس زیر یک ساختمان یک طبقه آجری را نشان میدهد که با آجر مجوف ساخته شده است و گرچه در داخل پیوارها عناصر قائم بتن آرمه پیش بینی شده است ولی ساختمان خراب شده است.



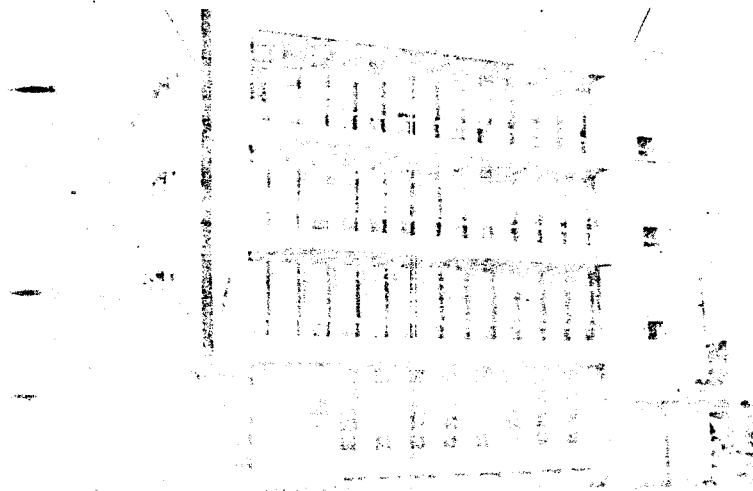
عکس زیرسالن باد هنه ۲۰ متر با خرابی و ستونهای فلزی را نشان میدهد که در اثر آتش سوزی متعاقب زلزله خسارت دیده و قسمتی از آن خراب شده است

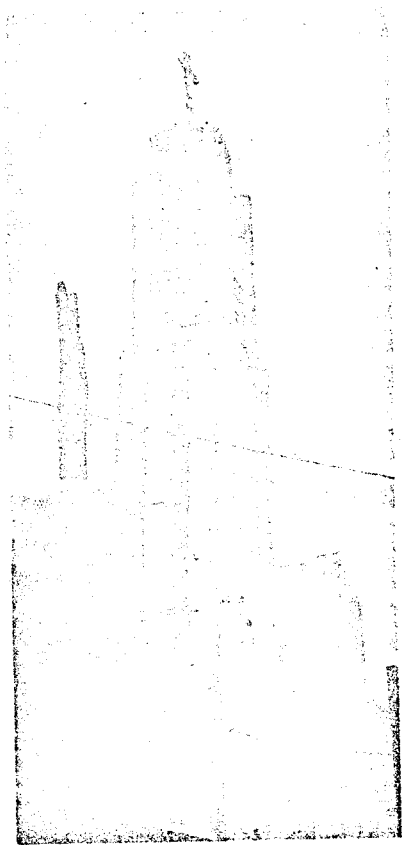


در عکسهای زیر تعمیرگاه يك طبقه شورت ملاحظه میشود که با پایه های فلزی است و گرچه خسارتی به جدار اطراف رسیده است لکن ساختمان خراب نشده است



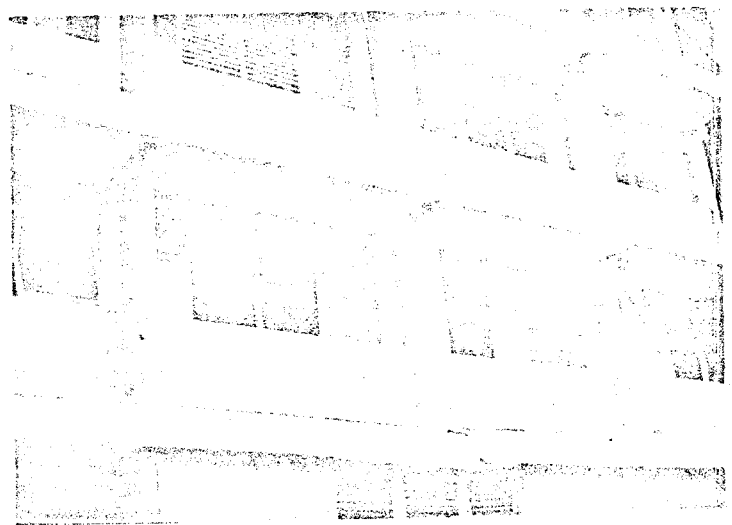
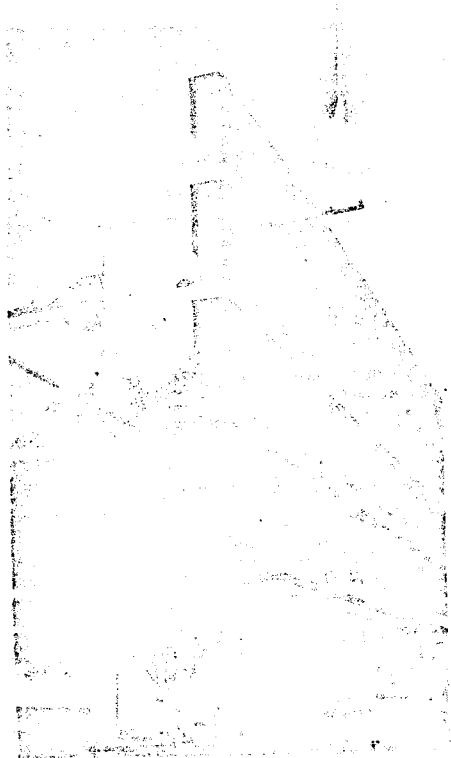
در عکس زیر ساختمان بتن آرمه بانک لندن ملاحظه میشود که در مرکز شهر و محلی که خسارات شدید بوده واقع شده و آسیب ندیده است (ساختمان با زیر زمین دارای یک طبقه و یک طبقه میباشد)





ساختمان يك طبقه كه با ستون بتن آرمه و نماي قوسبسی ساخته شده است (قسمتی از ساختمان بطور كامل فرو ر آمده و بیه قسمتی دیگر رشد پیدا کرده آسیب وارن شده است)

EGLECIA REDATORO برج کلیسای شکسته است (بطوریکه ملاحظه میشود این برج در چند محل ترک خورد و بالا

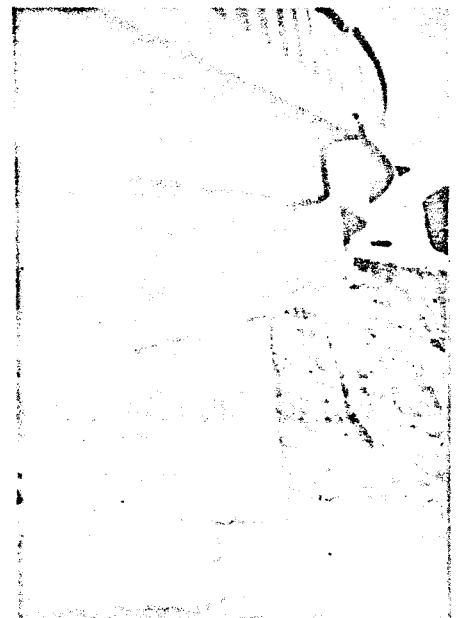
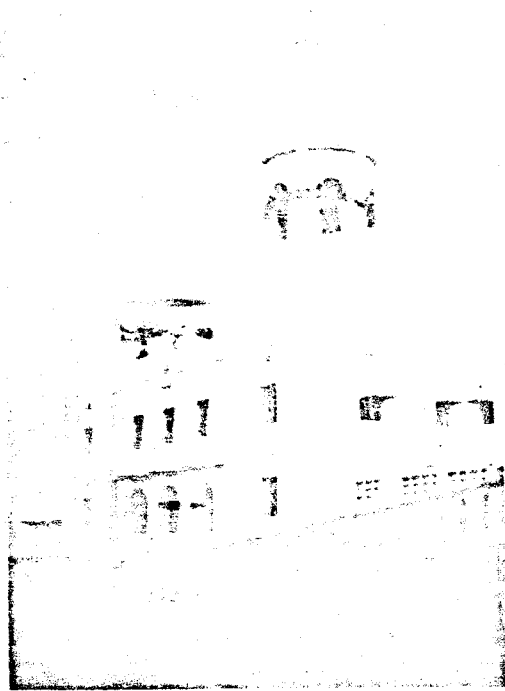


ساختمان و طبقه با قباب بتن آرمه (لامل ها از آجر توخالی ساخته شده است و داخل آنها

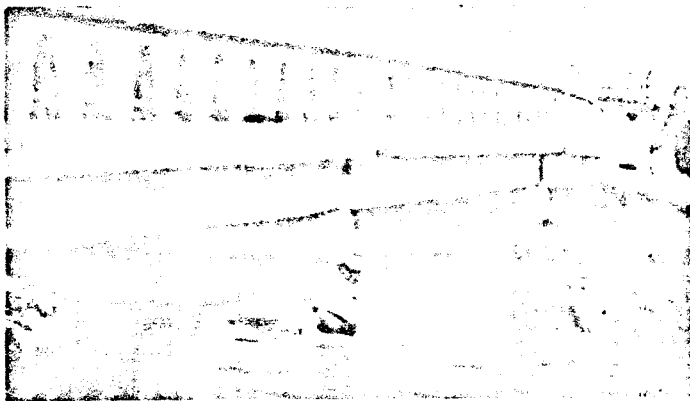
با آرماتورهای تقویت شده است ، به جز چند لامل بقیه لامل ها سالم باقی مانده اند و خسارت ندیدند)



ساختمان سالن بادخانه ۲ متر می باشد که به علت فقدان خریا در دهانه آخر و خراب شدن دیوار
 آجری جانبی کلیه تیرکهای دهانه آخر ریخته اند



پل ارتباطی به اقامتگاه ژنرال سموزا
 (بطوریکه ملاحظه میشود کف پل در روی
 پایه تغییر مکان پیدا کرده است - این
 تغییر مکان حدود ۷ سانتیمتر می باشد) ←



مستخرج از گزارش تحت عنوان

"زلزله ماناگوا و مشکلات ناشی از بروز زلزله در ریک شهر بزرگ"

زلزله ۲۳ سپتامبر ۱۹۲۲ که در شهر ماناگوا پایتخت کشور نیکاراگوا روی داد تلفات و خسارات بسیار و مشکلات زیادی را برای آن کشور فراهم ساخت که قسمت عمده این مشکلات ناشی از متمرکز بودن اداره اقتصاد کشور در پایتخت بود. این پدیده مشکلاتی را که اساساً زلزله در ریک شهر بزرگ بوجود میآورد تصویر میکند و لزوم آمادگی قبلی را برای مقابله با مشکلات ناشی از بروز زلزله یادآور میسازد.

بطور کلی خسارات مالی ناشی از این زلزله حدود یک میلیارد دلار برآورد گردیده است. بر طبق گزارش روزنامه اخبار پزشکی آمریکا در این زلزله بیش از ده هزار نفر کشته و بیش از بیست هزار نفر مجروح و تعداد دو بیست و پنج هزار نفر بی خانمان و فراری شدند.

جمعا ۵۰۰۰۰ خانه خراب شد و به ۲۴۰۰۰ خانه آسیب رسید. هر چهار بیمارستان اصلی شهر که جمعا ۵۰۰ گنجایش ۵۰۰ تخت خواب را داشت ویران شد. چهارده کارخانه از بین رفت و ۹۵ درصد مفاز و فروشگاهها ویران شد.

آتش سوزیها

گذشته از خسارات و تلفات ناشی از زلزله و وقوع حریقها تکیه بلافاصله پس از زلزله در نقاط مختلف شهر بروز کرد خرابیها و تلفات زیادی را موجب شد. معمولاً وجود سپهرهای برق، مخازن و پمپهای بنزین و منابع سوخت، گاز و دیگر عوامل آتش زا خطر حریق را در هنگام بروز زلزله در شهرها تشدید میکند. شهر ماناگوا نیز از این آسیب در امان نماند و همانطوریکه انتظار میرفت (و در مورد زلزلههای نظیر که تاکنون در شهرهای بزرگ اتفاق افتاد مشاهده شد) آتش سوزیهای بزرگی ایجاد شد و قسمتهایی از شهر برودن آنکه

کوچکترین وسیله ای برای اطفاء حریق داشته باشد چندین روز بطور مداوم در حال سوختن بود .

آماري که میزان تلفات و یا خسارات مالی ناشی از آتش سوزیهای شهر مانا گوا و تفکیک تلفات زلزله و آتش سوزی را نشان دهد در دست نیست ولی موارد مشابه نشان داد است که معمولاً " خسارات و تلفات ناشی از حریقهای متعاقب زلزله کمتر از خسارات و تلفات ناشی از زلزله نیست ، بطور مثال میتوان زلزله سال ۱۹۰۶ سانفرانسیسکو و زلزله سال ۱۹۲۳ توکیو را بیاد آورد ، در زلزله سال ۱۹۰۶ سانفرانسیسکو قسمت اعظم خسارات وارد ناشی از حریقهای بعدی بود و در زلزله توکیو بنا بر آنچه گفته میشود از یکصد و پنجاه هزار نفر تلفات تنها چند هزار نفر را اثر زلزله کشته شدند و حدود یکصد و چهل هزار نفر را اثر حریق جان سپردند .

غار تگری

در زلزله مانا گوا بر مصائب تلفات انسانی ، خرابی ساختمانها و آتش سوزی ، پدیده اجتماعی خاصی علاوه گردید و مشکل جدیدی بر مشکلات موجود اضافه شد و آن غارت اثاثیه منازل و اجناس فروشگاهها و مایملک مردم زلزله زده است . در موقعیکه مردم مصیبت دیده مانا گوا هراسان از منازل گریخته و خارج شهر روی میآوردند دسته های غارتگرید اخل منازل و فروشگاهها هجوم آوردند و هستی مردم را غارت میکنند ، حکومت تا چند روز قادر بر کنترل اوضاع نمیشد تا بالاخره رفته رفته با سخت گیری خاص و با خالت قوای انتظامی و کشته شدن تعدادی از غارتگران این ماجرانیز پایان میپذیرد و شاید هم دیگر چیزی باقی نماند که غارتگری ادامه یابد .

از تعداد کسانیکه در اثر تیراندازی پلیس کشته شده اند آگاهی در دست نیست و گاهی ارقام اغراق آمیزی ذکر میشود و غالب تر آنکه شایع است که پاره ای از افراد پلیس مستقیماً در این ماجرا دست داشته اند .

اینک منطقه آسیب دیده مرکزی شهرگاملا" تخلیه و باحصاری بارش ارتفاع بیش از ۲ متر
از رسته های سیم خاردار خیلی نزدیک بهم که بلافاصله در همان هفته های اول ایجا
شده محصور است و آمد و رفت در داخل منطقه شدیداً کنترل میشود .

هجوم مشکلات

تصور این صحنه ها آسان نیست

پایتخت کشور در کمتر از ده ثانیه زیر و رو میشود . خانه های مسکونی و ساختمانهای بزرگ
فرود میآید . آب و برق شهر قطع است . دود و گرد و غبار و آوار تمام شهر را فرا میگیرد . فریاد
و گریه و ناله از هر طرف بگوش میرسد . آتش از نقاط مختلف شهر زبانه میکشد . مردم بسه
کوچه ها و خیابانها ریخته اند و راهها بسته است . عده ای مشغول پس زدن آوار و یافتن
عزیزان خود هستند . تعداد مجروحین و آنانکه اجساد نیم مرده آنها از زیر آوار خارج
میشود مرتب در فزونی است . پزشکی باقی نمانده که بداد مجروحین برسد . شهر فقط
دارای چهار بیمارستان است که هر چهار بیمارستان خراب شده . ادارات دولتی ،
زندانیها ، سربازخانه ها ویران شده و همه گریخته اند . مراکز آتش نشانی زیر و رو شده
و وسیله ای برای اطفاء حریق نمانده و اگر هم وسیله ای موجود باشد کارکنان آن متواری
شده اند و بالاخره دسته های غارتگر زمام کار را در دست گرفته و در هر قسمت از شهر مشغول
غارت باقی مانده اموال مردم هستند . . . این چهره شهری است که روزی مانا گوار
نامیده میشد .

روزها میگذرد و تسارفته رفته آرامش نسبی حاصل شود و تاحدودی حکومت بر او ضاع
مسلط شود .

پس از وقوع زلزله ، شهر مانا گوار تخلیه و آسیب دیدگان بخارج از شهر کوچ دادند
و شهرهای کوچکی نظیر شهرهای Leon Dirima , San Lorenzo, Masaya, Tipitapa
مأمان آوارگان گردیدند ، شهرهای کوچکی که جمعیت پاره ای از آنها از ده هزار نفر تجاوز

نمیکنند. شهرهاییکه در شرائط عادی تمام زندگی ساکنین آنها را در بر میگیرد، بر ماناگوا پایتخت کشور که بیش از ۲۰ درصد جمعیت کشور در آن زندگی میکردند داشت. مردم این شهرها باید اینک مهمانند اروپا پتخت نشینان باشند و هجوم آواران این شهرها را که بععلت ازدست دادن محوراقتصادی خود در حالت ناپایداری بسر میبردند افزایش داد...

اهمیت آمادگی قبلی

بطور کلی تمرکز شدیدی کارهای اداری در پایتخت کشور نیکاراگوا و بستگی اقتصاد کشور به مرکز باعث گردید که در اثر وقوع زلزله کلیه امور کشور فلج شود و در حقیقت این کشور در بنای شهر ماناگوا بشکل مشکل تجدید ساختمان کشور نیکاراگوا در گرفت. اگر مسائل مختلف اجتماعی و شهرسازی شهرهای بزرگی که در مناطق زلزله خیز قرار گرفته اند از دیدگاه آثار ناشیه از زلزله در این شهرها مورد مطالعه قرار گیرد بعد جدیدی بمطالعات افزوده خواهد شد و چه بسا عوامل تعیین کننده و محدود کننده جدیدی برای توسعه این قبیل شهرها بدست آید.

زلزله در درجه اول باعث خرابی ساختمانها و در نتیجه موجب بروز تلفات است، بسا کاربرد اصول فنی و یاد رنظر گرفتن نیروی دینامیک زلزله و طرح و اجرای صحیح ساختمانها میتوان تا حد و زیادی این خسارات و تلفات را کاهش داد لکن حداکثر کوششی که در این راه شود برفرض که صد درصد نتیجه بخش باشد بسا ختمانهای جدید و قسمتهای در حال گسترش شهر محدود میشود و احتمالاً "ممکنست باینکه بهرنامه زمانی طویل تعدد این از ساختمانهای عمومی و مهم موجود نیز تقویت گردد ولی علاً این کوششها نمیتواند در سطح بسیار وسیع و در مقیاس کلیه ساختمانها و مستحقات موجود در یک شهر گسترش یابد، با این

ترتیب هیچگاه نمیتوان ادعا کرد که در یک شهر تمام و یا قسمت اعظم ساختمانهای موجود که از سالیان قبل (و بدون توجه به خطر زلزله) ساخته شده اند مقاوم در برابر زلزله شد پیدا میباشند و بنا بر این باید قبول کرد که چنانچه مرکز وقوع زلزله در نزدیکی این قبیل شهرها باشد خواه و ناخواه تلفات و خسارات قابل توجه است . بطور مثال میتوان بیان آورد که مرکز زلزله در هم شهریورماه ۱۳۴۱ (یعنی زهرا حدود ۴۰ کیلومتر از شهر تبریز فاصله داشت ، اگر این فاصله کمتر بود و زلزله ای با همین بزرگی (همان نظریه که احتمال وقوع آن نیز هست) در ۲۰ یا ۳۰ کیلومتری تهران اتفاق میافتاد مصیبت تاریخی بسیار میآید که حتی تصور آن نیز خالی از وحشت نیست . . .

با وقوع یک زلزله مخرب در یک شهر بزرگ که محور اصلی اقتصاد و صنعت و اداره کشور باشد کلیه امور کشور فلج خواهد شد و مشکلات اجتماعی بزرگی ببار خواهد آمد . پیش بینی در قیق برای آمادگی با خطری چون بروز زلزله شدیدا در یک شهر بزرگ و وجود یک برنامه حساب شده قبلی میتواند در کاهش مشکلاتی که در اثر بروز زلزله ایجاد میشود موثر واقع شود .

زلزله ما ناگوار ، در حقیقت اعلام خطری برای شهرهای بزرگ ایران و بخصوص برای شهر تهران است ، شهرهای بزرگ ما بویژه شهر تهران مدتهاست در حال گسترش و تغییر قیاسه است ، سرعت این گسترش و تغییر موضع بدون توجه به ضرورتهای فنی و بدون رعایت نکات لازم برای ایمنی انسانها مرتباً در تزايد است ، نه دریافت شهری مراعات نیازهای اولیه میشود و نه در ایجاد واحداث ساختمانها توجهی به خطرهاییکه از زلزله حادث خواهد شد .

معرفی فولاد و بتن بجای خشت و گل و چوب محدود و پتلهای ناشی از کاربرد مصالح قدیم را از زمین بردن و با استفاده از این مصالح ساختمانهای عظیم بوجود میآید . مصالح جدیدی بی آنکه استفاده کنندگان بخواص آنها شناخت کافی داشته باشند در ساختمانها بکار میروند و طبیعت نویسنده ، حفظ ظاهر کن ایرانی ، ساختمانهای کهنه قدیمی را بهمارات مرتفع زیبا

بدل میسازد، بدون آنکه شرایط لازم ایمنی زیست را در آنها فراهم آورد.

جایگزین کردن ساختمانهای مرتفع فلزی و بتن آرمه بجای خانه های سنتی قدیمی اگر با دانش لازم فنی همراه نباشد در حکم خودکشی است و دادن مصالح جدید بدست مجریانیکه از کاربرد صحیح این مصالح بی اطلاعند در حکم " تیغ دادن در کف زنگی مست " است. بموازات استفاده از وسائل و تسهیلات جدید زندگی باید شرایط استفاده از این وسائل و خصوصاً نکات لازم برای ایمنی از خطرهای ناشی از کاربرد آنها نیز رعایت گردد. گذشته از لزوم توجه بمقاومت ساختمانها در برابر زلزله باید پیش بینی های لازم برای مقابله بامشکلات که حدوث یک زلزله شدید در تهران و یار یکی از شهرهای بزرگ ایران فراهم میآورد انجام گیرد، پاره ای از این پیش بینی ها ممکنست در نقشه جامع تهران و یاسایر شهرها اثر بگذارد و سیاستهای مربوط به گسترش این شهرها و برنامه های مربوط را تغییر دهد.

امکان بروز زلزله در شهر تهران

بطور کلی کشور ایران در منطقه زلزله خیز جهان قرار گرفته و احتمال وقوع زلزله شدید در اغلب شهرهای بزرگ ایران هست و این احتمال در مورد شهر تهران نیز موجود است. شهر تهران فعلی بامقیاس حدوث زلزله شهر جدیدی است و گسترش آن با سرعت بی نظیری صورت گرفته است. ولی نباید فراموش شود که این شهر در جوار شهری شهر بزرگ قدیمی که جمعیت آن در قرون گذشته بالغ بر یک میلیون نفر کرمیشود قرار گرفته است. سوابق تاریخی نشان میدهد که شهری در طول تاریخ چندین بار در اثر زلزله ویران شده است. سیوطی نویسنده مشهور قرن دهم هجری در کتاب " کشف الصلصه عن وصف الزلزله " چندین بار منجمله برای سالهای ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶ هجری قمری از وقوع زلزله های بزرگ در شهر ری یاد میکند.

د کتر کریهان در فصل سوم و فصل ششم از باب سوم از سیلند در و م کتاب ری باستان
که به همت انجمن آثار ملی بچاپ رسید و به نقل از منابع تاریخی چنین مینویسد :

" بسال ۲۳۶ هجری زلزله ای شد بد در ری موجب مرگ چهل و پنج هزار تن
آدمی شد "

" در سال ۲۴۱ هجری زمین لرزه ای سخت خانه های ری را خراب کرد
و چندان جمعیت در زیر دیوارها مدفون شدند که شماره آنها از حسد
احصاء بیرون بود ، این زلزله تا چهل روز متوالیا " تکرار سیافت ، گویا
قوام رازی را در این دروبیت :

زان زلزله که بود که یحیی بن معاذ

ری شد خراب ، اگر چه ترا اعتبار نیست

بیجان شدند سیصد و پنجاه هزار خلق

معلوم کن ، چو قول منت استوار نیست

بدین واقعه نظر بود ه است "

" در سال ۲۴۲ هجری زمین لرزه ای سخت وسیع در نواحی کوش و رساتیق

آن وری و بوجود آمد و کوهها خرد شدند و زمینها شکافتن

شگرف برداشت ، بدانسان که انسانی آسان میتواندست بد ورون آن برود "

" در سال ۲۴۹ هجری زلزله ای مخرب شهر ری را سخت تکان داد و خانهها

خراب شد و جمعی کثیر بهلاکت رسیدند ، و باقی مردم شهر را تسویر

کرده "

در مستهل ذی الحجه سال ۶۴۳ زلزله ای سخت ، بسیاری از بناهای
شهری را در هجم فروریخت و جمعی کثیر از مردم آنجا را بکشت
در ربیع الاول سال ۵۲۴ هجری در بلاد جبل (که ری نیز در آن ردیف
است) و عراق و زلزله ای عظیم روی داد که خرابی بسیاری
را سبب آمد *

در سال ۵۷۱ هجری شهرهای واقع میان عراق تا ماوراء ری دستخوش
زلزله ای عظیم گردید و جمعی انبوه بهلاکت رسیدند و بناهای فراوان
با خاک یکسان شد و آسیب بیشتری به ری و قزوین وارد آمد *

در کتاب منسوب به تیمور بنام "منم تیمور جهانگشا" بدینگونه
یاد شده است :

از طوس ، راهی عریض بسوی ری میروم و من آن راه را پیش گرفتم و بدون
اینکه بمقاومتی برخورد کنم به ری رسیدم ولی ری ویرانه ای بیش نبود
و روستائیان پیرامون آن شهر میگفتند که صد ها جنازه زیر خرابه های
ری مدفون است و هیچکس نمیتواند آن جنازه ها را بیرون بیاورد .
شهری شهری بود بزرگ واقع در دامنه کوهی که يك سر آن را کوه
شمیران میخواندند و سرد یگرش را کوه کن میگفتند و جمعیت ری از پیش
بیشتر بود و ولی دو سال قبل از اینکه من به ری برسم در
نیمه شب زلزله ای مهیب شهر را بلرزه در آورد و آن شهر بزرگ پس از
چند دقیقه ویران گردید و از ری غیر از ویرانه ای باقی نماند
روزی که شهری بر اثر زلزله ویران گردید و کار با زماندگان آن شهر و
روستائیان اطراف این شده که در خرابه های شهر جستجو مینمایند
تا اینکه اشیائی را که بر اثر زلزله زیر خاک مدفون گردید بیرون بیاورند *

آنچه گذشت موقع شهر تهران را از نظر سوابق تاریخی زلزله خیزی منطقه روشن میکند و باید قبول کرد که این شهر باید در انتظار زلزله شدید باشد که در پی بازو حادث خواهد شد، باشد، فعل و انفعالات زلزله ای که در حوالی تهران گاه و گاه دیده میشود این نظر را تأیید میکند و وجود گسل (Fault) احتمالاً "فعال" در مجاری این شهر ایمن اعلام خطر را تشدید میسازد

گذشته از تهران، سایر شهرهای ایران نیز از قديم بشهادت وقایع نویسان در معرض خطر زلزله بوده است، زلزله های تبریز و اردبیل و نیشابور و سایر شهرهای ایران بسادگی از متون کتب قدیمی قابل استخراج است، با این تفاوت که آنچه در قدیم ویران میشد ساختمانهای خشت و گلی بود و پیشرفت تمدن و استفاده از وسائل برق و گاز و غیره مشکلات خاصی را بوجود نیامده بود و آنچه امروزه در خطر نابودی است مصالح جدید با کاربرد غلط و استفاده از وسائل رفاه امروزی با خطرهای مربوط بآنهاست، اگر در پیروز ساختمان یک طبقه خشت و گلی بر سر تعداد معدودی خراب میشود اینک ساختمان شش هفت طبقه بتن آرمه ساکنان خود را یک جانا بود میکند و با شعله های آتش جمع زیاده را میبلعد. این همان صحنه ای است که در ماناگوا دیده شد.

نکات مهم که باید مورد توجه باشد

سرگذشت ماناگوا و سوانحی نظیر آن که در سایر کشورهای اتفاق افتاده است توجه به بنکات زیر را ضروری میسازد:

۱- متمرکز ساختن اداره و اقتصاد کشور در یک نقطه صرف نظر از سایر مشکلات موجب خواهد گردید که در صورت بروز زلزله شدید در آن نقطه کلیه امور کشور مختل شود، در ایننگام بروز سوانح معمولاً "صیل کمک" از شهرهای بزرگ بسوی منطقه آسیب دیده سرزمین

میشود و کنترل وضع بسادگی میسر است لکن در صورتیکه اداره و اقتصاد کشور در يك محل متمرکز باشد و این محل آسیب یابد سایر نقاط قادر نخواهند بود در چنین مقیاسی بكمك آسیب دیدگان بشتابند .

۲- به مساله آتش نشانی باید توجه خاص مبذول گردد ، گذشته از وسائل و لوازم اطفاء حریق که باید بمیزان کافی و در نقاط مختلف شهر و فواصل نسبتاً نزدیک در اختیار باشد باید در ساختمان این مراکز حداکثر ضریب اطمینان برای مقاومت ساختمانها در برابر زلزله بکار رود بطوریکه این مراکز نتوانند در زلزله های بسیار شدید و ام آورد و خراب نشوند ، از طرفی برای این مراکز حتماً باید دستگه مولد برق و مخازن آب مستقل از لوله کشی شهر (که احتمال قطع آن در موقع بروز زلزله موجود است) پیش بینی شود و برجها و مخازن آب این مراکز باید بسا حد اکثر ضریب اطمینان برای پایداری در برابر زلزله محاسبه و ساخته شوند .

۳- خیابانها و معابر در هنگام بروز زلزله ، همپدلت خرابی ساختمانهای در طرف وهم بعلمت هجوم و ازدحام مردم آوار قابل عبور و مرور برای وسائط نقلیه نیست و امکان اینکه وسائل آتش نشانی بمواضع حریق دسترسی پیدا کنند کم است ، در طرح جامع شهر باید این نکته در نظر گرفته شود و تعریض خیابانها و خصوصاً بازگداردن فضا های آزاد و بزرگ (بطوریکه خطر سرایت آتش را از منطقه به منطقه دیگر کم سازد) مورد توجه باشد .

۴- مخازن نفت و گاز بنزین علاوه بر آنکه باید دارای وسائل آتش نشانی مستقل باشند از نظر سرایت آتش بمناطق اطراف باید دريك محوطه کاملاً باز که فاصله کافی از سایر ساختمانها داشته باشد قرار گیرند ، وجود جایگاههای بنزین که در خیابانها

و در مجاورت ساختمانها قرار گرفته اند در هنگام بروز زلزله که احتمال دارد آتش از صدها نقطه شهرزبانه کشد خطر بزرگی بشمار میرود .

۵- نخستین پناهگاه مردم در موقع زلزله بیمارستانها و مراکز درمانی است . ساختمانهای جدید که برای بیمارستانها ساخته میشود باید با ضوابط اطمینان بیشتری محاسبه شود ، و گذشته از مقاومت اسکلت ساختمان در برابر زلزله باید پیش بینیهای لازم صورت گیرد که این ساختمانها را این قبیل مواقع نیز قابل بهره برداری باشند . در زلزله مانا گوازیده شده که ساختمان مرتفع بیمه های اجتماعی با وجودیکه از نظر اسکلت خسارت ندیده بود بععلت خراب شدن قسمت فوقی مربوط با طاق آسانسور و سایر خسارات جزئی قابل استفاده و بهره برداری نبود و همین امر مشکلاتی را بسیار آورد ، بعبارت دیگر کافی نیست که تنها اینگونه ساختمانهای مهم موجب تلفات نگردد بلکه باید طوری پیش بینی شوند که در هر حال قابل بهره برداری باشند .

۶- باید ترتیبی داده شود که بتدریج کلیه بیمارستانها ، مدارس ، سینماها و بطور کلی مراکز عمومی موجود در شهر از طرف دسته های فنی صلاحیت اربابزید و نقشه های آنها برداشت و دقیقاً از نظر ایمنی در برابر زلزله کنترل شود ، در صورت لزوم این ساختمانها باید تقویت گردند بطوریکه طی یک برنامه زمانی معین کلیه ساختمانهای عمومی مهم شهر ایمنی لازم در برابر زلزله را داشته باشند .

۷- مشکلات ناشی از بالا بودن رقم تکاثف نسبی جمعیت در یک شهر مراتب پیش از مشکل بالا بودن جمعیت یک شهر است و از این دیدگاه میتوان گفت توسعه شهر در سطح از توسعه آن در ارتفاع کم خطر تراست ، باید سعی شود تا آنجا که سایر عوامل اجزای میدهد عدد تکاثف نسبی جمعیت را پایین آورد . تخلیه ساختمانهای مرتفع در موقع بروز زلزله مراتب مشکل تر از ساختمانهای یک یا دو طبقه است ، در این قبیل موارد

بعلت از کار افتادن آسانسورها و کافی نبودن پله ها و هراسانی و هجوم ساکنین - تخلیه ساختمان مرتفع دشوار است .

۸- ساختمانهای جدید خصوصاً ساختمانهای بلند (که عامل بالا بردن تکاثف نسبی جمعیت در یک نقطه خاص میباشند) باید در برابر زلزله محاسبه و اجرای آنها تحت نظر متخصصین فن انجام پذیرد .

۹- وجود پله های فرار در ساختمانهای بلند از ضروریات اولیه است و گاه ممکنست بعلت غیر قابل استفاده بودن و خراب شدن پله های داخلی و کافی نبودن آنها و از کار افتادن آسانسورها (برفرض که اسکلت ساختمان خسارت ندیده باشد) امکان تخلیه ساختمان موجود نبود و در صورت سرایت حریق به ساختمان تعداد زیادی سوخته و یا بعلت پرت کردن خود از طبقات بالا تلف شده و یا مجروح میگردند .

۱۰- انهدام موزه ها و کتابخانه و سایر گنجینه های ملی در صورت بروز زلزله شدید ضایعه بزرگی برای یک ملت است . کنترل مقاومت این ساختمانها و تقویتهای لازم در آنها (در صورتیکه نیاز به تقویت داشته باشند) باید در یک برنامه زمانی کوتاه انجام پذیرد .

۱۱- تمرکز اسناد قیمتی در یک نقطه موجب خواهد گردید که در اثر بروز زلزله شدیدا متاثر نبودی این اسناد موجود باشد ، و میکروفیلم این قبیل اسناد باید در یک یا چند نقطه دیگر کشور (که خیلی نزدیک به یکدیگر نباشند) نگهداری شود . این احتیاط در مورد اسناد ثبتی نیز باید بعمل آید .

۱۲- چنانچه به ساختمان راکتورهای اتمی آسیب برسد خطر هائیکه در اثر تشعشعات اتمی ایجاد میشود با ویرانیهای ناشی از زلزله قابل قیاس نیست بنابراین در موقع طرح و اجرا باید در تأمین مقاومت این مراکز و بهر زلزله مراقبت بیشتری مبذول شود .

همچنین راکتورهای موجود باید دقیقاً "مورد کنترل قرار گیرد که چنانچه نیسازیم"

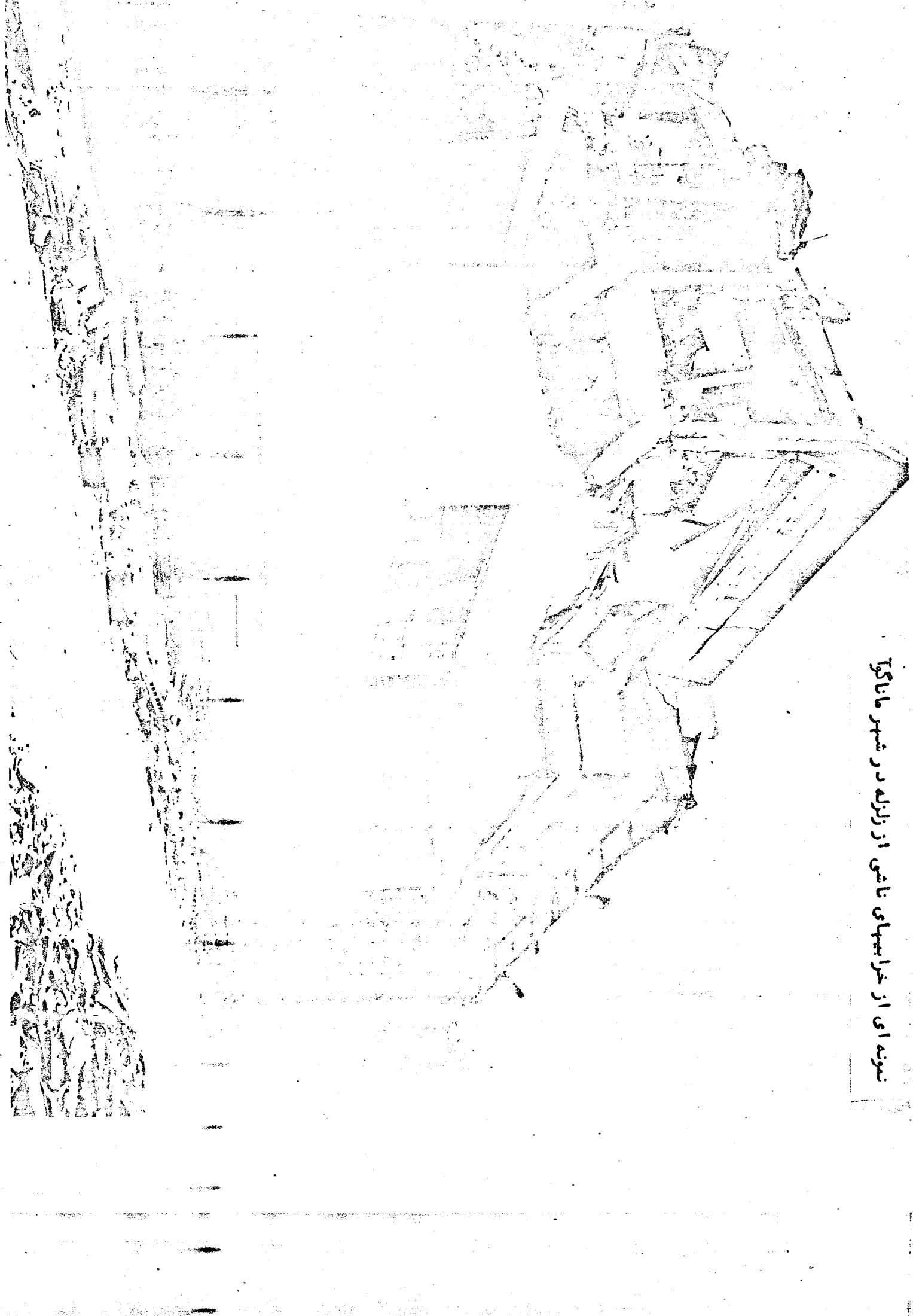
تقویت دارند قبل از حدوث زلزله این تقویتها انجام شود .

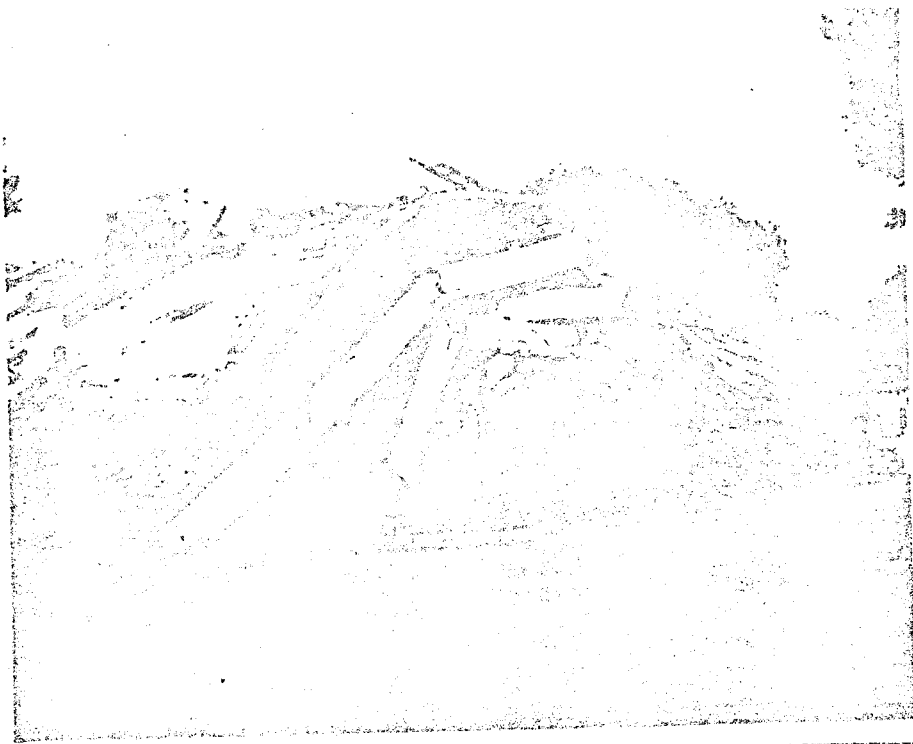
۱۳- سد ها و مخازن بزرگ آب چنانچه در اثر بروز زلزله خراب شوند موجب ویرانسی

آبادیها و شهر میگردند ، باید طی برنامه زمانی معین نسبت به کنترل مقاومت این

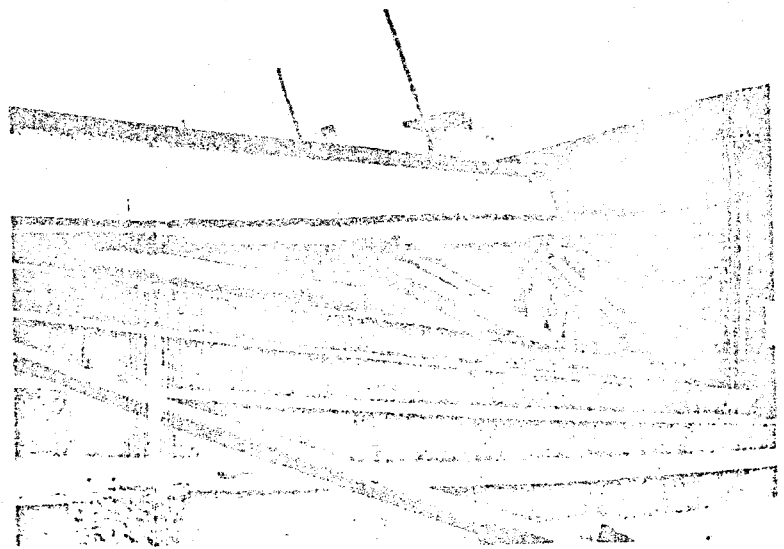
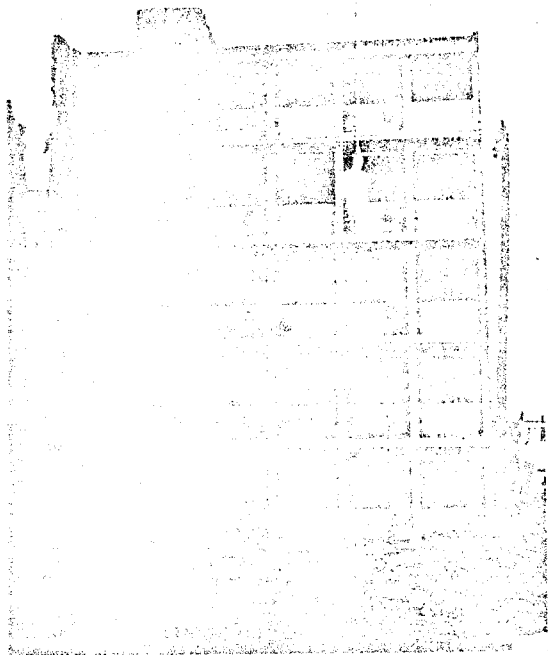
ابنیه اقدام شود .

نمونه ای از خرابیهای ناشی از زلزله در شهر ماناگرا



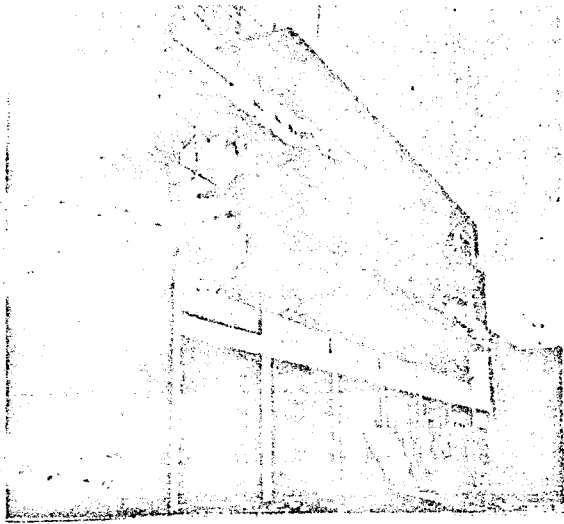


از مراکز بیجه های اجتماعی شهر ماناگوا
(آنچه از ساختمان بتن آرمه شهر، طبقه باقی مانده)

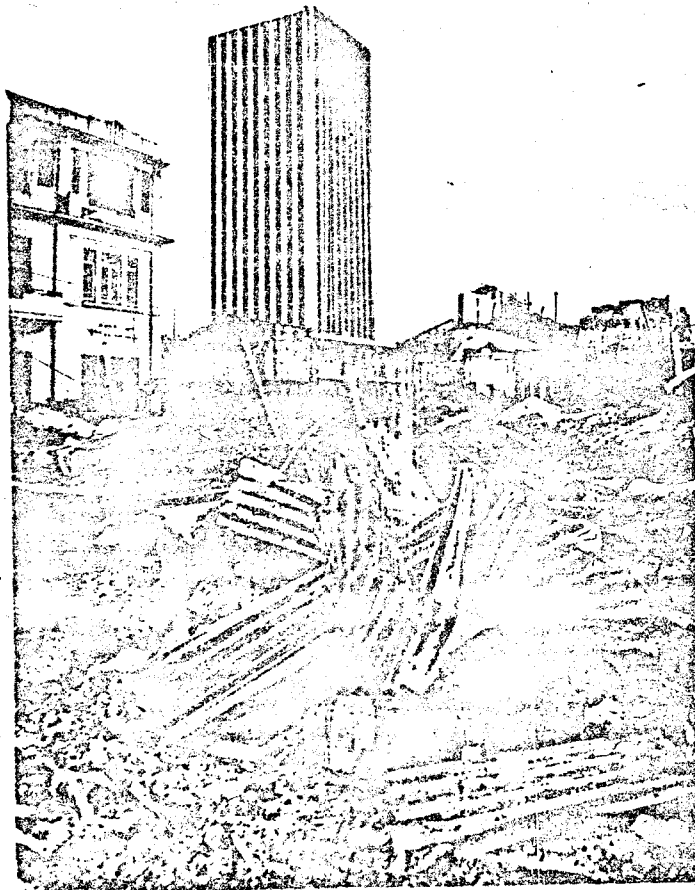


قسمت سرپوشیده استادیوم مرکزی شهر
ماناگوا که فرود آمده است (خوشبختانه
هر روز زلزله همزمان با هنگام بازی و
حضور تماشاچیان نبوده است)

این ساختمان هتل Reisi در ماناگوا است که در
اصل هفت طبقه بوده است و در طبقه زیرین آن محو
شده است ساختمان مجاور نیز هفت طبقه و هم
ارتفاع این ساختمان بوده و سه طبقه خود را از
پایین برداشته است



ساختمان بیمارستان عمومی
۸۰۰ تختخوابی ماناگوا که
پس از زلزله غیر قابل استفاده
است



ساختمان مرتفع بانک آمریکا که با وجودیکه از نظر ساختمانی خساراتی دید در
میان خرابه های شهر ماناگوا بر سر پای است

References

- 1- Managua, Nicaragua Earthquake of December 23, 1972-Earthquake Engineering Research Institute Reconnaissance Report May 1973
Oakland, California,
- 2- Danos Causados por los temblores del 23 de diciembre de 1972-en las construcciones de Managua - Enrique del Valle C.
- 3- American Medical News May 21, 1973
- 4- December 23, 1972. 12:30 AM Managua, Nicaragua Earthquake
J. E. Amrhein G. Hegemier and G. Krishnamoorthy
- 5- Seismographic Recording of after shocks and ground noise in the region of Managua, Nicaragua, following the destructive earthquake of December 23, 1972- G. Fiedler B.
- 6- Seismic researchers survey effects of Managua earthquake
Elements (Dames & Moore) . Vol. 2. No. 2
- 7- Geologic and Seismologic Aspects of the Managua, Nicaragua earthquake of December 23, 1972. R. D. Brown Jr. P. L Ward and G. Plafker
- 8- The earthquake of Managua of 1972(unpublished) N. N. Ambraseys
- 9- Managua, Nicaragua Earthquake , December 23, 1972 Summary Report
R. O. Marsh and P. I Yanev
- 10- Tectonic setting for the 1972 Managua Earthquake . Don Tocher

Ing. Zolaya (Fausto) of the National
Housing Bank of Nicaragua.

Dr. Armando Hernandez, consultant to
the National Emergency Committee.

Ing. Lois Bolanos.

Ing. Innesso Carcamo.

Ing. Noel Zamora.

Finally, in preparing this report, I was helped by my
colleagues, Mr. S. Abdulrasouli, Mr. M. Jarrah, Miss. S.
Bybordi and Miss. Yadegari to whom I am very grateful.

I am also grateful to Mr. R.M. Doane who gave freely of
his time for the correction of the manuscript of the English
abstract of this report.

Acknowledgements

The writer visited the damaged area on behalf of the Plan and Budget Organization of the Iranian government and he wishes to thank His Excellency Dr. Abdulmajid Majidi, the Minister of State in charge of Budget and Planning and Mr. Alireza Radpay, formerly Technical Undersecretary of the Plan and Budget Organization for providing this opportunity.

His Excellency General A. Somoza, the President of Nicaragua gave me permission to visit the damaged area and I am grateful to him. The assistance provided by the Organization of American States (O.A.S.) was invaluable, and I would like to thank Dr. Cesar Cisneros, the Representative of O.A.S. in Nicaragua, Miss Christiane and other staff members of O.A.S. in Managua, as well as Dr. G.A. Belt, the Director of the Co-ordinating Office of O.A.S. in Washington D.C.

I would like to express my thanks to the following persons who helped make my trip a success:

Dr. Strombomb of the International Bank for Development and Reconstruction.

Ing. Humberto Porta C., the Director of Instituto Geografico Nacional" of the Nicaraguan government.

Professor Abdel Karim Conrado of the University of Managua.

days. Breaks in water pipe lines cut the water distribution system of the city.

The painful lessons learned in Managua are useful as a guide for policy and pre-planning in similar cities. In the appendix, the seismicity of Tehran, Iran, a city with a population of about 3,5 million is explained. This is a rather new city which developed rapidly but it is adjacent to the old city of Rey about 10 kilometers south of Tehran. Historical records show that in the years 856, 864, 957, 1130, and 1176, the city of Rey was destroyed by violent earthquakes. With this in mind several recommendations are made in the last part of the appendix.

The last three pages of the appendix show the remains of a hospital building, and a branch of the social insurance society, and a general view of the destruction of Managua.

Appendix

The earthquake struck Managua, Nicaragua's political capital, its largest city and industrial center. The degree to which the economy and administration of the country had been centralized in Managua resulted in big social problems after the earthquake. The final part of the Persian text consists of an appendix in which these problems are described.

As a consequence of the earthquake, the economy and administration of entire country were severely disrupted, and the government had to solve a multitude of new problems. After the earthquake the people moved out of the area and increased the population of the little towns around Managua, adding to the problems of those communities. Most of Managua was evacuated and a 2 meter high fence was erected around the city to keep out looters, and secure it from vandals and unauthorized persons.

As a result of the earthquake, the power of the city was disrupted. Many public buildings including hospitals, schools, commercial buildings and governmental offices collapsed or were seriously damaged. All four hospitals in the city with a total of 1500 beds collapsed. Fire fighting equipment all over the city was immobilized by collapsed buildings, and some fire hydrants were buried; fires raged uncontrolled for

hotel collapsed.

Gasoline Station

The remains of a gasoline station in "Calle Pallas Nacional", is shown in page 80 of p.t.

Torquezal

An example of a traditional "Torquezal" building is shown on pages 82 and 83 (p.t.), and as explained earlier this type of building was responsible for great loss of life, but the writer believes that this type of building, which is suitable for low-income people, can be reinforced to resist a certain amount of earthquake force.

Masonry Building

Plates on pages 84 and 85 (p.t.) show the damage to masonry, brick, or hollow concrete block buildings. Most masonry buildings in Managua were unreinforced and seriously damaged.

The exterior wall on the north side consists of unreinforced hollow concrete blocks and on the south side consist of a glass screen. As a result of the earthquake the hollow concrete blocks walls of the building fell out in many places, and many glass panes were broken.

La Prensa Building

The one story press building located in the rear part of the Inmobiliaria Building has a 13 meter span of double "T" prestressed concrete beams. The walls of the building are constructed of concrete hollow block masonry which was lightly reinforced. As a result of the earthquake, most of the walls have fallen out. (page 75 and 76 of p.t.).

Building "A"

A three storey reinforced concrete building is shown on page 77 and 78. As a result of the earthquake the building reclined and the columns were broken at the tops. The middle column is now out of plumb about 40 centimeters.

Grand Hotel

The two storey reinforced concrete portion of this hotel is shown in page 79 (p.t.) and is practically not damaged, but the five storey reinforced concrete portion of this

the longitudinal direction. As a result of the earthquake, the building inclined in the longitudinal direction and is now about one meter out of plumb.

San Domingo Church

The 26 meter span of the big hall of San Domingo church and its college was damaged by the earthquake. The buildings are barrel shell roof and the cantilever portion of the roof of the hall failed. The plan of the church hall is shown on page 70 (p.t.), and consists of two rows of 6 columns each. Pages 69 and 71 show the church hall and the college.

Immobilaria Building

This single span reinforced concrete building has seven stories, (page 73 of p.t.). The plan of the building consists of two rows of columns 8 meters apart, as shown on page 74 (p.t.). The floors are cast-in-situ concrete, with two 1.5 meters cantilever overhangs. The building has a concrete shear wall located in the west, and on the first floor the wall is set back one bay. Thus the shear force is carried through the reinforced concrete slab. A slight crack occurred in the slab due to the earthquake.

(p.t.). The concrete block masonry wall was shattered even though it was reinforced with vertical and horizontal bars.

Aduvana Terminal

This large building and its office portion are shown on page 63 (p.t.). The barrel shell roof of the building has a 6 meter cantilever. As a result of the earthquake some portions of the roof and the three storey reinforced concrete office building totally collapsed.

Julio Martinez Building

This big hall is the Honda showroom, and is located in the western part of the city. The building is 30 meters by 30 meters and its roof is dome shaped. The building was slightly damaged by the earthquake and the most severe damage occurred to the short reinforced concrete columns between the windows, (plates on pages 64 and 65 of p.t.).

Singer Building

A two storey building with single span reinforced concrete frames is shown in page 67 (p.t.). The building is very rigid in the transversal direction, but has no frames in

floor as well as in the shear walls on the first and second floors (plates on page 57 of p.t.). On the upper floors the concrete beams were slightly fractured at the point of beam-wall connections and that seems to have been caused by inverted moment due to lateral force.

Telephone office (TELCOR)

The telephone office building is a reinforced concrete frame building. The building consists of 6 single span frames 7 stories high, and the span is 15 meters. The elevator shafts are located at one end of the building, and that caused a torsional effect in the building.

The girders are prestressed concrete, and the floors are constructed of prefabricated reinforced concrete joists with cast-in-situ concrete over the top of hollow blocks. The plan of the building is shown on page 51 (p.t.), and on the ground floor and first floor a concrete block masonry wall carries the vertical load of a part of the first floor as well as the mezzanine. As a result of the earthquake there was considerable damage to the reinforced concrete of the second floor, and some of the columns. The hollow block bricks under the windows were shattered (plates on page 62 of p.t.). Shear cracks occurred in the prestressed girders: such cracks to mezzanine prestressed girders are shown by an "X" mark in the plate on page 51

San Sebastian Church

The church has a folded plate concrete roof structure and no structural damage occurred to this part of the building due to the earthquake, but several cracks occurred to the walls. Adjacent to Sebastian Church, the reinforced concrete building of Calazan College was located. The building consisted of two parts: one part was four stories and completely collapsed and the other part was three stories, which was heavily damaged. The critical damage to this building is located at the points of column-beam connection, mostly due to inadequate stirrups (pages 52 and 53 of p.t.).

Electric Power Company (ENALUF)

The main office of the electric power company is a reinforced concrete building in 6 stories (including one basement). A view of this building before the earthquake is shown on page 55 (p.t.) and as is shown on page 56 (p.t.) the building consists of structural frames and concrete shear walls around a central core area, and the floors are constructed with prefabricated reinforced concrete joists with cast-in-situ concrete over the top of arch-shaped concrete blocks. The distribution of shear walls in the plan of the building is well designed, and the structural damage to the building was slight. There were some cracks in pillars on the first

One of the steel support towers for lighting was observed to have been bent (plate on page 47 of p.t.).

Dance Pavillion

The plates on page 49 (p.t.) show a dance pavillion which was constructed of a heavy reinforced concrete slab and steel columns. It is reported that 40 persons were killed by the collapse of this building.

San Jose Church

San Jose Church is an auditorium of 20 meters span with concrete barrel shell roof supported on two rows of reinforced concrete columns, of 75 centimeters by 35 centimeters section. The distance between columns is 5.5 meters center to center and the height of the columns is 6.5 meters. The exterior walls of the building are constructed of hollow blocks and as a result of the earthquake the walls were damaged heavily, and a heavy concrete cantilever canopy over the main door failed (page 51 of p.t.).

Adjacent to the church, a three storey reinforced concrete building belonging to Divina Pastora College was located. A part of this building has totally collapsed and the remaining part has been heavily damaged (upper plates of

Gen. Somoza Stadium

The oval shaped stadium of Managua was heavily damaged by the earthquake. The sloping reinforced concrete floor around this stadium supported by reinforced concrete columns was damaged at the points of column-beam connections (page 46 of p.t.).

A cantilever roof of span of about 20 meters, constructed of reinforced concrete cantilever beams and covered by corrugated iron sheet, in the north portion of the stadium was not structurally damaged.

In the remaining parts of the perimeter a band of reinforced concrete roof canopy 5 meters wide was supported by round reinforced concrete columns. The diameter of the columns was 25 centimeters and the longitudinal reinforcing rods were 10 millimeters diameter, 6 per column. The distance between columns center to center at the outer edge of the roof was 4.5 meters; the height of the columns at the outer edge was 1 meter and at the inner edge 2 meters. As a result of the earthquake most of this portion of the roof collapsed (plates on pages 47 and 48 of p.t.). In some places this roof was supported by double rows of round columns (page of p.t.) and this part also collapsed.

Supreme Court

One part of this building was built with concrete shear walls in 7 stories (including one basement), and the remainder with reinforced concrete frame in 3 stories (page 42 of p.t.).

As a result of the earthquake the three storey building was more damaged, the damage occurring mostly in exterior walls constructed of hollow brick. The columns in this building were badly damaged.

Intercontinental Hotel

This pyramid-shaped building (page 43 of p.t.) consists of 10 stories (including one basement); the building was constructed with reinforced concrete frames, and the walls of hollow concrete blocks. The upper plate of page 43 (p.t.) shows the building before the earthquake, and as a result of the earthquake the reinforced concrete roof of the pent-house failed. The other plate of page 43 (p.t.) shows this part of the building being repaired. The walls were damaged by the earthquake, but at the time of my visit the walls were already repaired.

The interior walls of the building are concrete shear walls, and the exterior walls are of hollow bricks with plaster; as a result of the earthquake there were some cracks in the plaster of the walls, but no damage to the building.

At the front and rear of the building are two multi-span bridges and as a result of the earthquake a considerable gap opened between the deck and one of the abutments.

Some hair cracks were seen in some pillars (plate on page 38 of p.t.).

I. B. M. Building

This steel frame structure, has 7 stories (including one basement). The distance between columns in both directions center to center is 6 meters. The floors are light and constructed of metal decking (filled with concrete) supported on steel joists. The exterior walls up to the first floor are constructed of concrete hollow blocks and the upper stories of corrugated metal, and the building is very flexible.

Although the building resisted the earthquake well, some damage occurred in the concrete hollow blocks; as is shown in the plates on page 40 (p.t.), at the time of my visit the walls were repaired and this plate is extracted from the reconnaissance report which has been published by Earthquake Engineering Research Institute of the U.S.A. (May 1973).

As a result of the earthquake the building became un-
useable and five months after the earthquake when the
writer visited the area, this building was still
evacuated.

Balmoral Hotel

Balmoral Hotel consists of two buildings which are
separated by a joint. The buildings are of 8 stories
(including one basement) and 11 stories (including three
basements) respectively; and both are reinforced concrete
frame buildings. The walls and partitions are constructed
of hollow bricks, and as a result of the earthquake most
of the walls were shattered. The plate on page 36 (p.t.)
shows one of the interior columns in the basement of the
8 storey building which failed due to the earthquake and
the fire which followed. The other plate shows a view of
the two different buildings of the Balmoral Hotel.

Ruben Dario National Theater

This large auditorium with about 40 meters span and 18
meters height is located near lake Managua. The building
has three balconies (plates on page 37 of p.t.).

by 15 meters. The concrete shear walls are located in one end of the building, and this caused a big torsional effect in the building; as a result of the earthquake cracks occurred in the floor slabs, all near elevator cores.

The walls of this building are constructed of hollow blocks, and almost all of them were shattered by the earthquake (page 28 of p.t.). An auditorium located beside this tower building collapsed completely.

Social Security Institute

This active reinforced concrete frame building 10 stories in height (including one basement) is located in the center of Managua. The building plan is very flexible, the distance between columns center to center being 7 meters in one direction and 7.5 meters in the other. The exterior walls of the building are of glass and the interior walls are mostly wood partitions.

The most serious damage to this building occurred in the penthouse; the roof of this part totally fell down and the mechanical equipment was under the fallen slab (plates on pages 34 and 35 of p.t.).

strong enough to break the girders and cause total collapse of the floors, the explanation of the cause of the collapse of the building might have been difficult. The Bank of America building is a good example of the adequacy of resistance of a building with a central core against earthquakes and with the exception of the weak point in the girders, this building did perform very well during the earthquake. The plates on page 20 (p.t.) show the building and the opening in the center of the girder.

Building No. 2 (Adjacent to Bank of America)

The building consists of three stories (page 21 and 22 of p.t.), and was constructed of reinforced concrete frames. The floors are constructed of hollow bricks and prefabricated joists with cast-in-situ concrete over the top of hollow blocks. As a result of the earthquake one part of this building collapsed and the other part was heavily damaged.

Central Bank of Nicaragua

This 16 storey building (including one basement) is located opposite the Bank of America and is the second tallest building in Managua. The plan of the building is shown on page 27 (p.t.) and has the form of a rectangle 48 meters

constructed of hollow bricks or concrete blocks. In this report some of the buildings which were observed by the writer are described.

Bank of America

This 19 storey building (including two basements) is the tallest building in Central America, and is located in the most seriously damaged area. The building survived the earthquake well.

The plan of the building as shown on page 19 (p.t.) is symmetrical in both directions, and consists of 8 cross-shaped exterior columns on each side, four "L" shaped columns on each corner, and a central core. The concrete shear walls are connected with 90 centimeter deep concrete girders and in the middle of every girder there is a rectangular opening of 60 centimeters by 50 centimeters for an air conditioning duct to pass.

As a result of the earthquake the concrete girders were shattered in the middle where the openings are located, the shear walls were very slightly damaged, and the elevators became inoperable. The most important damage to this building is the damage to the girders due to the air conditioning duct openings and if the earthquake had been

ordinary masonry buildings, there was a lot of modern construction in the region. Some multi-storey modern buildings resisted the earthquake very well; some were more or less damaged; and some were seriously damaged or totally collapsed. The damage to the buildings was due to bad materials and inadequate detailing, but mostly due to faulty execution and bad workmanship. The quality of concrete generally was not suitable; in some buildings the details were not well studied; the distance between stirrups in reinforced concrete columns in some positions was too much. A six storey reinforced concrete building was observed which was totally destroyed, but a nearby "Torquezal" building was not, although the latter was seriously damaged. Further investigation of the reinforced concrete buildings showed defects due to execution as well as bad detailing of the work.

The plates on page 15 of the Persian text (p.t.) show damage to reinforced concrete columns. The upper plate shows that a waste disposal pipe is located inside the column and has made the column weak. In addition to structural damage, much of the damage to high rise buildings was damage to the partitions, parapets and walls

Besides the three accelerographs, there were 13 Wilmot Seismoscopes in the region. Out of the thirteen, one located in the ESSO Refinery and three others located in other parts of the region provided records of motion. From the results obtained by these seismoscopes, taking into consideration the location of the instruments, it is apparent that the ground acceleration in the east part of the ESSO Refinery was somewhat greater than the acceleration which was recorded by the ESSO accelerograph.

Damage to Buildings

The damage caused by the Managua earthquake was concentrated in the center of the city, in which various types of buildings were located. Traditional buildings of the type called "Torquezal" were responsible for great loss of life. This type of building is one or two stories high and is constructed of vertical wood studs about one meter apart, filled between with clay and stones. The vertical wood studs are connected together by nailing horizontal wooden lath every 25 centimeters.

There were numerous unreinforced brick or hollow concrete block buildings in the damaged area which collapsed or were heavily damaged. Besides the "Torquezal" type and

Five months after the earthquake, the writer visited the damaged area, and observed several buildings which were struck by the earthquake. This report is the result of 10 days of field investigation. The report has been prepared in Persian and describes the behaviour of some of the buildings which were located in the area.

Although the earthquake was of moderate magnitude, the damage was very heavy due to very shallow focal depth (5 Km), bad construction materials, and bad workmanship.

The earthquake was preceded by a small foreshock, which occurred two hours before the main shock and was followed by many aftershocks.

The magnitude of some of these aftershocks was 5 and greater. The intensity of the main shock can be assessed as greater than IX (say X MM).

Out of three accelerographs which were located in the epicentral area, only one strong motion AR-240 recorder located at the ESSO Refinery (5 Km west of the city) registered the main shock. This accelerograph experienced peak recorded acceleration of 0.39g and 0.34g in the east-west and north-south directions respectively. The peak recorded acceleration in the vertical direction was 0.33g.

Abbreviated from the Persian text

Introduction

On December 23, 1972 at about half past midnight (local time) (6 29 42. 5 G.M.T.) an earthquake of magnitude 6.25 occurred in Central America; as a result of this earthquake the city of Managua, capital of the Republic of Nicaragua, was destroyed.

Managua was a large city; its population before the earthquake was over 400,000. About 10,000 persons were killed by this earthquake and almost 75 percent of the city was ruined. It has been estimated that the earthquake and the fires which followed caused about 1,000 million U.S. dollars damage to property.

The most seriously damaged area was downtown Managua in which several important buildings were located. The city is now evacuated and surrounded by a 12 strand barbed wired fence, about 2 meters high. The people of Managua moved out to small cities and towns such as Tipitapa, Masaya, San Lorenzo, Dirima and Leon.